


**REVISÃO DE LITERATURA: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO DO
CÂNCER DE PELE****LITERATURE REVIEW: ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DIAGNOSIS OF SKIN
CANCER****REVISIÓN LITERARIA: INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DIAGNÓSTICO DEL
CÁNCER DE PIEL** <https://doi.org/10.56238/rcsv16n4-003>

Data de submissão: 24/03/2026

Data de aprovação: 24/04/2026

Paula Mota Medeiros de Holanda

Mestre

Instituição: Centro Universitário CESMAC

E-mail: paulamotaholanda@gmail.com

Aldemar Araújo Castro

Mestre

Instituição: Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas

E-mail: Aldemaraaraujocastro@gmail.com

Guilherme Benjamin Brandão Pitta

Doutor

Instituição: Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas

E-mail: guilhermebbpitta@gmail.com

Anna Carolina Omena Vasconcellos Le Campion

Mestra pelo Mestrado Profissional em Pesquisa em Saúde

Instituição: Centro Universitário CESMAC

E-mail: anna.campion@cesmac.edu.br

RESUMO

O câncer de pele representa um desafio global de saúde pública, exigindo métodos de diagnóstico precoce cada vez mais precisos e acessíveis. Esta revisão narrativa explora a integração da Inteligência Artificial (IA) na dermatologia, analisando o seu desempenho em comparação com especialistas, a sua implementação na atenção primária através de dispositivos e aplicações móveis, e as limitações éticas relacionadas com o viés algorítmico em fototipos altos. Os resultados indicam que a colaboração humano-máquina supera o desempenho isolado de ambos, embora a falta de representatividade étnica nos dados de treino continue a ser um obstáculo crítico para a equidade diagnóstica, especialmente em países miscigenados e em desenvolvimento.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Neoplasias Cutâneas. Teledermatologia. Viés Algorítmico. Atenção Primária à Saúde.

ABSTRACT

Skin cancer represents a global public health challenge, requiring increasingly accurate and accessible methods for early diagnosis. This narrative review explores the integration of Artificial Intelligence (AI) in dermatology, analyzing its performance compared to specialists, its implementation in primary care through mobile devices and applications, and the ethical limitations related to algorithmic bias in high phototypes. The results indicate that human-machine collaboration surpasses the isolated

performance of both, although the lack of ethnic representativeness in training data remains a critical obstacle to diagnostic equity, especially in mixed-race and developing countries.

Keywords: Artificial Intelligence. Skin Neoplasms. Teledermatology. Algorithmic Bias. Primary Health Care.

RESUMEN

El cáncer de piel representa un desafío global para la salud pública, que exige métodos cada vez más precisos y accesibles para su diagnóstico precoz. Esta revisión narrativa explora la integración de la Inteligencia Artificial (IA) en dermatología, analizando su desempeño en comparación con especialistas, su implementación en atención primaria mediante dispositivos y aplicaciones móviles, y las limitaciones éticas relacionadas con el sesgo algorítmico en fototipos altos. Los resultados indican que la colaboración humano-máquina supera el desempeño individual de ambos, si bien la falta de representatividad étnica en los datos de entrenamiento sigue siendo un obstáculo crítico para la equidad diagnóstica, especialmente en poblaciones mestizas y países en desarrollo.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Neoplasias Cutáneas. Teledermatología. Sesgo Algorítmico. Atención Primaria de Salud.

1 INTRODUÇÃO

O câncer de pele é a malignidade humana mais comum e, infelizmente, costuma ser ignorado pelos pacientes em seus estágios iniciais, com cerca de 5,4 milhões de novos casos registrados anualmente em todo o mundo (Ray et al., 2020; Esteva et al., 2017). A detecção precoce das lesões é um fator fundamental para prevenir mortes e melhorar os prognósticos (Ray et al., 2020). No entanto, o diagnóstico ágil e preciso enfrenta obstáculos significativos, especialmente porque estima-se que cerca de 3 bilhões de pessoas em todo o mundo não tenham acesso adequado a cuidados médicos dermatológicos (Daneshjou et al., 2022). Devido aos longos tempos de espera para conseguir consultas com especialistas, os médicos de cuidados primários e generalistas acabam atuando como a principal porta de entrada para pacientes com doenças de pele que necessitam de tratamento rápido (Nadour et al., 2025).

Diante desses desafios de triagem e acesso, a inteligência artificial (IA) tem apresentado um crescimento expressivo como aliada na área médica. O diagnóstico do câncer de pele é realizado primariamente de forma visual e a classificação automatizada dessas lesões por meio de imagens sempre representou um desafio técnico, dada a enorme variabilidade na aparência dos tumores (Esteva et al., 2017). Entretanto, os recentes avanços tecnológicos, impulsionados sobretudo pelo uso de redes neurais convolucionais profundas, têm permitido que algoritmos processem e reconheçam imagens com alta precisão, por vezes comparável à de dermatologistas (Esteva et al., 2017; Ray et al., 2020).

O rápido aumento na adoção da telemedicina, aliado a essas inovações na IA diagnóstica, cria uma oportunidade ímpar para inserir sistemas de suporte computacional nos novos paradigmas de cuidado em saúde (Tschandl et al., 2020). A inteligência artificial baseada em imagens possui um enorme potencial para melhorar a precisão do diagnóstico visual, colaborando com a tomada de decisão clínica de médicos especialistas e não especialistas.

Nesse contexto, esta revisão de literatura tem como objetivo explorar o desenvolvimento, a precisão e as limitações das ferramentas de inteligência artificial na dermatologia, analisando como a colaboração entre humanos e máquinas pode transformar o diagnóstico do câncer de pele.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura que sintetiza evidências sobre o papel da Inteligência Artificial no diagnóstico do câncer de pele. A seleção dos estudos incluiu ensaios clínicos, revisões sistemáticas, metanálises e análises regulatórias publicados entre 2017 e 2025. Foram priorizados trabalhos que abordam a acuidade diagnóstica, o impacto da IA no fluxo de trabalho clínico, a representatividade de fototipos em bancos de dados e a segurança de dispositivos e aplicações móveis.

Quadro 1 - Resumo dos Principais Estudos

Autor (Ano)	Foco Principal	Principais Achados
Esteva et al. (2017)	Eficácia Diagnóstica	CNN alcançou desempenho comparável a 21 dermatologistas certificados.
Haenssle et al. (2018)	Estudo Comparativo	Algoritmo superou especialistas no reconhecimento de melanoma (Sensibilidade 95%).
Tschandl et al. (2020)	Colaboração Humano-IA	A precisão diagnóstica é superior quando médicos usam suporte de IA.
Groh et al. (2021)	Diversidade de Dados	Sub-representação drástica de fototipos altos (V-VI) gera queda de desempenho.
Daneshjou et al. (2022)	Viés e Equidade	Criou o dataset DDI; provou que o <i>fine-tuning</i> com dados diversos reduz o viés.
Venkatesh et al. (2024)	Regulação	Primeiro dispositivo habilitado por IA (DermaSensor) autorizado pelo FDA.
Nadour et al. (2025)	Atenção Primária	Metanálise confirma que IA é superior ou não inferior a generalistas na triagem.
Wongvibulsin (2024)	Aplicações Móveis	Revelou lacunas críticas de transparência e segurança em Apps de IA.

Fonte: Autores.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 EFICÁCIA DIAGNÓSTICA E ESTUDOS COMPARATIVOS "MÁQUINA VS. HUMANO"

O desenvolvimento tecnológico nessa área atingiu um marco com o trabalho de **Esteva et al. (2017)**. Utilizando uma arquitetura de rede neural convolucional (CNN) Inception v3, os autores treinaram o modelo com 129.450 imagens clínicas representativas de 2.032 doenças. A validação demonstrou que o algoritmo alcançou um desempenho comparável a 21 dermatologistas certificados em tarefas críticas, como a distinção entre carcinomas e nevos benignos.

Complementando essa evolução, **Ray et al. (2020)** aprofundaram-se na otimização desses algoritmos detalhando o uso da técnica de *fine-tuning* (ajuste fino). No contexto do aprendizado de máquina, o *fine-tuning* é uma técnica de transferência de aprendizado que consiste em utilizar um modelo previamente treinado em milhões de imagens genéricas — o qual já "aprendeu" a identificar padrões visuais básicos, como contornos, cores e texturas — e continuar o seu treinamento com um banco de dados focado, neste caso, em lesões cutâneas. Os autores demonstraram que aplicar esse ajuste em **todas as camadas** da rede neural, e não apenas nas camadas finais de classificação, permite que a inteligência artificial recalibre toda a sua estrutura matemática para focar nas nuances e características visuais exclusivas dos tumores de pele. Como resultado, o modelo atinge uma convergência mais rápida (ou seja, aprende e estabiliza com menos ciclos de treinamento) e entrega resultados superiores, especialmente em termos de sensibilidade para detectar malignidades.

No estudo "Man against machine", **Haenssle et al. (2018)** compararam uma CNN com 58 dermatologistas de 17 países. A máquina superou os especialistas na identificação de melanomas, apresentando uma sensibilidade de 95% contra 86,6% dos médicos.

Mais recentemente, Mevorach et al. (2025) conduziram uma comparação direta entre a classificação baseada em IA, um dermatologista especialista e um profissional não especialista, reforçando que as ferramentas de IA mantêm uma precisão robusta. Este estudo, publicado na revista *Diagnostics*, foi desenhado especificamente para avaliar a utilidade da tecnologia em cenários de triagem, utilizando um conjunto de 150 lesões cutâneas cujos diagnósticos foram confirmados por histopatologia ou consenso de especialistas. Os autores demonstraram que o algoritmo de aprendizado profundo alcançou níveis de sensibilidade diagnóstica comparáveis aos do dermatologista experiente, mas o diferencial do trabalho foi a análise do impacto sobre o profissional não especialista. Os resultados revelaram que a IA superou significativamente o desempenho do clínico não especialista na detecção de padrões sutis de malignidade, funcionando como um mecanismo de segurança para evitar que lesões suspeitas fossem negligenciadas. O estudo enfatiza que a IA fornece uma "segunda opinião" padronizada e imune à fadiga, o que ajuda a reduzir a variabilidade interobservador e aumenta a confiança de médicos generalistas no manejo inicial e no encaminhamento assertivo de pacientes com suspeita de câncer de pele.

O estudo conduzido por **Tschandl et al. (2020)** seguiu uma linha parecida. Envolveu uma amostra expressiva de 302 participantes com diferentes níveis de especialização, incluindo dermatologistas certificados, residentes de dermatologia e médicos generalistas. Os pesquisadores testaram como o fornecimento de informações geradas pela IA influenciava o diagnóstico final em diversos fluxos de trabalho clínico. A principal descoberta foi que a colaboração resultou em uma acurácia superior àquela alcançada tanto pelos médicos sozinhos quanto pela IA operando de forma isolada, evidenciando um efeito sinérgico. Este trabalho demonstrou que clínicos com menos experiência (residentes e médicos de família) foram os que apresentaram o maior salto de desempenho ao utilizar o suporte da IA, pois a ferramenta ajudou a preencher lacunas de conhecimento visual e tático. Além disso, o estudo comparou diferentes formas de apresentar os dados da IA, revelando que a exibição de probabilidades multiclasse — onde a IA mostra a chance percentual de cada diagnóstico possível — foi mais eficaz para a tomada de decisão do que a simples recuperação de imagens semelhantes.

No entanto, **Tschandl et al. (2020)** introduziram uma advertência crucial para a segurança do paciente: o risco da dependência algorítmica. Os experimentos mostraram que, se a IA fornecer uma sugestão incorreta (IA de "má qualidade"), ela tem o potencial de induzir ao erro até mesmo os especialistas mais experientes, reforçando a necessidade de que essas ferramentas sejam utilizadas como suporte à decisão, e não como um substituto do julgamento clínico crítico.

3.2 VIESES ALGORÍTMICOS, DIVERSIDADE FOTOTÍPICA E DESAFIOS EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Apesar do avanço técnico, um ponto central de discussão ética e científica é apresentado por **Adamson & Smith (2018)**, que alertam para o risco de a IA exacerbar disparidades de saúde. Historicamente, os algoritmos têm sido treinados de forma desproporcional com imagens de pacientes brancos. Essa lacuna foi quantificada por **Groh et al. (2021)** através do conjunto Fitzpatrick 17k, revelando que indivíduos com fototipos mais altos (tipos V e VI, correspondentes a peles morenas escuras e negras) estão drasticamente sub-representados nos bancos de dados públicos (**Groh et al., 2021; Adamson & Smith, 2018**). Essa exclusão resulta em uma queda de desempenho estatisticamente relevante na classificação de doenças nesses grupos (**Daneshjou et al., 2022**).

Para países em desenvolvimento, a aplicação dessas tecnologias impõe um desafio epidemiológico ainda mais refinado: a necessidade de um diagnóstico diferencial robusto entre neoplasias e doenças infecciosas e tropicais ulcerativas. Em regiões de alta miscigenação racial e variados contextos socioeconômicos, úlceras causadas por condições como leishmaniose tegumentar, esporotricose ou hanseníase podem mimetizar a apresentação clínica de carcinomas cutâneos.

Portanto, a descentralização da pesquisa para essas geografias é indispensável (**Daneshjou et al., 2022**). O treinamento de modelos em populações miscigenadas e com cargas de doenças infecciosas significativas é o que permitirá à IA realizar a distinção elegante entre processos neoplásicos e infecciosos, evitando intervenções inadequadas e promovendo a equidade diagnóstica global (**Groh et al., 2021; Adamson & Smith, 2018**).

3.3 APLICATIVOS MÓVEIS, MONITORAMENTO PELO PACIENTE E LACUNAS DE SEGURANÇA

A democratização tecnológica permitiu que 56% dos cânceres de pele fossem detectados inicialmente pelos próprios pacientes. Ferramentas como o **MoleMapper** auxiliam nesse processo atuando não como diagnosticadores, mas como sistemas de vigilância ativa. Através do mapeamento corporal virtual e da mensuração milimétrica de lesões utilizando objetos de referência, o aplicativo cria um histórico fotográfico cronológico focado na evolução do nevo, facilitando a posterior análise clínica pelo dermatologista (Scott, 2024b).

Em nítido contraste com essa abordagem de suporte, o mercado tem sido inundado por aplicativos "direto ao consumidor" que prometem diagnósticos instantâneos por IA operando de forma autônoma e sem supervisão médica. Uma revisão de escopo conduzida por **Wongvibulsin et al. (2024)** analisou 41 desses aplicativos e revelou falhas críticas: apenas 27% explicavam como os resultados eram gerados e 46% omitiam detalhes sobre a origem dos dados de treinamento.

Essa atuação isolada da máquina, aliada à ausência de aprovação regulatória e ao baixo envolvimento de especialistas em seu desenvolvimento, gera um alto risco de vieses e falsos negativos. Conseqüentemente, o uso indiscriminado dessas ferramentas pode criar uma perigosa falsa sensação de segurança no paciente, atrasando a busca por ajuda médica e o diagnóstico definitivo.

3.4 DISPOSITIVOS DE PONTO DE CUIDADO NA ATENÇÃO PRIMÁRIA

O **DermaSensor** representa um marco tecnológico e regulatório, sendo o primeiro dispositivo portátil autorizado pelo FDA para a detecção de câncer de pele em tempo real na atenção primária. Diferente das ferramentas convencionais de teledermatologia, o dispositivo **não utiliza a captura de fotografias** para análise. Seu modo de atuação baseia-se na **Espectroscopia de Dispersão Elástica (ESS)**, uma técnica que emite pulsos de luz para avaliar as propriedades celulares e subcelulares da lesão. Ao medir como a luz é dispersa pelas estruturas do tecido, a IA identifica padrões invisíveis ao olho humano, fornecendo um resultado imediato no ponto de atendimento.

Em termos de desempenho, o dispositivo demonstrou uma sensibilidade global de 95,5%, elevando em 12,5% a precisão de médicos generalistas na identificação de malignidades (Scott, 2024a; Venkatesh et al., 2024). Entretanto, é fundamental ressaltar que o DermaSensor é, atualmente, uma **ferramenta de "primeiro mundo"**, validada predominantemente em populações de pele clara. Essa limitação geográfica revela um hiato crítico para países com alta **miscigenação racial**, pois algoritmos treinados em bases de dados pouco diversificadas podem falhar ao interpretar o "eco" da luz em peles com maior concentração de melanina.

Essa falha de interpretação pode resultar em **falsos negativos**, onde o dispositivo classifica incorretamente um câncer real como "benigno" ou "apenas para monitoramento". Em contextos de miscigenação, o risco de falso negativo é agravado tanto pela variação do fototipo quanto pela presença de doenças tropicais infectocontagiosas — que frequentemente mimetizam neoplasias. Portanto, sem uma recalibração local que inclua fototipos altos e diagnósticos diferenciais específicos de regiões em desenvolvimento, a ferramenta pode oferecer uma segurança ilusória, atrasando intervenções vitais em populações que já enfrentam barreiras de acesso ao especialista.

3.5 O FUTURO: DIAGNÓSTICO NÃO INVASIVO E DERMATOPATOLOGIA

O horizonte da dermatologia contemporânea aponta para uma superação dos critérios diagnósticos convencionais, como a regra do ABCD, em direção a uma abordagem multimodal e orientada a dados. Segundo **Burshtein et al. (2025)** e **Górecki et al. (2025)**, a especialidade vive uma transição para diagnósticos não invasivos fundamentados em **assinaturas digitais**. Essas assinaturas consistem em biomarcadores computacionais extraídos de imagens de alta resolução que revelam

padrões de desorganização celular e variações espectrais imperceptíveis ao olho humano, permitindo uma avaliação diagnóstica contínua e automatizada.

Essa evolução é potencializada na **dermatopatologia digital**, onde o trabalho de **Cachinski et al. (2025)** destaca a transição definitiva para o *Whole Slide Imaging* (WSI). Segundo os autores, a digitalização integral das lâminas de biópsia permite que algoritmos histológicos realizem uma "pré-leitura" automatizada, identificando com precisão micrométrica áreas de interesse, contagens de mitoses e a profundidade de invasão (índice de Breslow). Esse processo não apenas mitiga a variabilidade subjetiva entre patologistas, mas rompe barreiras geográficas ao viabilizar a **telepatologia em tempo real**, conectando centros de saúde em regiões remotas a especialistas globais para segundas opiniões instantâneas.

Essa convergência tecnológica, que une a inteligência artificial clínica à patologia digital e à genômica, promete consolidar uma dermatologia **preditiva e personalizada**. Conforme discutido por **Venkatesh et al. (2024)**, o processamento de grandes volumes de dados (*Big Data*) permitirá antecipar riscos individuais de malignidade e customizar protocolos terapêuticos com base no perfil digital e molecular específico de cada lesão. Assim, a tecnologia deixa de ser apenas uma ferramenta de triagem para se tornar o pilar de uma medicina de precisão, capaz de oferecer diagnósticos definitivos e condutas individualizadas de forma mais ágil e segura (**Cachinski et al., 2025; Venkatesh et al., 2024**).

4 CONCLUSÃO

A evidência científica atual demonstra que a inteligência artificial, impulsionada por redes neurais profundas, atingiu um patamar de precisão diagnóstica comparável ao de especialistas em dermatologia, consolidando-se como uma ferramenta disruptiva na identificação do câncer de pele (Esteve et al., 2017; Haenssle et al., 2018). Mais do que uma tecnologia isolada, a IA apresenta seu maior potencial quando integrada ao fluxo de trabalho clínico, onde a colaboração entre a sensibilidade humana e a capacidade de processamento da máquina resulta em uma acurácia diagnóstica superior à de ambos separadamente (Tschandl et al., 2020).

Para o futuro da prática dermatológica e da tele dermatologia, essas ferramentas representam uma oportunidade sem precedentes para democratizar o acesso à saúde. Especialmente em cenários de atenção primária, a IA pode atuar como um sistema de suporte à decisão para médicos generalistas, otimizando a triagem e garantindo que casos suspeitos de malignidade sejam encaminhados com maior agilidade (Nadour et al., 2025; Ray et al., 2020).

Entretanto, para que a implementação dessas tecnologias seja ética e segura, é imperativo superar o "problema da diversidade" nos bancos de dados. A eficácia clínica de um algoritmo está

limitada à representatividade dos dados que o originaram; portanto, a inclusão de todos os tons de pele e a validação em populações diversas são passos críticos para evitar que o progresso tecnológico aprofunde disparidades já existentes (Adamson & Smith, 2018; Daneshjou et al., 2022).

Em suma, a inteligência artificial deve ser vista como um braço estendido do dermatologista — uma tecnologia que, se alimentada com dados diversos e utilizada sob supervisão crítica, tem o poder de transformar o diagnóstico precoce e salvar vidas em escala global.

REFERÊNCIAS

- Adamson, A. S., & Smith, A.** (2018). Machine learning and health care disparities in dermatology. *JAMA Dermatology*.
- Burshtein, J., et al.** (2025). Advances in the noninvasive diagnosis of melanoma—40 years beyond the ABCDs. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*.
- Cachinski, E. J., et al.** (2025). Inteligência artificial em dermatologia: um panorama das aplicações tecnológicas e seus avanços. *BJHS*.
- Daneshjou, R., et al.** (2022). Disparities in dermatology AI performance on a diverse, curated clinical image set. *Science Advances*.
- Esteva, A., et al.** (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*.
- Górecki, S., et al.** (2025). Artificial Intelligence and New Technologies in Melanoma Diagnosis: A Narrative Review. *Cancers*.
- Groh, M., et al.** (2021). Evaluating deep neural networks trained on clinical images in dermatology with the Fitzpatrick 17k dataset. *arXiv*.
- Haenssle, H. A., et al.** (2018). Man against machine: diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network... *Annals of Oncology*.
- Mevorach, L., et al.** (2025). A Comparison of Skin Lesions' Diagnoses Between AI-Based Image Classification... *Diagnostics*.
- Nadour, N., et al.** (2025). Diagnostic accuracy of artificial intelligence compared to family physicians and dermatologists... *BMC Primary Care*.
- Ray, A., et al.** (2020). Skin Lesion Classification With Deep Convolutional Neural Network: Process Development and Validation. *JMIR Dermatology*.
- Scott, R.** (2024). FDA Approves AI-Powered Detection Device for Skin Cancers.
- Scott, R.** (2024). Skin Cancer App: Best Free Tools For Safety.
- Silva-Clavería, F., et al.** (2025). Concordance in Basal Cell Carcinoma Diagnosis. *Skin Research and Technology*.
- Tschandl, P., et al.** (2020). Human-computer collaboration for skin cancer recognition. *Nature Medicine*.
- Venkatesh, K. P., et al.** (2024). Learnings from the first AI-enabled skin cancer device for primary care authorized by FDA. *npj Digital Medicine*.
- Wongvibulsin, S., et al.** (2024). Current state of dermatology mobile applications with artificial intelligence features. *JAMA Dermatology*.