

**Designação do Projeto:**

FILTER - Plataforma para o desenvolvimento e validação de sistemas automáticos de análise de imagem para o diagnóstico precoce e tratamento de doenças oculares relacionadas com a idade que podem levar à perda de visão

**Código do Projeto:** POCI-01-0145-FEDER-032412

**Objetivo principal:** O principal objetivo deste trabalho de investigação é o desenvolvimento e validação de um protótipo para ser utilizado em rastreio e na gestão de doenças relacionadas com a idade que podem levar à perda de visão. O protótipo irá permitir a deteção, caracterização e seguimento de lesões associadas a Degenerescência Macular Relacionada com a Idade e Retinopatia Diabética. Para isso, serão desenvolvidos métodos inovadores de análise e visualização de imagens de tomografia de coerência ótica (OCT) e fotografia do fundo do olho (CFP).

O protótipo a desenvolver incluirá métodos que permitem a deteção e caracterização de lesões associadas ao estágio inicial da Degenerescência Macular Relacionada com a Idade, isto é, drusas, depósitos de drusenoides sub-retinianos e alterações hiperpigmentares / focos hiperreflectores bem como a deteção de grandes alterações associadas a estádios da doença mais avançados tais como rutura de interfaces, detetadas nos dados de OCT, e a grandes alterações associadas ao desenvolvimento de membranas neovasculares coroideais. Em relação à Retinopatia Diabética, serão desenvolvidos métodos para a deteção de exudados e hemorragias, bem como utilizados métodos já desenvolvidos para a deteção de micro-aneurismas e fluidos.

**Região de Intervenção:** Centro, Portugal

**Entidade beneficiária:** AIBILI - Associação para Investigação Biomédica e Inovação em Luz e Imagem

**Data de aprovação:** 24-04-2018

**Data de início:** 01-07-2018

**Data de conclusão:** 30-06-2022

**Custo total elegível:** 239.956,21€

**Apoio financeiro da União Europeia:** FEDER – 203.962,78€

**Apoio financeiro público nacional/regional:** Orçamento de Estado – 35.993,43€

**Objetivos, Atividades e Resultados esperado/atingidos:**Resultados

O principal objetivo deste projeto foi o desenvolvimento e validação de um protótipo para deteção, caracterização de alterações associadas a retinopatia diabética (RD) e a degenerescência macular relacionada com a idade (DMRI). Vários métodos foram explorados para a deteção/classificação de dados oftalmológicos (imagem e tabular).

No início do projeto foram desenvolvidas diferentes aplicações para fazer anotação em dados de OCT adquiridos no âmbito de um programa de rastreio (projeto STAR).

Com base nessas anotações, modelos de deep learning foram treinados para fazer a classificação automática dados de OCT e de imagens do fundo do olho (CFP). Além disso, também foi desenvolvido um método que visa detetar os espaços intercapilares anormais em dados de OCTA.



Foi construída, também, uma app de visualização multimodal que permite a apresentação de diferentes modalidades de imagem bem como a visualização de imagens de CFP e OCT sobrepostas (registradas).

Por fim, foram também feitos os passos iniciais do desenvolvimento de um método automático que permita identificar o risco de progressão da Retinopatia Diabética.

### Galeria de imagens

- Annotation tools for OCT data

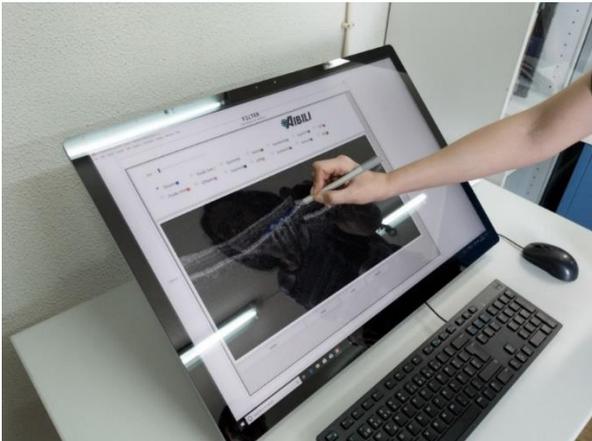


Figure 1 - Interaction between the grader and the app developed to perform the annotation of the lesions

- Multimodal Data Visualization

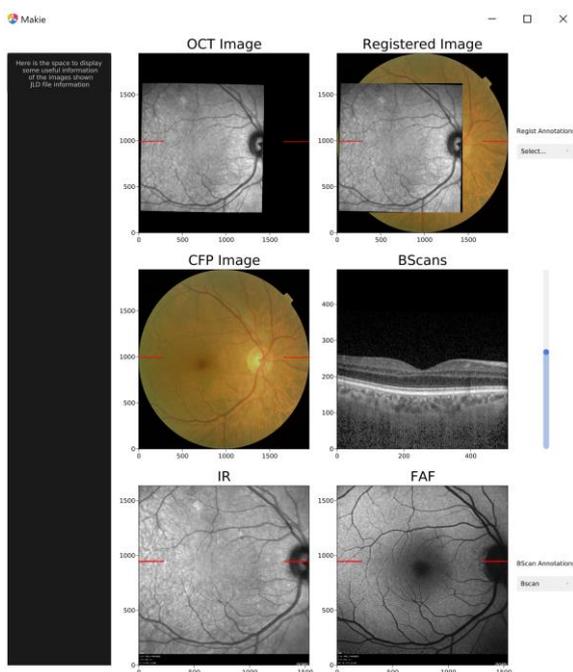


Figure 2 – Multimodal Visualization Tool



- Deep Learning models for ophthalmological images

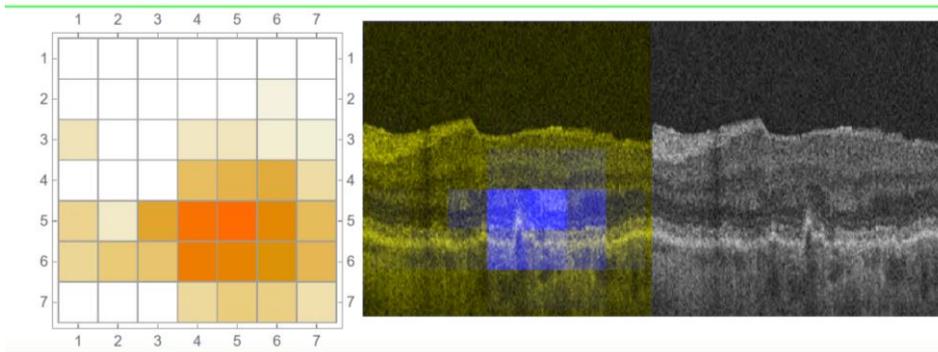


Figure 1 - Examples of corrected classified abnormal Bscans. From the left to the right: the Gradient-weighted Class Activation Mapping (Grad-CAM) mask [2], the Grad-Cam mask overlay with the Bscan and the Bscan alone. The Grad-Cam aims to identify the regions of a particular Bscans that contribute more to the classification result.

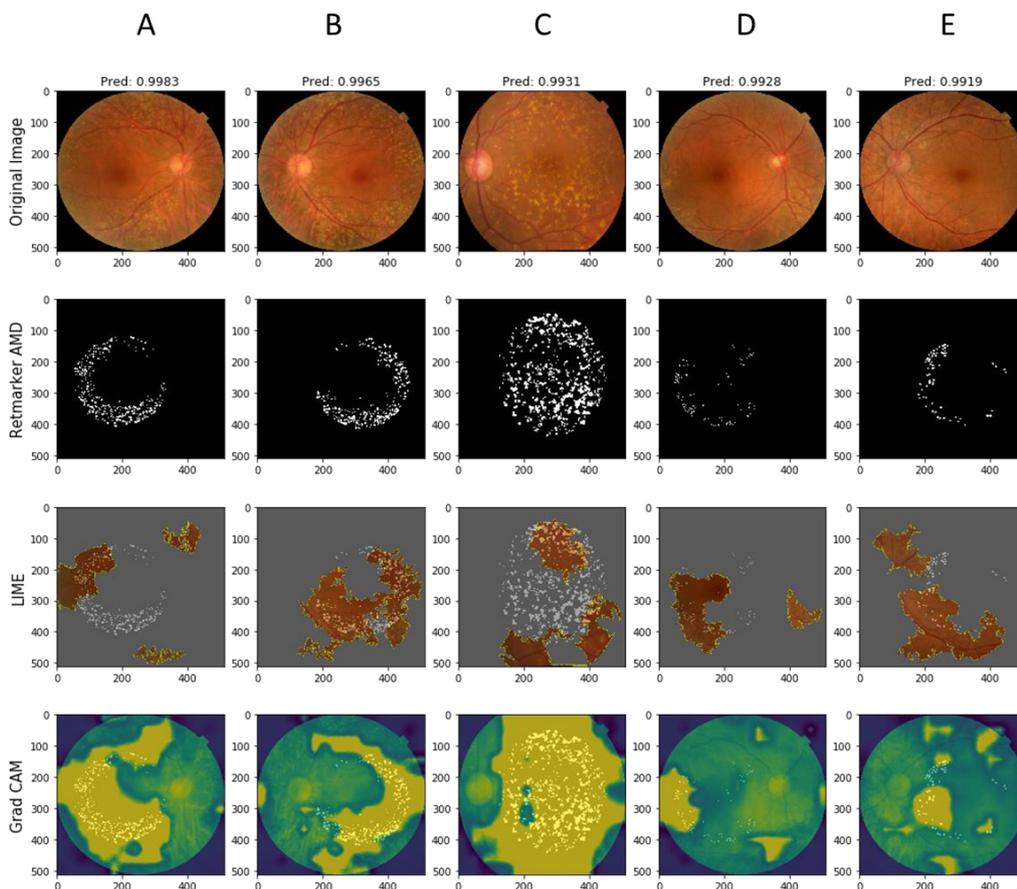


Figure 3 – Interpretability maps for the top 5 predictions regarding AMD using MobileNetV2. The first row shows the tested image, the second shows binary mask with the annotations made by human graders using Retmarker AMD, the third shows the saliency map generated using the LIME overlaid with the Retmarker AMD mask, and the fourth the saliency map generated with the Grad-Cam method LIME overlaid with the Retmarker AMD mask.



- Automatic detection of abnormal intercapillary spaces in OCTA data

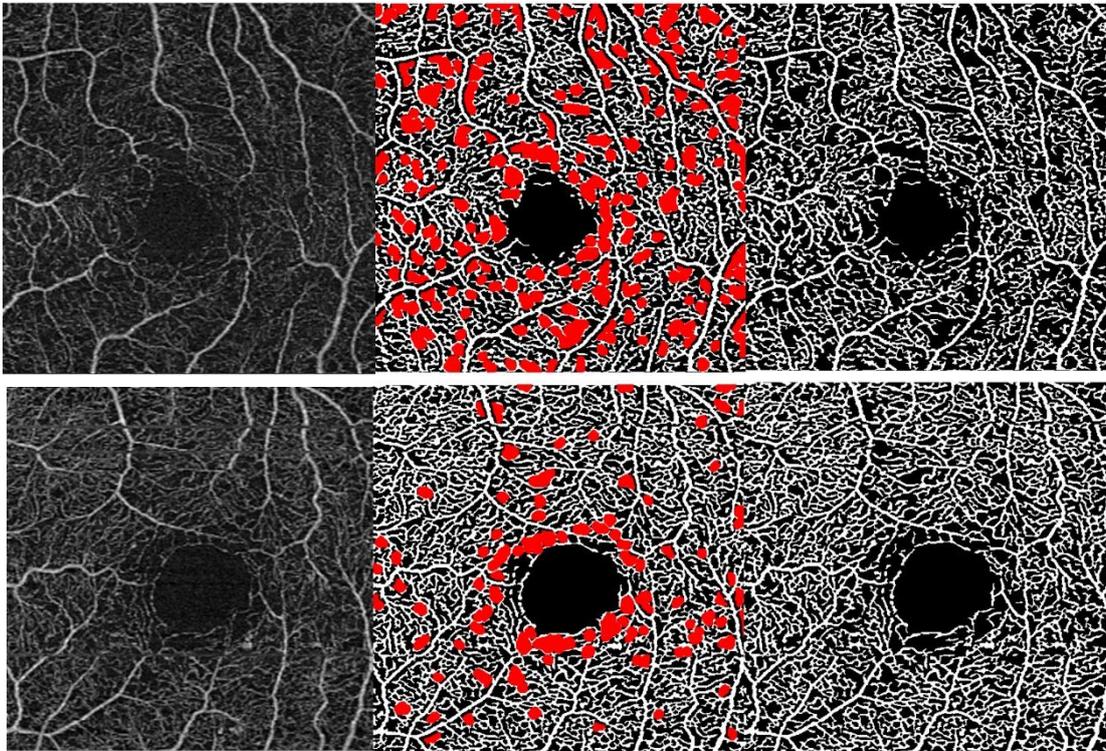


Figure 4- Two examples of regions detected with the AIS (abnormal intercapillary spaces) method. From the left to the right: SCP en face slab acquired from eyes with ETDRS 35, the corresponding binary image highlighted with the detected AIS and the binary image.

#### Publicações e apresentações

Mendes, Luís; Marques, Inês P.; Cunha-Vaz, José. "Comparison of Different Metrics for the Identification of Vascular Changes in Diabetic Retinopathy Using OCTA". *Frontiers in Neuroscience* 15 (2021): <http://dx.doi.org/10.3389/fnins.2021.755730>.

Cunha-Vaz, José; Mendes, Luís. "Characterization of Risk Profiles for Diabetic Retinopathy Progression". *Journal of Personalized Medicine* 11 8 (2021): 826. <http://dx.doi.org/10.3390/jpm11080826>.

Cunha-Vaz, José; Mendes, Luís. "Characterization of Risk Profiles for Diabetic Retinopathy Progression". *Age-Related Macular Degeneration and Diabetic Retinopathy*, <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-4209-6>.

Castro M., "Robust Methodology for OCT Segmentation - Selection of the best algorithm based on crossed metrics", Dissertação no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Física, ramo de Instrumentação orientada pelo Doutor Luís Mendes (AIBILI) e pelo Professor Doutor Jorge Henriques (UC) e apresentada ao Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, a 14 de Outubro 2020.





UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

Mendes L, Santos Martins TGD, Gonçalves S, Cunha-Vaz J, Silva R., “Automatic detection of pathological OCT volumes based on structural and OCTA metrics”, apresentado no EATRIS Artificial Intelligence Symposium, a 19 de Janeiro 2021.

Gonçalves S, Mendes L, Cunha-Vaz J, Silva R., “Mobile deep learning architectures for AMD and DR screening”, EATRIS Artificial Intelligence Symposium, a 19 de Janeiro 2021.

Mendes L, Marques I, de Sisternes L, Madeira MH, Santos T, Waren L, Durbin MK, Cunha-Vaz J., “Comparison of different methods for the identification of capillary closure in diabetics retinopathy using OCTA”, ARVO 2021 Annual Meeting, a 02 de Maio 2021. URL (Abstract Special Issue revista IOVS): <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2773429>

Gonçalves S, Mendes L, Cunha-Vaz J, Silva R., “Mobile models for AMD and DR screening”, apresentado no ARVO 2021 Annual Meeting, a 03 de Maio 2021. URL (Abstract Special Issue revista IOVS): <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2773722>

Mendes L, Santos Martins TGD, Cunha-Vaz J, Silva R., “Automatic detection of pathological OCT volumes based on structural and OCTA metrics”, ARVO Imaging in the Eye Conference, a 14 de Maio 2021.

Mendes L, Santos Martins TGD, Cunha-Vaz J, Silva R., “Automatic detection of drusen-like deposits on OCT using EfficientNet models”, ARVO Imaging in the Eye Conference, 2022.

