UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE – NFD CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

SISTEMA INTELIGENTE DE TRIAGEM PRECOCE DE HANSENÍASE COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO DE FÍSICA MODERNA E FÍSICA COMPUTACIONAL

Rodrigo Soares Leandro de Lucena[1], Niéliton Januario Lino[2]

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE/CAA[1, 2]

rodrigo.soaresl@ufpe.br[1], nieliton.lino@ufpe.br[2]

RESUMO

A hanseníase ainda representa um importante problema de saúde pública no Brasil devido ao diagnóstico tardio e às incapacidades físicas causadas pela doença. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um sistema inteligente de triagem precoce de hanseníase utilizando visão computacional, processamento digital de imagens e conceitos de Física Moderna e Física Computacional. A proposta surgiu da necessidade de desenvolver ferramentas acessíveis, rápidas e não invasivas capazes de auxiliar na identificação de padrões suspeitos da doença por meio de imagens dermatológicas. O sistema foi desenvolvido na linguagem Python utilizando bibliotecas como OpenCV, TensorFlow e Streamlit, integrando análise de textura, segmentação de imagens, identificação de áreas hipocrômicas e simulação termográfica. Além disso, o trabalho busca promover a divulgação científica da Física Moderna ao relacionar conceitos como radiação eletromagnética, análise espectral, processamento de sinais e inteligência artificial com aplicações reais em saúde pública. Os resultados preliminares demonstraram potencial na identificação computacional de alterações visuais associadas à hanseníase. A integração entre Física Computacional, inteligência artificial e processamento digital de imagens apresenta grande potencial para aplicações em triagem biomédica e divulgação científica interdisciplinar.

Palavras-chave: hanseníase; física computacional; visão computacional; inteligência artificial; processamento digital de imagens.

INTRODUÇÃO

A hanseníase é uma doença infecciosa crônica causada pelo Mycobacterium leprae, caracterizada pelo comprometimento cutâneo e neural, podendo causar incapacidades físicas permanentes quando não diagnosticada precocemente. Apesar dos avanços terapêuticos, o Brasil ainda ocupa posição de destaque entre os países com maior número de casos registrados, tornando necessária a busca por novas estratégias de detecção precoce. As manifestações dermatológicas da hanseníase incluem lesões hipocrômicas, alterações de sensibilidade, comprometimento neural e mudanças na textura da pele. Considerando os critérios vigentes para a conclusão do tratamento, essa intercorrência torna-se observável somente após a alta da poliquimioterapia. Essas características podem ser analisadas utilizando técnicas modernas de processamento digital de imagens e inteligência artificial.

Nesse contexto, o avanço da Física Computacional e da visão computacional possibilita o desenvolvimento de sistemas capazes de identificar padrões biomédicos por meio de análise computacional de imagens. Técnicas relacionadas à análise espectral, processamento de sinais, óptica biomédica e modelagem matemática vêm sendo amplamente aplicadas em sistemas de diagnóstico assistido. Além da aplicação em saúde pública, o presente trabalho também busca promover a divulgação científica da Física Moderna ao apresentar aplicações contemporâneas da óptica, radiação eletromagnética, inteligência artificial e processamento digital de imagens em problemas reais da sociedade.

Dessa forma, o trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema inteligente de triagem precoce de hanseníase baseado em visão computacional, integrando conceitos de Física Moderna, Física Computacional e inteligência artificial.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A hanseníase possui manifestações clínicas relacionadas ao comprometimento da pele e dos nervos periféricos. Segundo Brasil (2018), a doença pode apresentar lesões hipocrômicas com alterações térmicas, sensitivas e autonômicas, sendo o diagnóstico precoce fundamental para evitar incapacidades físicas permanentes. O comprometimento neural associado à doença produz alterações na distribuição térmica da pele, sudorese e textura cutânea, características que podem ser analisadas computacionalmente por técnicas modernas de processamento de imagens.

O avanço das tecnologias biomédicas está diretamente relacionado ao desenvolvimento da Física Moderna, especialmente nas áreas de óptica, radiação eletromagnética e modelagem computacional. A termografia infravermelha, por exemplo, utiliza princípios associados à emissão térmica dos corpos e à radiação eletromagnética para identificar alterações fisiológicas da pele. Segundo Ring e Ammer (2012), padrões térmicos anormais podem indicar processos inflamatórios e alterações vasculares associadas a diferentes patologias. Além disso, aplicações modernas da física têm contribuído significativamente para o desenvolvimento de sistemas inteligentes de análise biomédica, integrando conceitos matemáticos, computacionais e estatísticos.

O processamento digital de imagens constitui uma importante aplicação contemporânea da Física Computacional e da análise matemática de sinais. Técnicas utilizadas em visão computacional são fundamentadas em conceitos relacionados à propagação de ondas, análise espectral e transformações matemáticas aplicadas à interpretação de dados visuais. No contexto deste trabalho, a análise das imagens dermatológicas utiliza métodos computacionais capazes de identificar padrões de textura, contraste e distribuição espacial das lesões cutâneas.

Entre os métodos empregados destacam-se as transformadas matemáticas, como a Transformada de Fourier, utilizada para decomposição espectral de sinais e identificação de frequências espaciais presentes nas imagens. Segundo Gonzalez e Woods (2010), a análise espectral permite destacar padrões estruturais frequentemente imperceptíveis à observação visual convencional. Essas técnicas dialogam diretamente com aplicações da Física Moderna em áreas como:

- processamento de sinais;
- óptica computacional;
- análise espectral;

A inteligência artificial tem apresentado grande crescimento em aplicações biomédicas devido à sua capacidade de aprendizado automático e reconhecimento de padrões complexos. As redes neurais convolucionais (CNNs) são amplamente utilizadas em classificação de imagens médicas por sua eficiência na extração de características visuais relevantes. Segundo Goodfellow, Bengio e Courville (2016), modelos de deep learning possibilitam avanços significativos em sistemas automatizados de reconhecimento visual. No sistema desenvolvido, utilizou-se a arquitetura EfficientNet para extração de características presentes nas imagens dermatológicas, permitindo identificar padrões suspeitos associados à hanseníase.

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

O sistema foi desenvolvido utilizando a linguagem Python e bibliotecas voltadas para inteligência artificial e processamento digital de imagens. Inicialmente, realizou-se o desenvolvimento da interface gráfica utilizando Streamlit, permitindo o envio e análise de imagens dermatológicas de maneira simples e acessível. Posteriormente, foram implementados algoritmos de processamento digital de imagens utilizando OpenCV, possibilitando:

- segmentação da pele;
- identificação de áreas hipocrômicas;
- análise de textura;
- simulação termográfica;
- extração de características visuais.

Na segunda etapa, foram incorporados conceitos de Física Computacional relacionados à análise espectral e processamento de sinais, permitindo interpretar padrões estruturais presentes nas imagens. Além disso, integrou-se um modelo baseado em inteligência artificial utilizando a arquitetura EfficientNet para extração automática de características relevantes, foram utilizados os seguintes recursos:

- Python;
- OpenCV;
- TensorFlow;
- Streamlit;
- EfficientNet;
- processamento digital de imagens;
- análise computacional de textura.

Durante o desenvolvimento, observaram-se desafios relacionados à ausência de bancos de imagens específicos de hanseníase e às limitações éticas envolvendo imagens médicas reais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados preliminares demonstraram que o sistema foi capaz de identificar padrões visuais associados a possíveis lesões hansênicas, especialmente áreas hipocrômicas e alterações estruturais da pele, a análise computacional permitiu gerar

índices de risco baseados em: Distribuição tonal, textura, contraste, segmentação de regiões suspeitas.

Além disso, a simulação termográfica demonstrou potencial para futura integração com sensores infravermelhos reais, permitindo aplicações relacionadas à biofísica térmica. Percebeu-se que a integração entre Física Computacional, inteligência artificial e visão computacional amplia significativamente a capacidade de identificação de padrões biomédicos invisíveis à observação convencional. O sistema também demonstrou potencial pedagógico para divulgação científica da Física Moderna, permitindo abordar conceitos como:

- radiação infravermelha;
- análise espectral;
- processamento de sinais;
- inteligência artificial;
- modelagem computacional.

A experiência dialoga com Gonzalez e Woods (2010), ao evidenciar a importância do processamento digital de imagens em aplicações biomédicas contemporâneas. Entretanto, o sistema ainda apresenta limitações relacionadas à necessidade de treinamento supervisionado com bancos clínicos e validação médica especializada. Dessa forma, ressalta-se que o programa não realiza diagnóstico médico, funcionando apenas como ferramenta auxiliar de triagem. Mesmo assim, a proposta apresenta potencial para aplicações futuras em saúde pública, principalmente em regiões com baixa disponibilidade de especialistas dermatológicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do sistema inteligente de triagem precoce de hanseníase demonstrou que a integração entre Física Moderna, Física Computacional, inteligência artificial e visão computacional apresenta grande potencial para aplicações biomédicas e educacionais. As técnicas de processamento digital de imagens associadas à análise computacional da pele mostraram-se promissoras para auxiliar estratégias de triagem inicial e apoio à saúde pública, especialmente em contextos com dificuldade de acesso a especialistas. Além das contribuições tecnológicas, o trabalho evidencia a importância da Física Moderna como ferramenta interdisciplinar capaz de estabelecer diálogo entre computação, medicina e favorecendo a divulgação científica e aproximando a ciência da sociedade. Dessa forma, sugere-se que pesquisas futuras incluam treinamento

supervisionado com bancos clínicos reais, integração com termografia infravermelha, aplicação de análise multifractal, desenvolvimento de aplicativos móveis e expansão do sistema para outras doenças dermatológicas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. *Diretrizes para vigilância, atenção e eliminação da hanseníase como problema de saúde pública*. Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. *Processamento digital de imagens*. 3. ed. São Paulo: Pearson/Prentice Hall, 2010. Tradução de Cristina Yamagami e Leonardo Piamonte. ISBN 9788576054016.

GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. *Deep Learning*. Cambridge: MIT Press, 2016. Disponível em: deeplearningbook.org. Acesso em: 03 mai. 2026.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de Física Moderna*. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

LANDAU, Rubin H.; PÁEZ, Manuel J.; BORDEIANU, Cristian. *Computational Physics*. Wiley-VCH, 2015.

OPPENHEIM, Alan V.; SCHAFER, Ronald W. *Processamento de Sinais em Tempo Discreto*. São Paulo: Pearson, 2013.

RING, E. F. J.; AMMER, K. Infrared thermal imaging in medicine. Physiological Measurement, Bristol, v. 33, n. 3, p. R33-R46, 2012. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22370242/.