

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA DETECÇÃO DE CÂNCER DE PELE: BENEFÍCIOS E DESAFIOS PARA A PRÁTICA DERMATOLÓGICA

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SKIN CANCER DETECTION: BENEFITS AND CHALLENGES FOR DERMATOLOGICAL PRACTICE

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA DETECCIÓN DEL CÁNCER DE PIEL: BENEFICIOS Y DESAFÍOS PARA LA PRÁCTICA DERMATOLÓGICA

Camila Carolina Valero Guandalini¹

Luanna Sousa Borges Silva²

Ana Clara Meneses Ribeiro³

Camila Franceschini⁴

Júlia Pireda Felix da Silva⁵

Marcelly Cardoso Prata⁶

Mark Aragão dos Santos Silva⁷

Príncea Vignoli Oliveira⁸

Vitória Eduarda de Souza Moraes⁹

Fátima Lúcia Cartaxo Machado¹⁰

RESUMO: Esse artigo buscou evidenciar a importância da inteligência artificial (IA) na dermatologia, especialmente para detecção de câncer de pele. Trata-se de uma revisão de literatura realizada como base de dados PubMed e Scielo através dos descritores “artificial intelligence”, “cancer”, “skin” com o operador booleano “AND”, incluindo artigos publicados entre 2019 e 2024, em português e inglês, disponíveis gratuitamente. Os artigos relataram que houve benefícios na classificação das lesões cutâneas juntamente com a análise dos dados clínicos do paciente (idade, sexo, localização e forma de evolução da lesão). Estudos mostram que a precisão média dos algoritmos de IA aplicados às modalidades de imagem combinadas foi de 86%, semelhante à dermatoscopia. Com o avanço da tecnologia de IA aumenta-se a eficácia do diagnóstico de imagens da pele e consequentemente há melhoria no prognóstico. No entanto, vários desafios devem ser enfrentados, como a necessidade de padronização nas técnicas de aquisição e processamento de imagens e a criação de bancos de dados representativos. É essencial enfatizar que a detecção automatizada de doenças da pele não deve substituir a avaliação clínica por médicos, mas sim complementá-la.

Palavras-chave: Pele. Câncer. Inteligência Artificial.

¹Discente, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

²Discente, Universidade de Vassouras.

³Discente, Universidade de Vassouras.

⁴Discente, Universidade de Vassouras.

⁵Discente, Universidade de Vassouras.

⁶Discente, Universidade de Vassouras.

⁷Discente, Universidade de Vassouras.

⁸Discente, Universidade de Vassouras.

⁹Discente, Universidade de Vassouras.

¹⁰Docente, Universidade de Vassouras.

ABSTRACT: This article sought to highlight the importance of artificial intelligence (AI) in dermatology, especially for detecting skin cancer. This is a literature review carried out using the PubMed and Scielo databases using the descriptors "artificial intelligence", "cancer", "skin" with the Boolean operator "AND", including articles published between 2019 and 2024, in Portuguese and English, available for free. The articles reported that there were benefits in the classification of skin lesions along with the analysis of the patient's clinical data (age, gender, location, and form of evolution of the lesion). Studies show that the average accuracy of AI algorithms applied to combined imaging modalities was 86%, similar to dermoscopy. With the advancement of AI technology, the effectiveness of skin image diagnosis increases and consequently there is an improvement in the prognosis. However, several challenges must be faced, such as the need for standardization in image acquisition and processing techniques and the creation of representative databases. It is essential to emphasize that automated detection of skin diseases should not replace clinical evaluation by doctors, but rather complement it.

Keywords: Skin. Cancer. Artificial Intelligence.

RESUMEN: Este artículo buscó resaltar la importancia de la inteligencia artificial (IA) en dermatología, especialmente para la detección del cáncer de piel. Se trata de una revisión bibliográfica realizada utilizando las bases de datos PubMed y Scielo utilizando los descriptores "inteligencia artificial", "cáncer", "piel" con el operador booleano "AND", incluyendo artículos publicados entre 2019 y 2024, en portugués e inglés, disponibles de forma gratuita. Los artículos reportaron beneficios en la clasificación de las lesiones cutáneas junto con el análisis de los datos clínicos del paciente (edad, sexo, localización y forma de evolución de la lesión). Los estudios muestran que la precisión media de los algoritmos de IA aplicados a las modalidades de imagen combinadas fue del 86%, similar a la dermatoscopia. Con el avance de la tecnología de IA, la eficacia del diagnóstico por imagen de la piel aumenta y, en consecuencia, hay una mejora en el pronóstico. Sin embargo, hay que hacer frente a varios retos, como la necesidad de estandarización en las técnicas de adquisición y procesamiento de imágenes y la creación de bases de datos representativas. Es fundamental recalcar que la detección automatizada de enfermedades cutáneas no debe sustituir a la evaluación clínica por parte de los médicos, sino complementarla.

Palabras clave: Piel. Cáncer. Inteligencia Artificial.

INTRODUÇÃO

Inteligência artificial (IA) é o termo dado a um sistema de software que simula processos de inteligência humana utilizando entradas de dados para tomar decisões independentes ou ajudar os usuários a tomar decisões. Os sistemas de IA e os rápidos avanços nas tecnologias digitais estão revolucionando a saúde. Eles têm o potencial de auxiliar no diagnóstico e na seleção do tratamento de doenças e desempenham um papel crucial em muitos processos de aprendizagem. (DU-HARPUR, X. et al., 2020; WOŹNIACKA, A. et al., 2021)

A IA está ganhando destaque na dermatologia, em especial à medida que novas técnicas são aprimoradas para identificação de características específicas que possam contribuir no

reconhecimento e no diagnóstico de doenças de pele, como o melanoma. Técnicas como redes neurais e processamento de imagens apresentam-se eficazes na detecção de lesões cutâneas suspeitas. As inovações nos cuidados de saúde apresentam inúmeras oportunidades como minimizar erros humanos e melhorar resultados clínicos. Na prática clínica todos os médicos se beneficiam com uso das tecnologias, em especial os não dermatologistas, visto que técnicas de IA tem se mostrado eficazes na identificação de lesões de pele, mesmo sem equipamentos adequados. (SOGLIA, S. et al., 2022; SEMERCI, Z. M. et al., 2024; WEI, M. L. et al., 2024)

As diretrizes práticas atuais recomendam que profissionais de saúde devidamente treinados avaliem todas as lesões cutâneas suspeitas usando dermatoscopia. Técnicas para melhorar a precisão diagnóstica podem ser usadas para melhorar a diferenciação entre lesões inofensivas e potencialmente prejudiciais, reduzindo assim encaminhamentos desnecessários para os serviços especializados. (PHILLIPS, M. et al., 2019)

A IA, especialmente por meio de redes neurais convolucionais (CNNs), tem demonstrado precisão comparável à de dermatologistas na identificação de lesões malignas. Além do suporte direto aos profissionais de saúde, a tecnologia oferece potencial para auto verificação por meio de aplicativos móveis, o que pode ampliar o acesso e melhorar a triagem inicial em populações sem fácil acesso a especialistas. (WEI, M. L. et al., 2024)

16

O câncer de pele é o mais prevalente no mundo e sua incidência global está crescendo. As formas mais comuns são as não melanocíticas, que podem ser menos agressivas quando comparadas ao melanoma, câncer de pele maligno. (GOYAL, M. et al., 2020; SOGLIA, S. et al., 2022; SEMERCI, Z. M. et al., 2024)

Quando comparado com outras formas de câncer de pele, o melanoma é relativamente incomum; No entanto, a incidência de melanoma está aumentando mais rápido e é responsável pela maioria das mortes por câncer de pele. Os pacientes nos quais o melanoma é diagnosticado no estágio I têm uma taxa de sobrevida relativa de mais de 95% em 5 anos, em comparação com 8% a 25% quando a doença é diagnosticada no estágio IV. Dessa forma, o diagnóstico precoce é essencial para melhorar o prognóstico. (PHILLIPS, M. et al., 2019; SOGLIA, S. et al., 2022)

Algoritmos de inteligência artificial (IA) que categorizam fotografias de lesões demonstraram recentemente ser capazes de classificar o melanoma com um nível de competência comparável ao dos dermatologistas. (PHILLIPS, M. et al., 2019)

A IA tem contribuído para melhorar o diagnóstico precoce, ajudando a distinguir com maior precisão entre lesões benignas e malignas, sendo essencial para evitar tratamentos

invasivos desnecessários e iniciar terapias eficazes rapidamente. Para isso, são usadas tecnologias como redes neurais convolucionais (CNNs) e outros modelos de IA que analisam imagens médicas. Esses algoritmos conseguem identificar padrões em imagens dermatoscópicas que podem passar despercebidos a olho nu, oferecendo diagnósticos mais rápidos e confiáveis. (SOGLIA, S. et al., 2022; SEMERCI, Z. M. et al., 2024)

O objetivo deste estudo é evidenciar a importância da inteligência artificial na dermatologia, especialmente para detecção precoce de câncer de pele.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão de literatura, em que foram utilizados os bancos de dados PubMed e Scielo com os descritores “artificial intelligence”, “cancer”, “skin” com o operador booleano “AND”. Como critério de inclusão foram utilizados artigos publicados entre 2019 e 2024, em português e inglês, disponíveis gratuitamente. Os critérios de exclusão foram artigos duplicados ou que não abordaram o tema proposto. Após a leitura dos textos e aplicação dos critérios, mantiveram-se 13 artigos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o avanço das tecnologias de IA, o uso de redes neurais para classificar lesões de pele tornou-se uma ferramenta promissora na dermatologia. Diversos estudos já demonstraram que redes convolucionais são capazes de igualar o desempenho de dermatologistas certificados ao analisar grandes volumes de imagens de pele. (WEI, M. L. et al., 2024)

A inteligência artificial pode ser utilizada em diversos tipos de exames de rastreio e em diversos dispositivos, plataformas e sistemas operacionais. Algoritmos de inteligência artificial, em vários estudos, se equiparam ou superaram o desempenho dos dermatologistas na classificação de lesões. Na análise de imagens histopatológicas, a IA teve boa sensibilidade e especificidade em diferenciar lesões benignas de malignas. (GOYAL, M. et al., 2020)

A implementação da IA em serviços não especializados em Dermatologia

Na atenção primária, modelos de IA têm apoiado médicos generalistas ao sugerirem diagnósticos para lesões suspeitas e, em alguns casos, melhoraram o encaminhamento para dermatologistas. Modelos treinados com dados de consultas de teledermatologia, por exemplo, alcançaram alta precisão em condições de triagem, sendo capazes de classificar condições

comuns de pele com uma precisão que supera a dos médicos generalistas.(WEI, M. L. et al., 2024)

A escassez global de dermatologistas está aumentando concomitantemente à alta incidência de doenças de pele. Há um sério déficit de dermatologistas e distribuição desigual, especialmente nos países em desenvolvimento e áreas remotas, que precisam urgentemente de mais instalações médicas, consulta profissional e assistência clínica. Além de atender às necessidades das áreas carentes e dos pobres, a IA agora tem a capacidade de fornecer diagnósticos rápidos, levando a abordagens de tratamento mais diversas e acessíveis. (LI, Z. et al., 2022)

Devido à baixa consciência da triagem, à falta de características específicas de lesão no câncer de pele precoce e à experiência e serviços clínicos adequados insuficientes, a maioria dos pacientes foi diagnosticada apenas em um estágio avançado, levando a um mau prognóstico portanto, há uma necessidade urgente de sistemas de IA para ajudar os médicos neste campo. (LI, Z. et al., 2022)

O melanoma é o tipo mais mortal de câncer de pele. A triagem precoce e o diagnóstico precoce do melanoma são essenciais para melhorar a sobrevivência do paciente. No entanto, mesmo para dermatologistas experientes, este exame manual não é trivial, demorado e pode ser facilmente confundido com outras lesões benignas da pele. Assim, a maioria das pesquisas de câncer de pele orientadas por IA se concentrou na classificação de lesões melanocíticas para auxiliar na triagem de melanoma. (LI, Z. et al., 2022)

IA demonstrou grande potencial para melhorar o desempenho diagnóstico de médicos não especialistas, especialmente em ambientes reais e com lesões de distribuição variada (HAN, S. S. et al., 2022)

Diagnóstico na Dermatologia

Em dermatologia especializada, a IA ajuda na análise de imagens de alta qualidade e dados clínicos para reduzir excisões desnecessárias de lesões benignas. No entanto, em avaliações prospectivas, dermatologistas ainda superaram o desempenho dos modelos, especialmente na análise de imagens complexas. No futuro, a IA poderá ser combinada com a análise dos especialistas, formando uma colaboração que aumentaria a precisão diagnóstica. (WEI, M. L. et al., 2024)

A análise de imagens de pele é uma parte fundamental do exame físico e um conhecimento completo dos diferentes tipos de lesões de pele, sua distribuição e simetria é essencial. Muitos procedimentos, como avaliação histopatológica ou imunofluorescência, dermoscopia e ultrassonografia, são baseados na análise de imagens digitais. (WOŹNIACKA, A. et al., 2021)

Tecnologia de Imagem

Em termos de dermatopatologia, a IA mostra potencial para aprimorar a precisão e a reprodutibilidade nos diagnósticos de lesões cutâneas, especialmente em áreas com escassez de especialistas. A IA tem demonstrado bom desempenho em diagnósticos de câncer de pele em imagens de lâminas histopatológicas, com acurácia comparável à dos patologistas, podendo auxiliar no direcionamento de casos mais complexos para revisão detalhada. (YOUNG, A. T. et al., 2020)

Na dermoscopia digital, a IA ajuda a distinguir entre lesões benignas e malignas, reduzindo a necessidade de biópsias desnecessárias. Isso agiliza o processo de diagnóstico, ajudando médicos a focarem em lesões mais suspeitas. (SOGLIA, S. et al., 2022)

A microscopia confocal de reflectância (RCM) é outra técnica que permite que os médicos visualizem as células da pele em tempo real, o que ajuda a identificar características celulares associadas ao melanoma e a outros tipos de câncer de pele. A IA torna essa análise mais rápida e precisa, automatizando a identificação de padrões celulares suspeitos. Isso é útil em áreas sensíveis, como o rosto, onde se deseja evitar procedimentos invasivos. (SOGLIA, S. et al., 2022)

A tomografia de coerência óptica (OCT) permite a visualização das camadas internas da pele sem a necessidade de uma biópsia. Com a ajuda da IA, essas imagens se tornam ainda mais informativas, pois o sistema consegue detectar alterações sutis na pele que podem indicar a presença de tumores. Isso permite que os médicos monitorem a progressão de lesões com mais confiança e que intervenham quando necessário. (SOGLIA, S. et al., 2022)

A espectroscopia de impedância elétrica é uma técnica que mede a resistência elétrica das células da pele. Células malignas têm padrões de impedância diferentes das células saudáveis, e a IA ajuda a analisar esses dados para identificar possíveis transformações cancerígenas. Essa técnica pode ser uma ferramenta complementar para os diagnósticos, especialmente em lesões que precisam ser monitoradas. O custo elevado dos aparelhos e a

necessidade de treinamento especializado para operar essas tecnologias são alguns empecilhos que podem vir a aparecer (SOGLIA, S. et al., 2022)

O uso de redes adversariais generativas (ou GANs), criam imagens para aumentar os dados de treino desses modelos. A escassez de imagens de qualidade para treinar esses modelos é um dos maiores desafios no desenvolvimento da IA para diagnóstico médico. A integração de dados de imagens com informações genéticas e moleculares está permitindo diagnósticos mais personalizados para cada paciente. (SEMERCI, Z. M. et al., 2024)

O reconhecimento e a análise de imagens médicas da IA são muito benéficos para o diagnóstico de alta velocidade e alta precisão, juntamente com a avaliação profissional, especialmente na área de dermatologia. A IA não apenas identifica o tipo de lesão, mas também oferece percepções sobre o comportamento biológico do tumor, ajudando médicos a planejar tratamentos mais direcionados. (LI, Z. et al., 2022; SEMERCI, Z. M. et al., 2024)

A enorme capacidade de aprendizado da IA permite que ela reconheça diferenças sutis nas características da lesão, como tamanho, textura e tons, e supera em muito a dos humanos. Em termos de tratamento, a IA pode selecionar o melhor tratamento para o paciente e prever o número de tratamentos necessários e a eficácia do tratamento para pacientes com doenças de pele. Os sistemas robóticos cirúrgicos baseados em IA também podem ajudar a reduzir o consumo de mão de obra, eliminar a fadiga humana e possíveis erros e reduzir significativamente os tempos de cirurgia, bem como melhorar o tratamento cirúrgico. (LI, Z. et al., 2022)

O algoritmo e os especialistas identificaram melanoma em lesões cutâneas pigmentadas suspeitas selecionadas com um nível semelhante de precisão. Mais da metade dos diagnósticos de melanoma foram in situ ou com menos de 1 mm de profundidade, indicando que o algoritmo pode desempenhar um papel na detecção de lesões finas ou em estágio inicial. (PHILLIPS, M. et al., 2019)

Benefícios potenciais

A IA pode fornecer sugestões mais detalhadas e precisas para consulta de beleza e melhorar a precisão e a eficiência do diagnóstico de lesões de pele, bem como aliviar a carga dos médicos no trabalho diário, assumindo o trabalho árduo. A capacidade dos sistemas de IA de analisar padrões em imagens de alta resolução aumenta a precisão e reduz o erro humano (DUPHARPUR, X. et al., 2020; LI, Z. et al., 2022)

Os resultados indicam que redes neurais convolucionais (CNNs) alcançam uma acurácia equivalente ou superior à de dermatologistas no diagnóstico de várias lesões cutâneas, tanto em imagens dermatoscópicas quanto em imagens não dermatoscópicas. (YOUNG, A. T. et al., 2020)

Na teledermatologia, a IA demonstrou expandir o acesso ao atendimento dermatológico, especialmente em áreas remotas ou com poucos especialistas, permitindo avaliações por meio de smartphones ou outros dispositivos. Além do potencial para otimizar o processo de triagem, auxiliando no encaminhamento de casos que necessitam da avaliação de um dermatologista e aumentando a acessibilidade ao diagnóstico precoce. (YOUNG, A. T. et al., 2020; DUHARPUR, X. et al., 2020)

A análise de imagens com o apoio da IA está em crescimento, permitindo identificar padrões sutis em lesões iniciais de câncer, que normalmente não são perceptíveis a olho nu. Esses padrões podem fornecer informações sobre a agressividade da doença e apoiar o planejamento do tratamento, bem como auxiliar no acompanhamento e na evolução de lesões e condições de pele, fornecendo dados valiosos para ajustar o tratamento ao longo do tempo. (DUHARPUR, X. et al., 2020; GILLIES, R. J., SCHABATH, M. B., 2020)

Desafios e Limitações

Apesar de já ser utilizada para identificar mudanças em lesões cutâneas, o uso da IA em aplicativos para consumidores e em cuidados primários enfrenta desafios de integração e evidências insuficientes sobre benefícios práticos. Embora promissora, a adoção da IA na saúde ainda está em um estágio inicial e exige mais estudos para validar seu impacto e segurança. (BRANCACCIO, G. et al., 2023)

A adoção de IA enfrenta barreiras relacionadas à qualidade e à variabilidade dos dados de imagem, incluindo limitações na acurácia para tons de pele mais escuros e na captura de imagens em condições variadas. Questões de viés algorítmico foram observadas, uma vez que muitos dos conjuntos de dados usados nos modelos incluem predominantemente peles claras, o que afeta o desempenho em populações diversificadas. A falta de validação externa rigorosa limita ainda a confiança na IA para o uso clínico, especialmente em situações que exigem alta precisão. (WEI, M. L. et al., 2024)

A inteligência artificial depende de um grande banco de imagens diverso, balanceado e de alta qualidade para obter um bom diagnóstico. A maioria dos conjuntos de dados possui

predominância de lesões benignas, o que pode limitar a acurácia na identificação de lesões malignas. Também prejudica a identificação de tipos de câncer de pele raros, como carcinoma das células de merkel. Outra implicação relaciona-se à variabilidade das fontes e qualidade das imagens usadas nos treinamentos dos modelos, o que pode prejudicar a precisão, bem como a ausência de histórico médico e metadados clínicos, que limitam a capacidade dos algoritmos de replicar o processo de decisão clínica. (GOYAL, M. et al., 2020)

Modelos de IA requerem grandes quantidades de dados rotulados e de alta qualidade para serem eficazes e a falta de diversidade nos dados pode prejudicar a precisão. Além disso, a IA pode ser incorporada em aplicativos de smartphones para capturar imagens de lesões e coletar dados clínicos, embora a qualidade das imagens, variando em fatores como iluminação e resolução, ainda represente um desafio significativo para a implementação clínica. (DUHARPUR, X. et al., 2020; GILLIES, R. J. e SCHABATH, M. B., 2020; GOYAL, M. et al., 2020)

Alguns algoritmos demonstraram alta performance ao serem utilizados em imagens de pacientes de diferentes origens étnicas, embora haja uma preocupação com a generalização dos modelos, já que muitos conjuntos de dados incluem predominantemente imagens de pacientes caucasianos, o que pode reduzir a eficácia do modelo em populações melanodérmicas. Esses modelos tendem a ser menos eficazes em populações sub-representadas, como fototipos de pele mais escuros (EAPEN, B., 2020; YOUNG, A. T. et al., 2020)

Estudos demonstram que a IA pode complementar especialistas, especialmente em classificações binárias e multicategoria de lesões. No entanto, a precisão da IA pode diminuir para casos complexos, como lesões amelanóticas. Muitos aplicativos permitem que os usuários monitorem lesões cutâneas, tirem fotos e enviem para análise, seja com diagnóstico automático ou revisão por especialistas. Entretanto, revisões sistemáticas e estudos específicos mostraram que a qualidade metodológica de muitos desses aplicativos é baixa, com alto risco de viés e resultados inconsistentes. Os aplicativos frequentemente apresentam altas taxas de falsos positivos e falsos negativos, o que pode gerar diagnósticos incorretos, perda de melanomas e aumento desnecessário de ansiedade e consultas médicas. (BRANCACCIO, G. et al., 2023)

A maioria das pesquisas tem focado na avaliação da IA em ambientes artificiais, resultando em uma lacuna de conhecimento sobre sua eficácia em cenários clínicos reais. Além disso, é importante ressaltar que a maioria dos sistemas de IA é treinada em imagens de indivíduos com pele clara, o que limita sua precisão em tons de pele mais escuros e condições raras, como o melanoma amelanótico. A falta de ensaios clínicos prospectivos de qualidade em

cenários reais dificulta conclusões definitivas sobre a utilidade clínica da IA. (BRANCACCIO, G. et al., 2023)

A Inteligência Artificial (IA) está transformando a dermatologia e outras áreas da saúde, mas sua adoção em dermatologia é mais lenta em comparação a outras especialidades visuais, como radiologia. Embora as ferramentas de IA sejam promissoras, sua integração no ambiente clínico enfrenta desafios logísticos e culturais, incluindo a adaptação dos profissionais de saúde à nova tecnologia. (YOUNG, A. T. et al., 2020; EAPEN, B., 2020)

Contudo, embora alguns aplicativos com IA tenham demonstrado certa ineficácia, estudos recentes sugerem que o uso desses aplicativos supervisionados por especialistas poderia ajudar a melhorar o direcionamento em triagens de câncer de pele, mas exigem mais validação clínica para garantir precisão. (BRANCACCIO, G. et al., 2023)

A identificação de doenças de pele envolve não apenas uma análise de imagens de pele, mas também uma série de testes clínicos e um histórico do paciente; portanto, os dados de imagem da pele e as informações do paciente precisam ser combinados para permitir a avaliação sistemática por IA. (WOŹNIACKA, A. et al., 2021)

Embora a influência da IA na medicina esteja crescendo, é importante lembrar que o software pretende ser uma ferramenta para apoiar o médico e que é o médico que é o responsável final pelo diagnóstico e tratamento. Há poucas chances de AI substituir os médicos em um futuro próximo; no entanto, os profissionais médicos que usam IA substituirão aqueles que não o fazem. (WOŹNIACKA, A. et al., 2021)

O objetivo da aplicação da IA não é substituir o dermatologista, mas expandir suas possibilidades e abordagens com uma nova ferramenta significativa. O uso da IA em dermatologia dentro da estrutura da simbiose humano-IA provou ser crucial. Embora a IA não possa alcançar uma taxa de diagnóstico 100% correta, combinar máquinas com médicos melhora de forma confiável o desempenho do sistema. (LI, Z. et al., 2022)

CONCLUSÃO

É inegável que a inteligência artificial oferece um caminho promissor para aprimorar a triagem e o diagnóstico do câncer de pele, complementando a prática dermatológica e facilitando diagnósticos rápidos e acessíveis. É importante ressaltar que a IA não substitui o julgamento humano, mas pode expandir as capacidades diagnósticas e melhorar o atendimento dermatológico, especialmente em áreas com carência de especialistas.

A pesquisa em IA para o diagnóstico de câncer de pele é promissora, mas ainda precisa superar desafios técnicos significativos antes de ser amplamente adotada. A implementação clínica requer mais estudos prospectivos e padronização para garantir equidade e precisão. Portanto, para que a IA se torne uma ferramenta de suporte confiável, é necessário garantir uma base de dados diversificada e metodologias de validação que evitem vies. É essencial integrar dados clínicos, melhorar a qualidade dos conjuntos de dados e realizar validações rigorosas em ambientes clínicos reais.

REFERÊNCIAS

BRANCACCIO, G. et al. Artificial Intelligence in Skin Cancer Diagnosis: A Reality Check. *The Journal of Investigative Dermatology*, nov. 2023.

DU-HARPUR, X. et al. What is AI? Applications of artificial intelligence to dermatology. *British Journal of Dermatology*, v. 183, n. 3, p. 423–430, jan. 2020.

EAPEN, B. Artificial intelligence in dermatology: A practical introduction to a paradigm shift. *Indian Dermatology Online Journal*, v. 11, n. 6, p. 881, 2020.

GILLIES, R. J.; SCHABATH, M. B. Radiomics Improves Cancer Screening and Early Detection. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, v. 29, n. 12, p. 2556– 2567, set. 2020.

GOYAL, M. et al. Artificial intelligence-based image classification methods for diagnosis of skin cancer: Challenges and opportunities. *Computers in Biology and Medicine*, v. 127, p. 104065, dez. 2020.

HAN, S. S. et al. Evaluation of Artificial Intelligence–Assisted Diagnosis of Skin Neoplasms: A Single-Center, Paralleled, Unmasked, Randomized Controlled Trial. *Journal of Investigative Dermatology*, v. 142, n. 9, p. 2353–2362.e2, set. 2022.

LI, Z. et al. Artificial Intelligence in Dermatology Image Analysis: Current Developments and Future Trends. *Journal of Clinical Medicine*, v. 11, n. 22, p. 6826, nov. 2022.

PHILLIPS, M. et al. Assessment of Accuracy of an Artificial Intelligence Algorithm to Detect Melanoma in Images of Skin Lesions. *JAMA Network Open*, v. 2, n. 10, p. e1913436, out. 2019.

SEMERCI, Z. M. et al. The Role of Artificial Intelligence in Early Diagnosis and Molecular Classification of Head and Neck Skin Cancers: A Multidisciplinary Approach. *Diagnostics*, v. 14, n. 14, p. 1477, jan. 2024.

SOGLIA, S. et al. Diagnostics Using Non-Invasive Technologies in Dermatological Oncology. *Cancers*, v. 14, n. 23, p. 5886–5886, nov. 2022.

WEI, M. L. et al. Artificial intelligence and skin cancer. *Frontiers in medicine*, v.11, mar. 2024.

WOŹNIACKA, A. et al. Artificial intelligence in medicine and dermatology. *Advances in Dermatology and Allergology*, v. 38, n. 6, p. 948–952, 2021.

YOUNG, A. T. et al. Artificial Intelligence in Dermatology: A Primer. *Journal of Investigative Dermatology*, v. 140, n. 8, p. 1504–1512, ago. 2020.