

Dermatoscópico Acessível com IA

Silvio Marques Xavier
Junior,
Instituto Federal de
Pernambuco (IFPE) -
Campus Palmares
Palmares, Brasil
smxj@discente.ifpe.edu.br
I

Tiago Pessoa Ferreira de
Lima, Instituto Federal de
Pernambuco (IFPE) -
Campus Palmares
Palmares, Brasil
tiago.lima@palmares.ifpe.edu.br
u.br

Josiel Da Cunha Silva,
Instituto Federal de
Pernambuco (IFPE) -
Campus Palmares
Palmares, Brasil
josiel.silva@palmares.ifpe.edu.br
u.

Ana Clara Silva de Menezes,
Instituto Federal de
Pernambuco (IFPE) - Campus
Palmares
Palmares, Brasil
acsm6@discente.ifpe.edu.br

Ericlécio Thiago Morais
de Araújo, Instituto
Federal de Pernambuco
(IFPE) - Campus
Palmares
Palmares, Brasil
etma@discente.ifpe.edu.br
I

Matheus Kennedy Dionísio
Santiago, Instituto Federal de
Pernambuco (IFPE) -
Campus Palmares
Palmares, Brasil
matheus2004santiago@gmail.com

Sionise Rocha Gomes,
Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia do
Amazonas (IFAM) - Campus
Presidente Figueiredo
Presidente Figueiredo, Brasil
Sionise.gomes@palmares.ifpe.edu.br

Thiago Valentim Bezerra,
Instituto Federal de
Pernambuco (IFPE) - Campus
Palmares / Universidade
Federal de Pernambuco (UFPE)
Palmares, Brasil
thiago.bezerra@palmares.ifpe.edu.br

Abstract — This work aims to develop a low-cost dermatoscope for primary healthcare, integrating accessible technologies such as 3D printing and Artificial Intelligence (AI). Given the high cost of conventional dermatoscopes and the scarcity of specialized professionals in peripheral regions, this project proposes a viable alternative to expand access to early diagnosis of skin lesions, especially skin cancer. The device was modeled using specific software and 3D printed with PLA filament, featuring an ergonomic design compatible with various smartphone models. The optical system incorporates multi-spectral LEDs (ultraviolet and white) for detailed lesion analysis. Additionally, a smartphone application was developed using convolutional neural networks trained with a dermatological database, enabling image capture, analysis, and generation of preliminary diagnostic reports. Initial tests indicated good accuracy in screening common lesions, with potential for improvements in more complex cases. The prototype demonstrated low cost, lightness, durability, and adequate functionality, standing out as a promising solution for cancer screening in areas with limited infrastructure. This project contributes to the democratization of access to dermatoscopy, promotes the integration between health and technology, and aligns with public health guidelines for cancer prevention and early detection.

Keywords — Dermatoscope; 3D Printing; Artificial Intelligence; Early diagnosis; Skin cancer.

Resumo - O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um dermatoscópio de baixo custo, voltado à atenção primária, utilizando tecnologias acessíveis como impressão 3D e Inteligência Artificial (IA). Considerando o alto custo dos dermatoscópios convencionais e a escassez de profissionais especializados em regiões periféricas, propôs-se uma alternativa viável para ampliar o acesso ao diagnóstico precoce de lesões cutâneas, especialmente o câncer de pele. O dispositivo foi modelado em software específico e impresso em filamento de PLA,

apresentando um formato ergonômico e compatível com diversos modelos de smartphones. O sistema óptico incorpora LEDs multi-espectrais (ultravioleta e branco) para análise detalhada das lesões. Além disso, foi desenvolvido um aplicativo que utiliza redes neurais convolucionais treinadas com um banco de dados dermatológico, permitindo a captura, análise e geração de relatórios preliminares de diagnóstico. Os testes indicaram boa acurácia na triagem de lesões comuns, com potencial de melhorias para casos mais complexos. O protótipo apresentou baixo custo, leveza, durabilidade e funcionalidade adequada, destacando-se como uma solução promissora para o rastreamento de neoplasias em áreas de baixa infraestrutura. O projeto contribui para a democratização do acesso à dermatoscopia, promove a integração entre saúde e tecnologia, e alinha-se às diretrizes da saúde pública para prevenção e detecção precoce do câncer de pele.

Palavras-chave — Dermatoscópico; Impressão 3D; Inteligência Artificial; Diagnóstico precoce; Câncer de pele.

I. INTRODUÇÃO

Os dermatoscópios são dispositivos ópticos não invasivos, fundamentais na prática dermatológica, uma vez que possibilitam a avaliação detalhada e precisa de lesões cutâneas. Sua utilização é especialmente relevante para o diagnóstico precoce de patologias como câncer de pele, ceratoses, hemangiomas e dermatofibromas, pois permitem a visualização em alta resolução das estruturas dérmicas, esses instrumentos facilitam a identificação de características morfológicas que muitas vezes não são perceptíveis a olho nu [1]. Contudo, o acesso a esses equipamentos é limitado, sobretudo em regiões carentes, como zonas rurais e

comunidades periféricas devido ao seu elevado custo e à escassez de profissionais especializados [2]. Essa combinação de fatores compromete a realização de triagens eficazes em pacientes com risco de desenvolver neoplasias cutâneas, o que contribui para diagnósticos tardios e, consequentemente, para o aumento dos índices de morbimortalidade relacionados ao câncer de pele, uma das neoplasias de maior incidência global, com milhares de novos casos registrados anualmente [3].

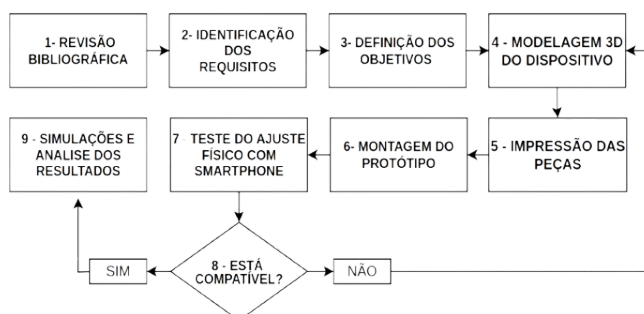
Com o intuito de enfrentar essas limitações, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um dermatoscópio de baixo custo, confeccionado por meio da tecnologia de impressão 3D, utilizando filamento de PLA (Ácido Polilático). O dispositivo integra um sistema de iluminação multispectral, composto por LEDs de diferentes comprimentos de onda, ultra violeta e branco, que favorecem uma observação mais precisa e diversificada das lesões cutâneas.

Além disso, a proposta contempla o suporte a profissionais da atenção primária à saúde, ao proporcionar recursos para a identificação de padrões morfológicos e vasculares indicativos de malignidade. O equipamento foi projetado para acoplar-se a smartphones, sendo acompanhado por um aplicativo com algoritmos de Inteligência Artificial (IA), capaz de realizar a análise automatizada de lesões cutâneas. Tal integração facilita a triagem clínica e amplia o acesso ao diagnóstico precoce, especialmente em contextos com infraestrutura médica limitada. A estrutura física do dermatoscópio foi concebida com ênfase na ergonomia e na compatibilidade com uma ampla variedade de dispositivos móveis, visando garantir praticidade e eficiência no uso clínico.

II. METODOLOGIA

O desenvolvimento do dermatoscópio baseou-se em uma metodologia associada à abordagem maker, com integração de recursos de IA voltados à saúde. Desta forma, o processo de criação do protótipo foi realizado por etapas, conforme ilustrado na Figura 1.

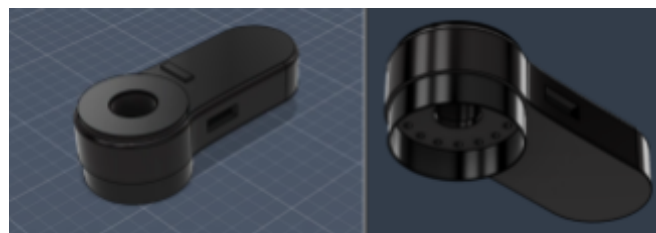
Figura 1 - Fluxograma do processo de desenvolvimento do dermatoscópio de baixo custo com IA.



Fontes: Autores (2025)

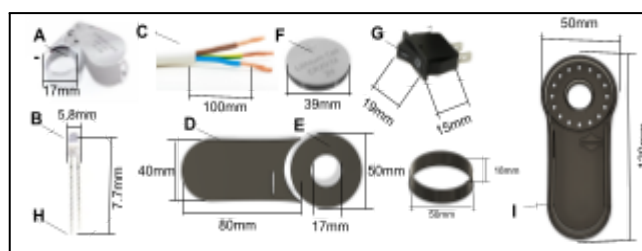
O corpo do dispositivo foi modelado no software Fusion 360 e posteriormente fabricado por meio de manufatura aditiva, utilizando filamento PLA. Suas dimensões (12 cm × 5 cm × 2 cm) foram definidas de modo a favorecer a usabilidade em contextos clínicos. Projetado em formato de cápsula, priorizando a ergonomia e a facilidade de manuseio. A Figura 2 apresenta o protótipo na etapa de modelagem, cujas peças foram produzidas em impressoras 3D, demandando em média seis horas para a conclusão do processo. Em seguida, procedeu-se à discriminação dos componentes, conforme ilustrado na Figura 3, culminando na integração do sistema de iluminação apresentada na Figura 4.

Figura 2 - Protótipo modelado dentro do software FUSION 360.



Fonte: Autores (2025)

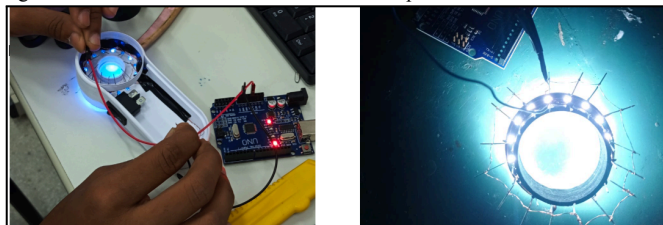
Figura 3 - Representação visual dos componentes utilizados, com suas respectivas dimensões físicas.



Fonte: Autores (2025)

Descrição: A - lente objetiva; B - diodos emissores de luz ; C - Fios de cobre; D - Tampa da bateria (PLA); E -Tampa dos Leds (PLA); F - bateria de lítio; G - interruptor eletrônico; H - Tubo da distância focal (PLA); I - Corpo do aparelho (PLA).

Figura 4 - Sistema eletrônico do dermatoscópio durante a fase de testes.

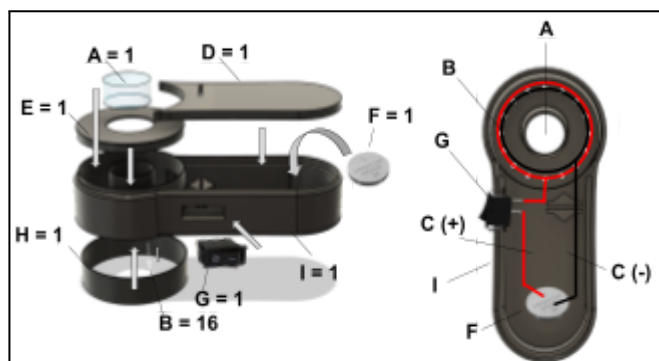


Fonte: Autores (2025)

O sistema de iluminação foi projetado em formato anelar, composto por 16 LEDs (B), sendo 8 brancos e 8 ultravioletas, conectados em paralelo para garantir correntes independentes e possibilitar a alternância eficaz entre as tonalidades. A alimentação ocorre por meio de fios de cobre

(C) de 100 mm, interligados a uma bateria de lítio (F) de 3V. Na etapa de montagem, as peças impressas em 3D (D, E, H, I) foram integradas aos demais componentes eletrônicos, resultando na estrutura final do protótipo. A Figura 5 apresenta a disposição desses elementos, evidenciando a organização do aparelho.

Figura 1 - Representação ampliada do dermatoscópio, evidenciando a organização dos principais componentes.



Fonte: Autores (2025)

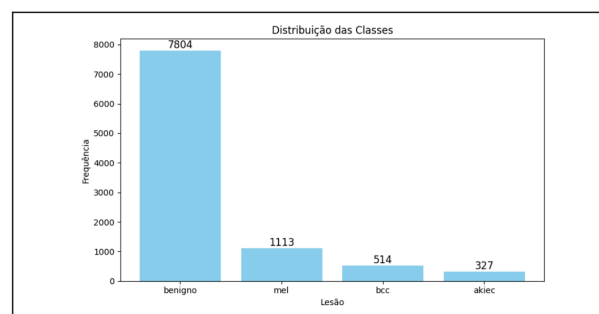
A fase de teste e ajuste físico do dermatoscópio com o smartphone foi crucial para assegurar a ergonomia, a compatibilidade e a funcionalidade. Em suma, os testes confirmaram que o design do dispositivo, com ênfase na leveza e compatibilidade universal, atende aos requisitos de funcionalidade e acessibilidade para a triagem clínica.

Para o desenvolvimento da Inteligência Artificial, utilizou-se a base de dados pública HAM10000, composta por 10.015 imagens dermatoscópicas rotuladas por especialistas. O conjunto foi dividido em 85% para treinamento/validação e 15% para teste, preservando a proporção original das classes.

Considerando o desbalanceamento de dados, optou-se pela subamostragem da classe majoritária (lesões benignas), medida adotada devido a restrições computacionais e com o objetivo de mitigar vieses de classificação.

Além disso, classes com baixa representatividade foram removidas e os subtipos benignos foram agrupados, de modo a reduzir a complexidade do problema e aumentar a capacidade de generalização do modelo. Como resultado desse processo de preparação, estabeleceram-se quatro classes finais: benigno, melanoma (MEL), carcinoma basocelular (BCC) e ceratose actínica (AKIEC) destacados na Figura 6.

Figura 6 - Distribuição das Classes (nevo melanocítico e lesão queratósica benigna agrupadas em benigno).



Fonte: Autores (2025)

III. RESULTADOS e Discussão

O desenvolvimento do dermatoscópio de baixo custo, aliado ao aplicativo de Inteligência Artificial, apresenta um avanço significativo para o diagnóstico de lesões cutâneas, especialmente em regiões com recursos limitados. A estrutura do aparelho caracteriza-se pela leveza, durabilidade e facilidade de adaptação a diferentes modelos de smartphones. A Figura 7 ilustra o protótipo finalizado, bem como uma fotografia da pele obtida por meio do dispositivo.

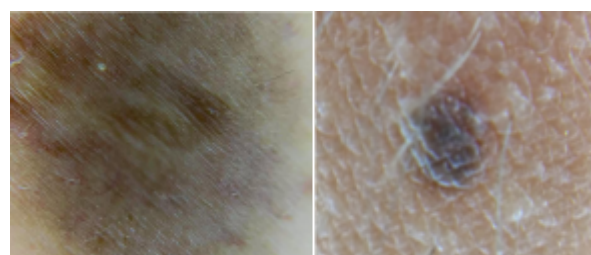
Figura 7 - Fotografia da pele obtida com o dermatoscópio finalizado.



Fonte: Autores (2025)

A utilização de LEDs com diferentes comprimentos de onda proporcionam uma iluminação adequada para a observação detalhada das lesões, favorecendo a identificação de padrões vasculares e morfológicos essenciais para o diagnóstico precoce de condições dermatológicas. A Figura 8 ilustra registros dermatológicos obtidos com o dispositivo desenvolvido.

Figura 8 - Imagens da pele fotografadas com o dermatoscópio produzido.



Fonte: Autores (2025)

O aplicativo de IA mostra-se eficaz em diagnósticos preliminares de lesões. Uma vez que os resultados evidenciam que o modelo em cascata obteve um desempenho superior na identificação de lesões malignas, métrica de maior relevância em aplicações médicas. O recall para melanoma aumentou de 59% para 77%, enquanto a ceratose actínica passou de 82% para 88%.

Embora o modelo único tenha alcançado maior sensibilidade em lesões benignas, a cascata demonstrou ganhos mais expressivos na detecção precoce de câncer de pele, objetivo central deste estudo. Esse comparativo está destacado entre as Tabelas 1 e 2 abaixo.

Tabela 1 - Métricas da Abordagem em Cascata.

Métrica	Lesão			
	akiec	bcc	benigna	mel
Recall	88%	83%	77%	77%
F1	88,88%	86,44%	77,76%	72,63%
Precision	89,79%	90,21%	78,57%	68,75%

Fonte: Autores (2025)

Tabela 2 - Métricas do modelo padrão.

Métrica	Lesão			
	akiec	bcc	benigna	mel
Recall	82%	83%	89%	59%
F1	85,85%	85,56%	75,09%	66,28%
Precision	90,10%	88,29%	64,96%	75,64%

Fonte: Autores (2025)

Em termos de impacto social, o sistema tem potencial para reduzir barreiras no diagnóstico precoce, especialmente em áreas com pouco acesso a especialistas.

Ao possibilitar que médicos generalistas ou profissionais de saúde em regiões rurais realizem triagens eficazes, o dispositivo pode diminuir a morbimortalidade por câncer de pele, oferecendo diagnóstico e tratamento mais rápidos e acessíveis.

Além disso, seu custo de produção é de apenas R\$600, enquanto um dermatoscópio convencional custa em média R\$5.000, cerca de 88% mais caro.

IV. CONCLUSÕES

O projeto busca superar o alto custo dos dermatoscópios convencionais e a escassez de especialistas em regiões periféricas, fatores que frequentemente levam a diagnósticos tardios e ao aumento da morbimortalidade em doenças dermatológicas.

Nesse contexto, os testes realizados evidenciaram a boa acurácia do protótipo na triagem de lesões comuns, mostrando-o como solução promissora para o rastreamento de neoplasias em áreas com baixa infraestrutura. Leve, durável e funcional, o dispositivo democratiza o acesso à dermatoscopia, integra saúde e tecnologia e fortalece as estratégias de prevenção e detecção precoce do câncer de pele.

A implementação desse recurso aumenta as taxas de cura, reduz a mortalidade e os custos de tratamentos complexos ao possibilitar diagnósticos precoces. Em síntese, configura-se como instrumento transformador da saúde dermatológica em regiões de acesso limitado, oferecendo maior precisão e agilidade diagnóstica.

Por fim, ao integrar a dermatologia com ferramentas de IA, o sistema amplia a detecção de diferentes condições cutâneas e garante acesso a exames especializados para milhões de pessoas que, de outro modo, estariam excluídas, contribuindo assim para o fortalecimento da saúde pública e para a promoção de maior equidade no cuidado médico.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] Drummond, Mariana Vieira Martins Sampaio, et al. Dermatoscopia como ferramenta auxiliar para o diagnóstico de doenças escamosas acrais: psoríase palmoplantar, tinea pedis/manuum e eczema. Anais Brasileiros de Dermatologia, v. 99, n. 4, p. 578-581, 2024.
- [2] BOMFIM, Simara Silva et al. Câncer de pele: conhecendo e prevenindo a população. REVISA, v. 7, n. 3, p. 255-259, 2018.
- [3] Incidência de câncer de pele em ambulatório de dermatologia na Região Sul de São Paulo. Medicina Cutânea Ibero-Latino-Americana, v. 46, n. 1, p. 17-21, 2018
- [4] ALVES, Juliana Carvalho Tavares; FIGUEIREDO, Raissa Paulino Da Costa; DE VASCONCELOS, Rossana C. Farias. Incidência de câncer de pele em ambulatórios de dermatologia na Região Sul de São Paulo. Medicina Cutânea Ibero-Latino-Americana, v. 1, pág. 17-21, 2018.
- [5] KROHLING, Breno et al. A smartphone based application for skin cancer classification using deep learning with clinical images and lesion information. arXiv preprint arXiv:2104.14353, 2021.
- [6] OU, Chubin et al. Um modelo de fusão multimodal baseado em aprendizado profundo para diagnóstico de lesões cutâneas usando imagens clínicas e metadados coletados por smartphone. Frontiers in Surgery, v. 9, p. 1029991, 2022.