

## UM ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA DETECÇÃO DE CÂNCER DE PELE

### A STUDY ON THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DETECTION OF SKIN CANCER

Amanda Vieira Castilho de Araújo<sup>1</sup>, Jaqueline Alves Ribeiro<sup>2</sup>

Espaço restrito aos editores de layout da REEC.

#### PALAVRAS CHAVE:

Inteligência Artificial;  
Impacto Tecnológico;  
Medicina Diagnóstica;  
Dermatologia;  
Tecnologia  
Biomédica.

#### KEYWORDS:

Artificial intelligence;  
Technological Impact;  
Diagnostic Medicine;  
Dermatology;  
Biomedical  
Technology.

**RESUMO:** A inteligência artificial (IA) surge como uma tecnologia capaz de revolucionar diversos campos, incluindo a medicina diagnóstica. Através de revisão bibliográfica, este trabalho explorou a definição e as aplicações da IA, destacando seu uso na detecção de câncer de pele, utilizando-se de bases de dados como CAPES e PubMed para selecionar livros, artigos e teses relevantes para o tema. Os métodos tradicionais de diagnóstico foram analisados em conjunto com arquiteturas avançadas, como redes neurais convolucionais (CNNs) e Redes Adversariais Generativas (GANs), que ampliam as possibilidades diagnósticas. A análise do Moleanalyzer Pro demonstrou que as CNNs oferecem desempenho comparável ao de dermatologistas, embora os profissionais ainda superem os algoritmos quando têm acesso a informações clínicas detalhadas. Apesar do alto desempenho, as CNNs enfrentam limitações, especialmente em casos complexos, como melanomas em regiões específicas. Conclui-se que o impacto da IA na agilidade do diagnóstico é significativo, pois a automação da análise de imagens pode acelerar o processo e possibilitar diagnósticos mais precoces, especialmente em contextos com escassez de profissionais. No entanto, desafios como a falta de dados e a generalização dos diagnósticos ainda precisam ser abordados. A continuidade do investimento em IA na medicina diagnóstica é crucial, especialmente considerando a alta incidência de câncer de pele no Brasil, onde a detecção precoce é vital para o tratamento eficaz.

**ABSTRACT:** Artificial intelligence (AI) emerges as a technology with capacity to revolutionize several fields, including diagnostic medicine. Through a bibliographic review, this work explored the definition and applications of AI, highlighting its use in detecting skin cancer, using databases such as CAPES and PubMed to select books, articles and theses relevant to the topic. Traditional diagnostic methods were analyzed in conjunction with advanced architectures, such as convolutional neural networks (CNNs) and Generative Adversarial Networks (GANs), which expand diagnostic possibilities. Moleanalyzer Pro analysis demonstrated that CNNs provide comparable performance to dermatologists, although professionals still outperform algorithms when they have access to detailed clinical information. Despite their high performance, CNNs face limitations, especially in complex cases such as melanomas in specific regions. It is concluded that the impact of AI on the agility of diagnosis is significant, as the automation of image analysis can speed up the process and enable earlier diagnoses, especially in contexts with a shortage of professionals. However, challenges such as lack of data and generalization of diagnoses still need to be addressed. Keeping the investment in AI in diagnostic medicine is crucial, especially considering the high incidence of skin cancer in Brazil, since its early detection is vital for effective treatment.

\* Contato com os autores:

<sup>1</sup>e-mail: amandacastilho.87@gmail.com (A. V. C. de Araújo)

Bacharelada em Engenharia de Computação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Trindade

## 1. INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) sempre criou muitas expectativas no imaginário humano. Apontada por Arão (2024) como uma das tecnologias mais promissoras e impactantes do nosso tempo, “desde a sua concepção, a IA tem sido vista como uma ferramenta capaz de transformar a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos uns com os outros”. Dentro deste cenário, este estudo se concentra em compreender a definição de inteligência artificial e de que forma pode ser utilizada.

Algoritmos das redes sociais, tecnologias de reconhecimento facial, assistentes pessoais (como Alexa), chatbots (softwares que simulam conversa humana) e os aplicativos que criam imagens a partir de comandos são alguns exemplos de como a IA tem sido utilizada (Arão, 2024). Levando tais utilizações em consideração, o presente trabalho busca responder ao seguinte questionamento: é possível capacitar a inteligência artificial para que seja útil no campo de diagnóstico da medicina, em especial o diagnóstico do câncer de pele?

O Ministério da Saúde (Brasil, 2022) deixa claro que a detecção precoce do câncer de pele é um fator crucial para o sucesso do tratamento e a redução da mortalidade, melhorando as taxas de sobrevivência e a qualidade de vida dos pacientes. Portanto, este estudo é justificado pela necessidade de explorar o potencial da IA para superar as limitações dos métodos tradicionais de diagnóstico do câncer de pele.

Abordar esse tema contribui para a medicina diagnóstica, um campo cuja relevância pode ser vista como essencial para o bem-estar e a saúde do ser humano. A princípio, buscou-se entender do que se trata a inteligência artificial, de que forma ela surgiu e sua evolução ao longo das décadas. Em seguida, seu uso na medicina de forma geral foi delimitado, para só então avaliar seu uso na detecção de câncer de pele e suas implicações.

O presente trabalho tem o objetivo de analisar de que forma a aplicação de inteligência artificial pode facilitar o diagnóstico do câncer de pele. Para alcançar esse objetivo, foram definidos como os objetivos específicos conceituar o que vem a ser a inteligência artificial, sua evolução e capacidades, as principais técnicas empregadas na detecção do câncer de pele, a comparação da precisão dos algoritmos de IA com diagnósticos tradicionais, as limitações e desafios associados à sua utilização, além do impacto da IA na agilidade do diagnóstico. Como se trata de uma revisão da literatura, visando contextualizar sobre o tema, foram utilizados livros, artigos e teses, cujas pesquisas foram feitas através de bases de dados como CAPES e PubMed. Dados qualitativos foram utilizados para dar embasamento à pesquisa.

## 2. O QUE É A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL?

Tendo em vista as descobertas científicas crescentes desde o último século, entender do que se trata a inteligência artificial pode ser desafiador. Para Gomes (2010, p. 239), a IA trata-se de “um ramo da Ciência da Computação cujo interesse é fazer com que os computadores pensem ou se comportem de forma inteligente”. O autor acredita que a IA é um tema abrangente, capaz de se relacionar com campos como a psicologia, biologia e até mesmo a linguística.

Trazendo uma abordagem mais recente, Arão (2024, p. 8) classifica a inteligência artificial como “um método estatístico de reconhecimento de padrões”. O fundamento dessa tecnologia são algoritmos guiados por modelos estatísticos de probabilidade que calculam previsões ou decisões. O autor ainda define o algoritmo como “uma receita, uma sequência de instruções para se alcançar determinado fim”.

Sichman (2021, p.39), reforça tal pensamento, afirmando que a IA pode ser definida como uma “coleção de modelos, técnicas e tecnologias (busca, raciocínio e representação de conhecimento, mecanismos de decisão, [...], aprendizado de máquina) que, isoladamente ou agrupadas, resolvem problemas de tal natureza”.

A inteligência artificial, para Gomes (2010, p. 238), trata-se de um campo da Ciência da Computação que tem como objetivo “fazer com que os computadores pensem ou se comportem de forma inteligente”. Por ser um tópico muito amplo, IA também está relacionada com psicologia, biologia, lógica matemática, linguística, engenharia, filosofia, entre outras áreas científicas.

Santos (2020, p. 131) define a IA como “uma área inerente à computação e que busca, por meio de algoritmos sofisticados, atribuir certas funções inteligentes à objetos de diferentes naturezas”. Dessa forma, o autor entende que a inteligência artificial não é apenas um instrumento para realizar as funções que lhe foram atribuídas, mas com a capacidade de tomar decisões por si próprio, trazendo à luz a necessidade de a ferramenta ter um certo tipo de consciência própria.

Para cumprir esse objetivo, é importante que a inteligência artificial seja construída por algoritmos. Buscou-se entender do que se trata, conforme a seguinte definição:

Um algoritmo nada mais é do que uma sequência finita de ações que resolve um certo problema. Uma receita culinária, como a de um risoto, é um algoritmo. Assim, um algoritmo pode resolver problemas de tipos bastante diferentes: cálculo estrutural (projeto de uma ponte), processamento de dados (geração de uma folha de pagamentos) ou planejamento (definição de um pacote de turismo). (Sichman, 2021, p.38)

Para Arão (2024, p. 2), os algoritmos “reconhecem padrões e calculam probabilidades através de modelos estatísticos preditivos. Para comparar os dados, a inteligência artificial os transforma em números e realiza incontáveis operações matemáticas, para oferecer uma previsão ou uma resposta.” Dessa forma, pode-se concluir que o uso dos algoritmos é indispensável para a construção da IA; o reconhecimento de padrões capacita a inteligência artificial para o cumprimento de suas funções.

Com tais definições em mente, entende-se que a inteligência artificial nada mais é que uma ferramenta que se utiliza de algoritmos para otimizar as mais diversas habilidades que lhe foram atribuídas, podendo, em muitos casos, desenvolver certo tipo de consciência. Busca-se entender, a seguir, de que forma a IA surgiu e como alcançou essa possibilidade.

## **2.1 SURGIMENTO E EVOLUÇÃO DA IA**

Desde o século XX, em especial durante e após a Segunda Guerra Mundial, a ciência evoluiu de forma rápida e constante. De Castro Barbosa (2020, p. 94) confirma esse fato, ressaltando que “no fim da Segunda Guerra Mundial, os cientistas já tinham registrado importantes invenções na área da eletrônica, desenvolvido alguns computadores e já possuíam estudos sobre mecanismos que imitavam ações humanas”. A autora relembra que o Simpósio de Hixon, um encontro nos Estados Unidos que ocorreu em 1948, reuniu pesquisadores dessas áreas para apresentar suas descobertas, sendo a primeira tentativa de compreender o funcionamento da mente humana.

De Castro Barbosa (2020, p. 94) também aponta o Teste de Turing, uma máquina capaz de emular a comunicação escrita de um humano desenvolvida em 1950 pelo matemático Alan Turing. De acordo com a autora, o experimento tinha como objetivo “verificar se a máquina poderia emitir informações como se fosse uma pessoa, sem gerar desconfiças no receptor de que se tratava de um programa de computador”. Turing acreditava que a máquina poderia ser considerada “inteligente” se uma parte dos participantes acreditasse que havia conversado com um ser humano. No mesmo ano, Turing publicou o artigo *Computing Machinery and Intelligence*, que é considerado pela autora “o texto fundador da Inteligência Artificial”.

Desde o princípio, os pesquisadores de IA eram bastante ousados nos presságios de seus futuros sucessos. Simon fez uma previsão taxativa de que dentro de dez anos um computador teria condições de jogar xadrez e de ser campeão e que um teorema matemático seria amplamente provado por uma máquina. Apesar de otimista, suas previsões só se realizariam após 40 anos. (Gomes, 2010, p. 237)

Reforçando o pensamento anterior, Arão (2024, p. 4) observa que o desempenho da inteligência artificial sempre foi testado através de jogos como o xadrez, e posteriormente também em videogames. Segundo o autor, “esse é um ambiente interessante para se testar a inteligência artificial, porque oferece padrões, os quais deverão ser reconhecidos, para que o sistema possa tomar as melhores decisões”.

Ainda mencionando a importância do xadrez para a evolução da IA, De Castro Barbosa (2020, p. 95) traz à luz a partida de xadrez que resultou na derrota do campeão soviético Garry Kasparov foi derrotado em uma das rodadas pelo computador Deep Blue, da IBM, em 1997. Apesar do sucesso da máquina, a autora ressalta que “os avaliadores da experiência não classificaram o computador vitorioso como inteligente, mas sim como um artefato capaz de armazenar e memorizar mais informações (milhares de lances), o que facilitou sua performance”.

Gomes (2010, p. 238) cita o programa DENDRAL, criado pela Universidade de Stanford em 1969, almejando “desenvolver soluções capazes de encontrar as estruturas moleculares orgânicas a partir da espectrometria de massa das ligações químicas presentes em uma molécula desconhecida”. O autor menciona que uma equipe de autores relevantes foi montada para elaborar o problema, e o DENDRAL foi capaz de solucioná-lo devido ao seu modo automático de tomar decisões.

A inteligência artificial, apesar de suas limitações, como a imprecisão, a falta de auditabilidade e o viés do raciocínio indutivo, tem-se tornado cada vez mais presente na sociedade, e a fé em seus resultados é algo cada vez mais natural. Acredita-se que os sistemas automatizados possam eliminar o subjetivismo e as incertezas das decisões. (Arão, 2024, p. 8)

Gomes (2010, p. 243) ressalta a abrangência da IA, deixando claro que sua utilização envolve as mais diversas áreas. “Na medicina, por exemplo, existem robôs que auxiliam nas cirurgias e em alguns casos o médico apenas precisa controlá-los e sua presença na sala nem se faz necessária”, diz o autor. Passaremos, portanto, a compreender de que formas a inteligência artificial pode colaborar na medicina.

## **2.2 UTILIZAÇÃO DE IA NA MEDICINA**

Tendo em vista a forma como a inteligência artificial pode ser aplicada nos mais diversos campos e utilidades, não é de se surpreender que não seja diferente no campo da medicina. Para Fonseca (2024, p. 5) “a integração da IA na medicina tem trazido avanços significativos, especialmente na análise de imagens

médicas. Essa tecnologia promete aumentar a precisão e acelerar os processos de diagnóstico, além de minimizar as falhas atribuídas ao fator humano, aspectos cruciais em disciplinas como radiologia.”

Costa et al (2024, p. 5) traz outra perspectiva. Para o autor, a IA “pode capacitar as pessoas a ter maior controle de seus próprios cuidados, permitir que países com poucos recursos e locais onde os pacientes têm acesso restrito a profissionais de saúde ou profissionais médicos, preencham as lacunas no acesso a estes serviços”. Devido a essas possíveis atividades, o autor defende que mais estudos sobre a utilização de IA no cuidado médico devem ser desenvolvidos.

Leite et al. (2024, p. 13) defende que a inteligência artificial (IA) “exerce um papel transformador na medicina moderna, redefinindo paradigmas nos processos de diagnóstico e tratamento. As tecnologias baseadas em IA contribuem significativamente para a precisão diagnóstica, permitindo detecções mais rápidas e precisas de condições médicas complexas”.

A medicina apresenta um enorme progresso em relação ao uso de sistemas inteligentes, agregando mais confiabilidade e segurança em diagnósticos e procedimentos médicos. Evidentemente, não se descarta a probabilidade de erros; no entanto, os erros podem ser menores caso se tenha o suporte de sistemas inteligentes e sofisticados. (Santos, 2020, p. 133)

A utilidade do uso da inteligência artificial no diagnóstico não passa despercebida. A IA não apenas promete aprimorar a rapidez e precisão dos diagnósticos e triagens de doenças, mas também desempenha um papel crucial no apoio a serviços clínicos e no fortalecimento de pesquisas médicas, contribuindo significativamente para o avanço no desenvolvimento de novos medicamentos. (Leite et al., 2024, p. 5)

Fonseca (2024, p. 11) também reforça esse pensamento ao afirmar que “a implementação da IA em sistemas de diagnóstico por imagem e em análises clínicas tem demonstrado um potencial significativo para personalizar e otimizar tratamentos, além de agilizar e precisar diagnósticos, o que é crucial para avanços em uma medicina centrada no paciente.”

Moraes et al. (2023, p. 1308) acredita que a utilização da IA causou uma mudança revolucionária no diagnóstico e em exames laboratoriais, ressaltando o fato de que muito pode ser avaliado em uma escala massiva. Para o autor, os algoritmos podem “examinar imagens de radiografias, ressonâncias magnéticas, tomografias computadorizadas e outras modalidades de imagem com uma precisão incrível. Eles podem detectar características específicas associadas a várias doenças, auxiliando os profissionais de saúde na identificação de sinais precoces de patologias como câncer, lesões cerebrais ou doenças cardíacas.”

A utilização de sistemas de Inteligência Artificial não assegura total isenção quanto a diagnósticos errados, o que pode ser um problema, haja visto a confiança atribuída a esses sistemas especializados para se chegar a um diagnóstico. Entretanto, tendo em vista a evolução expressiva dos métodos para tomada de decisões, é possível detectar, em um erro, se houve negligência médica analisando se os procedimentos foram realizados corretamente, tornando os profissionais responsáveis pela compreensão e decisão de seguir ou não as recomendações do sistema inteligente. (Santos, 2020, p. 133)

Leite et al. (2024, p. 9) comenta os impactos da inteligência artificial na radiologia, acreditando que pode obter resultados mais precisos e consistentes. Tendo em vista que a forma como os resultados desses exames são avaliados por profissionais de saúde, “o processo pode levar a uma variação considerável nas interpretações entre diferentes examinadores devido às subjetividades humanas. O treinamento de algoritmos de IA pode mitigar esse problema, proporcionando uma análise mais uniforme e objetiva das imagens radiológicas”, explica o autor.

Melo et al (2023, p. 202) salientam que a inteligência artificial é “uma tecnologia de “fins gerais” que pode ser implementada em praticamente qualquer faceta ou atividade da indústria da saúde, desde a tomada de decisões clínicas e saúde pública, à investigação biomédica e desenvolvimento de medicamentos, à administração de sistemas de saúde e à reformulação de serviços”. Os autores defendem que a velocidade e precisão dos diagnósticos é benéfica para os profissionais de saúde, algo que só foi tornado possível devido à utilização dos algoritmos de IA para avaliar um grande número de dados em um período curto de tempo.

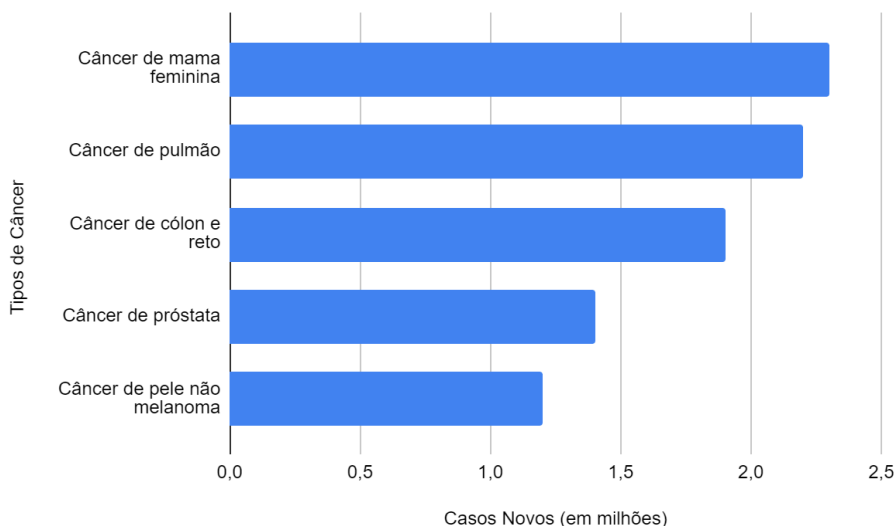
Com o aumento exponencial da capacidade dos computadores em termos de força de processamento e capacidade de armazenamento, os gigantes do software passaram a usar os algoritmos de IA para ajudar os especialistas médicos a obter um melhor desempenho em aplicações na terapêutica médica que incluem processamento de linguagem, aprendizado de máquina, reconhecimento de imagem na área de diagnóstico e monitoramento de eventos adversos de medicamentos, produtos biológicos, dispositivos e outras terapêuticas. (Melo et. al, 2023, p. 197)

Moraes (2023, p. 1306) destaca que, ao ser utilizada em exames, a inteligência artificial tem a capacidade de identificar padrões que indicam o surgimento de doenças logo em seus estados iniciais, padrões esses que são, diversas vezes, impossíveis de serem percebidos pelo olhar humano. “Isso é particularmente evidente na detecção precoce de cânceres, onde a IA pode destacar microcalcificações, massas ou outras alterações sutis, permitindo intervenções precoces e tratamentos mais eficazes”, acrescenta o autor, o que nos faz entrar no tópico da relevância da presente pesquisa.

### **2.3 CÂNCER DE PELE**

Através do portal do Ministério da Saúde (Brasil, 2022), dados confiáveis sobre câncer de pele podem ser obtidos. O câncer de pele não melanoma, mais frequente no Brasil, possui alta possibilidade de cura, desde que seja diagnosticado e tratado de forma precoce. Apesar de sua baixa taxa de mortalidade, este tipo pode deixar mutilações no paciente caso não seja tratado adequadamente, conforme apontado por Costa (2017), “o impacto do câncer de pele não melanoma para a saúde pública é elevado e, apesar de não representar ameaça à vida, pode causar prejuízos estéticos significativos aos pacientes”.

A estimativa elaborada pelo Instituto Nacional do Câncer (2023) aponta que ocorreram 19,3 milhões de casos novos de câncer no mundo em 2020. Os dez principais tipos de câncer, entre eles o câncer de pele não melanoma, representam mais de 60% do total de casos novos.

**FIGURA 1:** Novos casos de câncer em 2020.**FONTE:** Instituto Nacional do Câncer (2023)

O câncer de pele melanoma é o tipo mais grave, devido à sua alta possibilidade de provocar metástase, ou seja, a disseminação do câncer para outros órgãos, ainda que corresponda apenas a 3% dos tumores malignos neste órgão no Brasil (Brasil, 2022). O tipo melanoma pode aparecer em qualquer parte do corpo, na pele ou mucosas, na forma de manchas, pintas ou sinais, e é considerado perigoso devido à sua alta possibilidade de disseminação do câncer para outros órgãos. Ressaltamos que, caso detectado em sua fase inicial, as chances do paciente diagnosticado com esse câncer são boas. Na Tabela 1, é possível visualizar a quantidade de óbitos por câncer de pele não melanoma e melanoma no Brasil em 2020.

<b>TABELA 1: Óbitos por câncer de pele não melanoma e melanoma no Brasil em 2020.</b>			
<b>Tipos de Câncer</b>	<b>Homens</b>	<b>Mulheres</b>	<b>Total de Óbitos</b>
<b>Câncer de pele não melanoma</b>	1.534	1.119	2.653
<b>Câncer de pele melanoma</b>	1.120	803	1.923

**FONTE:** Instituto Nacional do Câncer (2022).

De acordo com o Instituto Nacional do Câncer (Inca),

No Brasil, o número de casos novos de câncer de pele não melanoma estimados, para cada ano do triênio de 2023 a 2025, é de 220.490, o que corresponde a um risco estimado de 101,95 por 100 mil habitantes, sendo 101.920 em homens e 118.570 em mulheres. Esses valores correspondem a um risco estimado de 96,44 casos novos a cada 100 mil homens e 107,21 a cada 100 mil mulheres. (Inca, 2022)

Costa (2012) reforça que “o diagnóstico precoce e acurado de lesões iniciais e com dimensões menores implica menos chance de deformidades/cicatrices inestéticas e, até mesmo, de algum prejuízo funcional em decorrência do tratamento cirúrgico do câncer de pele não melanoma”. Desta forma, entendemos a importância da detecção do câncer de pele ser realizada com rapidez, buscando entender quais são os fatores de risco e de que forma essa patologia é diagnosticada.

Segundo o Instituto Nacional do Câncer (2023), o principal fator de risco para todos os tipos de câncer de pele é a radiação ultravioleta. “Para o câncer de pele melanoma, merecem destaque ainda as radiações ultravioletas não naturais, como lâmpadas e camas solares. Em relação ao câncer de pele não melanoma, alguns fatores associados são idade, já que acomete mais pessoas idosas, sexo e ocupação”. O Ministério da Saúde (Brasil, 2022) aponta também alguns dos fatores de risco mais específicos para o câncer de pele não melanoma, dentre eles: pessoas de pele clara, olhos claros, albinos ou sensíveis à ação dos raios solares; pessoas com história pessoal ou familiar deste câncer; pessoas com doenças cutâneas prévias; pessoas que trabalham sob exposição direta ao sol; exposição prolongada e repetida ao sol; e exposição a câmaras de bronzeamento artificial.

Os principais sintomas do câncer de pele são: manchas pruriginosas (que coçam), descamativas ou que sangram; sinais ou pintas que mudam de tamanho, forma ou cor; e feridas que não cicatrizam em 4 semanas (Brasil, 2022). O Ministério de Saúde, em seu portal, aponta a “regra do ABCDE” como um guia para a identificação de sinais que podem indicar um melanoma. O ABCDE se refere aos seguintes sinais: **A** para Assimetria; **B** para Bordas irregulares; **C** para Cores variáveis; **D** para Diâmetro; e **E** para Evolução, chamando a atenção para mudanças observadas em suas características (tamanho, forma ou cor), conforme pode ser observado na Figura 2.



**FIGURA 2:** Infográfico com a Regra do ABCDE.

**FONTE:** Instituto Melanoma Brasil (2019)

De acordo com o Ministério da Saúde (Brasil, 2022), o diagnóstico do câncer de pele é feito através de exame clínico pelo profissional dermatologista. “Em determinadas situações, é possível que o profissional de saúde utilize o exame conhecido como “Dermatoscopia”, que consiste em usar um aparelho que permite visualizar camadas da pele não vistas a olho nu.” No entanto, ressalta-se que, a depender do caso, é necessário diagnosticar através de uma biópsia.



A biópsia é o exame indicado para a confirmação diagnóstica do câncer de pele. O material coletado deve ser encaminhado para o laboratório de anatomia patológica que emitirá o laudo. Outros exames podem ser necessários para determinar o estadiamento da doença e decidir o tratamento mais adequado (Brasil, 2022).

Em se tratando de tratamentos, a cirurgia oncológica é o tratamento mais indicado para tratar o câncer de pele para a retirada da lesão, que, em estágios iniciais, pode ser realizada em nível ambulatorial (sem internação). Para casos mais avançados e para o câncer de pele melanoma, no entanto, o tratamento vai variar de acordo com tamanho e estadiamento do tumor, podendo ser indicadas, além de cirurgia, a radioterapia e a quimioterapia, conforme cada caso. (Brasil, 2022)

Atualmente, a principal recomendação para a prevenção do câncer de pele é evitar a exposição ao sol, principalmente nos horários em que os raios solares são mais intensos (entre 10h e 16h), bem como utilizar óculos de sol com proteção UV, roupas que protegem o corpo, chapéus de abas largas, sombrinhas e guarda-sol. Quando a exposição ao sol não pode ser evitada, recomenda-se o uso de filtro solar com fator de proteção solar (FPS) 15 ou mais.

Sendo assim, devido à alta incidência de câncer de pele já registrada e as estimativas apontadas para os próximos anos, faz-se cada vez mais necessário facilitar a detecção desta patologia, de forma a tornar possível o diagnóstico precoce, necessário para um tratamento adequado. Levando essa necessidade em consideração, este estudo busca entender como a utilização de inteligência artificial pode auxiliar na detecção do câncer de pele.

## **2.4 IA NA DETECÇÃO DE CÂNCER DE PELE**

Conforme visto anteriormente, a utilização de IA na medicina diagnóstica não apenas permite que resultados mais rápidos sejam entregues, como existe a possibilidade de diagnósticos que a mente humana não seria capaz de identificar sozinha. Assim, busca-se avaliar de que formas a aplicação da inteligência artificial pode auxiliar no diagnóstico do câncer de pele, tendo em vista é importante que ambos os tipos de câncer de pele sejam diagnosticados de forma precoce para que o tratamento seja aplicado, de forma a garantir a sobrevivência do paciente (Brasil, 2022).

Silva Junior (2021, p. 1) salienta que “a detecção precoce do câncer de pele é a melhor forma de garantir um melhor prognóstico, ao permitir uma maior eficiência no tratamento, reduzindo assim a taxa de mortalidade da doença”. O autor reforça, em seguida, que é vital a utilização de métodos de diagnóstico capazes de detectar alterações na composição da pele em seus estágios iniciais, além de diferenciar se são alterações benignas ou malignas.

De acordo com Li Z (2022, p. 6), “o diagnóstico das doenças de pele baseia-se principalmente nas características das lesões. Porém, existem mais de 2.000 tipos diferentes de doenças dermatológicas, e algumas lesões cutâneas de diferentes doenças apresentam semelhanças, o que dificulta a anti-diagnóstico”. O autor acrescenta ainda que há uma escassez de profissionais dermatologistas, em especial nos países em desenvolvimento e áreas remotas, locais esses que necessitam desses profissionais. Portanto, levando em consideração a demanda nesses países mais pobres, o autor reforça que “a IA agora tem a capacidade de fornecer diagnósticos rápidos, levando a abordagens de tratamento mais diversas e acessíveis. Um sistema e algoritmo auxiliado por IA rapidamente se tornarão técnicas normais de diagnóstico e avaliação” (Li Z, 2022, p. 6)

Para Young et. al (2020, p. 1507), “a IA tem o potencial de aumentar a precisão e a reprodutibilidade dos resultados, especialmente se o diagnóstico molecular for usado para treinamento de modelos. A dermatopatologia aumentada por IA também pode aumentar o acesso à avaliação em áreas onde os dermatologistas são escassos”.

O diagnóstico baseado em imagens é parte integrante da prática dermatológica, fornecendo informações visuais valiosas para auxiliar no diagnóstico, monitorar a progressão da doença e facilitar a telemedicina. O sistema de análise de imagens baseado em IA pode auxiliar os médicos em lesões qualitativas e outras regiões de interesse e até mesmo realizar análises quantitativas para melhorar significativamente a precisão e a confiabilidade do diagnóstico médico. Além disso, também pode desempenhar um importante papel auxiliar no ensino médico, simulação experimental e planejamento cirúrgico. (Nan Luo, 2023, p. 5)

Young et. al (2020, p. 1510) afirma que “o diagnóstico automatizado de lesões cutâneas por IA está pronto para ser testado em ambientes clínicos e tem potencial para fornecer suporte diagnóstico e ampliar o acesso aos cuidados”. O autor levanta o ponto de que, conforme a inteligência artificial se torna mais capaz na triagem de resultados, os dermatologistas seriam consultados apenas para a avaliação de casos mais complexos, o que, sem dúvida, seria uma otimização de tempo para esses profissionais.

Para Nan Luo (2023, p. 7), em sistemas de diagnóstico dermatológico baseados em IA, “as imagens podem fornecer aos modelos de IA significativamente mais informações de entrada do que texto. Eles são menos afetados pelas expressões subjetivas dos pacientes/médicos, por isso muitas vezes têm precisão e valor prático significativamente maiores”. Para Kalil et. al (2024, p.6), a exatidão no diagnóstico presencial ultrapassa os da teledermatologia, porém, “as desigualdades no acesso aos cuidados dermatológicos ainda são muito grandes. Desta forma, a teledermatologia tem a capacidade de fornecer acesso facilitado aos pacientes, oferecendo diminuição da espera além da comodidade e eficiência no suporte diagnóstico”.

A IA também demonstrou eficácia na análise de resultados de exames laboratoriais, como testes de sangue, urina e biópsias. Algoritmos de IA podem processar rapidamente os dados dos exames, identificar tendências e padrões sutis, e fornecer diagnósticos mais precisos e rápidos. Isso é especialmente benéfico em situações de emergência, onde a agilidade na obtenção de um diagnóstico preciso pode ter um impacto direto na tomada de decisões clínicas. (Moraes, 2023, p. 1307)

Kalil et. al (2024, p. 6) levanta também a possibilidade da utilização de smartphones no diagnóstico. “A integração da IA a aplicativos de smartphones pode ser útil na coleta de informações clínicas relevantes, fotografando as lesões e gerando dados importantes para o diagnóstico, podendo auxiliar também no rastreamento e monitoramento de melanomas especialmente em pacientes na atenção primária”, defendem os autores.

A teledermatologia foi implementada como uma solução durante a recente pandemia, para atender as demandas da prática dermatológica, evitar a disseminação e contaminação dos pacientes e médicos com o vírus e visualizar, identificar e realizar um diagnóstico para logo iniciar um plano de manejo e tratamento para os pacientes. Logo, essa prática da teledermatologia continua sendo implementada e melhorada mesmo após o período de pandemia. (Kalil et. al, 2024, p. 7)

Kalil et al (2024, p. 9) acredita na importância de reduzir a carga de trabalho dos profissionais de saúde, defendendo que a utilização de IA pode auxiliar nesse ponto. Os autores creem que a IA seria capaz de “ajudar com deveres burocráticos, sintetizando registros, interpretação e diagnóstico através de imagens, com também pesquisar informações importantes disponíveis de forma ágil e confiável, podendo assim efetuar uma ampla gama de tarefas, com excelente desempenho”.

Nan Luo et. al (2023, p. 6) reforça esse ponto ao afirmar que, apesar de a utilização da inteligência artificial ser muito útil no diagnóstico por imagem, não deve ser resumida a apenas isso. “Ao lidar com tarefas rotineiras, as ferramentas de IA podem aliviar significativamente a carga de trabalho dos médicos, permitindo-lhes dedicar mais tempo ao atendimento direto ao paciente”, diz o autor, apesar de reconhecer que questões como privacidade de dados e regulações sejam desafios encontrados nesse possível uso.

Li Z et. al (2022, p. 19) acredita também que utilizar robôs cirúrgicos baseados em IA é um conceito que está crescendo em cirurgia de pele. “Em comparação com a cirurgia aberta tradicional, a cirurgia assistida por robôs oferece sistemas de visão 3D e instrumentos operacionais flexíveis, resultando em potencialmente menos complicações pós-operatórias”, defende o autor.

A IA pode fornecer sugestões mais detalhadas e precisas para consultas de beleza e melhorar a precisão e a eficiência do diagnóstico de lesões cutâneas, bem como aliviar a carga dos médicos no trabalho diário, assumindo o trabalho penoso. Embora seja previsível que a IA superará os humanos em certas tomadas de decisão de áreas bem definidas, as interações humanas e a simbiose humano-IA continuarão indispensáveis na prática clínica diária. O objetivo da aplicação da IA não é substituir o dermatologista, mas expandir as suas possibilidades e abordagens com uma nova ferramenta significativa. (Li Z, 2022, p. 24)

Desta forma, conclui-se que a utilização da IA pode agilizar a descoberta de doenças através de diagnósticos automatizados baseados em imagens, bem como reduzir a carga de trabalho dos profissionais dermatologistas. Tendo ficado claro de que formas a inteligência artificial pode ser utilizada na detecção do câncer de pele em suas fases iniciais, serão abordados agora os desafios da aplicação de IA na medicina diagnóstica.

## 2.5 DESAFIOS

Como observado anteriormente, é inegável que a utilização da inteligência artificial pode contribuir das mais diversas formas para qualquer área. No entanto, a utilização da IA na medicina diagnóstica pode trazer alguns desafios. Fonseca (2024, p. 11), por exemplo, destaca “diferenças nos resultados entre ambientes controlados de pesquisa e a prática clínica real, resistência à adoção por parte de alguns profissionais de saúde, e questões éticas complexas” como alguns dos obstáculos que essa aplicação pode enfrentar.

Costa et al (2024, p. 7) comenta que, apesar do potencial transformador da IA no diagnóstico médico, traz consigo desafios significativos. “Isso inclui a generalização de diagnósticos devido a conjuntos de dados tendenciosos e preocupações com privacidade e segurança dos dados médicos. Além disso, existe o risco de substituir a intuição médica e gerar uma dependência excessiva”. O autor conclui reforçando que deve-se questionar se a aplicabilidade da inteligência artificial como um instrumento de trabalho pode ser complementar às habilidades dos profissionais de saúde, promovendo uma abordagem colaborativa ao invés de uma possível substituição.

Tanto os dermatologistas quanto os patologistas estão geralmente otimistas quanto ao impacto e ao benefício potencial da IA na dermatologia. No entanto, apenas uma minoria tinha bons ou excelentes conhecimentos de IA. A maioria dos dermatologistas acredita que melhorará as nossas capacidades de diagnóstico e a maioria dos patologistas considerou que o maior potencial da IA é esperado para tarefas estritamente específicas, em vez de recomendações globais de diagnóstico automatizado. Uma minoria de dermatologistas e patologistas está preocupada com a possibilidade de ser substituída pela IA num futuro próximo. Os pacientes parecem dispostos a usar a IA para monitorar o câncer de pele, se aplicada de uma forma que mantenha a integridade da relação médico-paciente humano. (Li Z, 2022, p. 21)

Nan Luo et. al (2023, p. 10) levanta também a “alta sobrecarga computacional associada aos procedimentos de treinamento e inferenciais e a necessidade de dados brutos rotulados com precisão contribuem para limitar a evolução dos modelos multimodais”. O autor acredita que as imagens de lesões dermatológicas contêm mais informações de privacidade do paciente (como cor da pele, tatuagens, etc.), o que pode levar a uma falta de dados de treinamento, especialmente em comparação com outros departamentos de medicina, deixando claro que a escassez de dados de treinamento pode trazer sérios prejuízos na aplicação de modelos de pré-treinamento em larga escala no campo da dermatologia.

Concordando com esse pensamento, Sengupta (2023, p. 784) diz que “um modelo baseado em imagem, a qualidade e os parâmetros associados nas imagens são indiscutivelmente os preditores mais fortes do sucesso de qualquer modelo”, explicando o conceito de “maldição da dimensionalidade”, isso é, a necessidade de um grande conjunto de dados para “garantir a representatividade de diferentes dados demográficos e diferentes condições”.

Li Z et. al (2022, p. 21) define que “os atuais conjuntos de dados de formação para algoritmos de IA são insuficientes e também faltam muitos médicos experientes envolvidos na identificação e rotulagem de amostras”, o que, de acordo com os autores, pode afetar a precisão dos algoritmos de IA que não atendem às necessidades das aplicações clínicas diárias.

Devido à falta de conjuntos de treinamento suficientes de alta qualidade, os algoritmos e aplicativos de IA geralmente são desenvolvidos apenas com base em amostras existentes. Ao contrário dos médicos humanos, a IA não pode ser atualizada e atualizada com a vasta experiência adquirida ao longo do tempo. Como resultado, eles são incapazes de atender às crescentes demandas clínicas e científicas da realidade. Certos locais específicos, como couro cabeludo e membranas mucosas cabeludas e doenças raras da pele, continuam atualmente a ser uma limitação para o reconhecimento da IA. A precisão das RNAs atualmente também é restrita por artefatos de imagem, como marcas coloridas na pele, incluindo tatuagens (Li Z et. al, 2022, p. 22)

Sengupta (2023, p. 783) acredita que os modelos de IA na dermatologia diagnóstica possuem sucesso limitado devido à falta de conhecimento prévio, em especial comparando-se com o profissional dermatologista, que possui mais experiência e domínio do assunto. “Sem o conhecimento fundamental, os investigadores são forçados a concentrar-se em qualquer domínio restrito ou específico (os modelos individuais tornam-se discretos e não podem ser combinados num modelo geral mais amplo)”, explica o autor.

Li Z et. al (2022, p. 10) complementa esse pensamento, reforçando que, com a crescente popularidade do uso de algoritmos de aprendizagem profunda na análise de imagens médicas, a relevância da classificação de múltiplas lesões cutâneas aumentou. “Antes, não eram incluídos metadados que indicavam informações como local, idade, sexo, etc., embora essas informações sejam coletadas pelos médicos na prática clínica diária e tenham impacto em suas decisões diagnósticas”. Desta forma, o autor acredita que o algoritmo ou sistema de IA que incluir estes metadados terão mais capacidade de reproduzir o cenário de diagnóstico real, tornando seu desempenho mais confiável.

Fundir metadados de várias fontes poderia fornecer informações adicionais, melhorando assim a eficiência do sistema de análise e classificação de redes neurais, bem como a precisão do diagnóstico. Resultados experimentais mostraram que a fusão de metadados levou a um aumento na precisão de reconhecimento de 4,93–6,28%, com taxa máxima de diagnóstico de 83,56%. (Li Z, 2022, p. 13)

Sengupta (2023, pág. 784) defende que a solução mais lógica é “construir grandes conjuntos de dados de código aberto, anonimizados, representativos e atualizados regularmente que estarão disponíveis para todos os desenvolvedores”. O autor reforça que já existem esforços desse tipo, citando como exemplo a Society for Imaging Informatics in Medicine (SIIM)-ISIC (International Skin Imaging Collaboration), no entanto, “a maioria dos dados ainda é protegida por instituições individuais ou fornecedores de software de registros médicos eletrônicos (EMR)”.

Young et al (2020, p. 1510) acredita que a IA não tomaria o lugar dos profissionais dermatologistas. “Na prática, a IA pode aumentar as avaliações clínicas dos dermatologistas em tempo real e em consultas de tele dermatologia, fornecendo serviços complementares, como comparar lesões ao longo do tempo e ampliar o diagnóstico diferencial”, defende o autor.

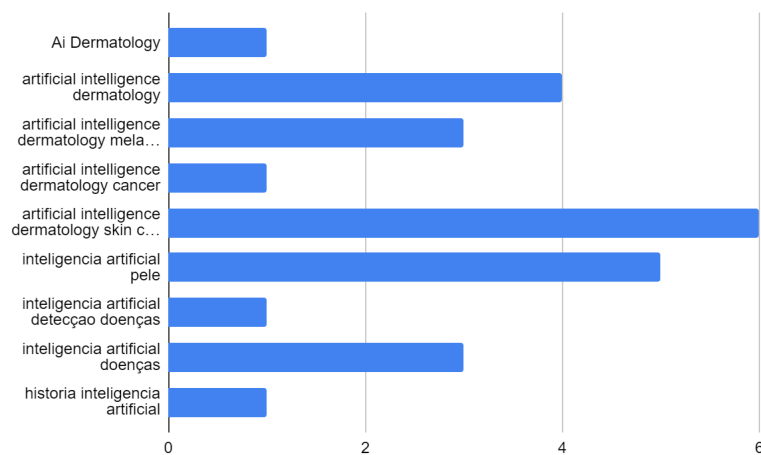
Após observar tais estudos, é seguro concluir que, apesar de a utilização de inteligência artificial possuir obstáculos complexos e que demandam atenção, tanto dos profissionais que a utilizam quanto dos pesquisadores do tema, os benefícios são relevantes o bastante para que as soluções oferecidas possam ser levadas em consideração.

### 3. METODOLOGIA

Diante de um mundo tecnológico cheio de possibilidades, o presente trabalho visa analisar como a aplicação de inteligência artificial (IA) pode facilitar o diagnóstico do câncer de pele de forma a auxiliar médicos, reduzindo a carga de trabalho dos profissionais dermatologistas, tendo como objetivos específicos: contextualizar a inteligência artificial, seu surgimento, história e capacidades; investigar as principais técnicas de inteligência artificial utilizadas na detecção de câncer de pele; avaliar a precisão dos algoritmos de IA em comparação com diagnósticos tradicionais; identificar as limitações e desafios que podem ser encontrados na utilização de IA; e explorar o impacto da IA na agilidade do diagnóstico. Para atingir os objetivos estabelecidos, adotou-se uma abordagem metodológica mista, combinando revisão da literatura com análise de dados qualitativos.

Foi realizada uma revisão da literatura para contextualizar o tema e explorar o estado atual das pesquisas sobre o uso da inteligência artificial no diagnóstico do câncer de pele. A revisão incluiu a análise de artigos científicos e teses. Os critérios de inclusão envolveram a relevância dos estudos para o tópico em questão, a atualidade das publicações (preferencialmente, dos últimos dez anos), e a disponibilidade dos artigos de forma gratuita. As fontes foram pesquisadas e selecionadas através de bases de dados acadêmicas, como *PubMed*, assim como a CAPES, de forma a priorizar artigos de origem brasileira.

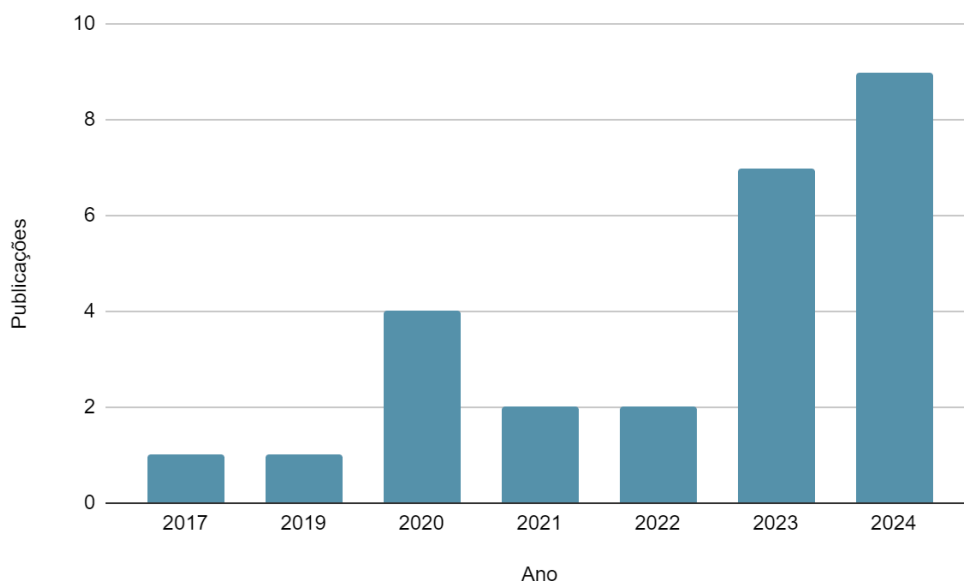
As pesquisas foram realizadas com a utilização das palavras-chave: inteligência artificial, inteligência artificial pele, artificial intelligence dermatology, artificial intelligence dermatology skin cancer, AI dermatology, inteligência artificial doenças, e história da inteligência artificial. Na Figura 3 é possível observar que a palavra-chave “artificial intelligence dermatology skin cancer” foi a que mais deu resultados, sendo estes 378 e totalizando em 6 publicações selecionadas. Em segundo lugar temos a palavra-chave “inteligência artificial pele”, com 12 resultados e 5 publicações selecionadas. Em terceiro lugar vem o termo “artificial intelligence dermatology”, com 1145 resultados e 4 publicações selecionadas, e em seguida vem “inteligência artificial doenças”, com 87 resultados e 3 artigos selecionados. Os termos “AI dermatology”, “artificial intelligence dermatology cancer”, “inteligência artificial detecção doenças” e “história da inteligência artificial” empatam com apenas um artigo encontrado para cada termo.



**FIGURA 3:** Publicações selecionadas por palavras-chave.

**FONTE:** Autoria Própria (2024).

Levando tais dados em consideração, pode-se observar que na Figura 4 o interesse no tema tem aumentado com o passar dos anos. Foram selecionados para esta pesquisa apenas um artigo do ano de 2017, e mais um artigo do ano de 2019. A partir de 2020, no entanto, o número de artigos relevantes para a presente pesquisa aumentaram. Em 2020, 4 artigos relevantes foram encontrados, e foram selecionadas 2 publicações dos anos 2021 e 2022. 7 artigos publicados em 2023 chamaram a atenção, mostrando-se relevantes para a pesquisa, e 2024 chama atenção com a seleção de 9 artigos.



**FIGURA 4:** Publicações relevantes encontradas por ano.  
**FONTE:** Autoria própria (2024).

A revisão da literatura adotada no presente trabalho permitiu uma compreensão profunda das capacidades da IA, bem como uma avaliação crítica das técnicas utilizadas na detecção dessa doença. A seleção cuidadosa de artigos, priorizando publicações recentes e relevantes, evidenciou um crescente interesse no uso da IA na dermatologia, especialmente a partir de 2020. A predominância de publicações na base de dados *PubMed*, em comparação à *CAPES*, destaca a relevância das pesquisas internacionais, ao mesmo tempo que sublinha a contribuição da produção acadêmica brasileira.

Com essas estratégias, o trabalho não apenas contextualiza a inteligência artificial na área da saúde, mas também fornece uma base sólida para futuras investigações sobre a eficácia e os limites dessa tecnologia na prática clínica.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme observado em tópicos anteriores, o uso de IA na detecção de câncer de pele tem avançado significativamente, impulsionado por competições como a International Skin Imaging Collaboration (ISIC). Li Z et. al (2022, p. 10) afirma que, desde sua primeira edição em 2016, a ISIC se consolidou como uma referência essencial para grupos de pesquisa ao fornecer um banco de dados robusto com mais de 80.000 imagens de lesões cutâneas rotuladas. As imagens que compõem este repositório “são abertamente acessíveis a todos os pesquisadores e têm sido usadas em algoritmos de treinamento para diagnosticar e classificar diversas lesões de pele” (Li Z et al., 2022).

As principais técnicas empregadas na detecção do câncer de pele, segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2022), são a dermatoscopia, um exame que utiliza um dispositivo para visualizar camadas da pele que não são perceptíveis a olho nu, e também a biópsia, no qual o material coletado deve ser enviado a um laboratório de anatomia patológica, que elaborará o laudo correspondente. No presente trabalho, observa-se de que forma as inteligências artificiais existentes podem auxiliar as técnicas mencionadas.

As **redes neurais convolucionais (CNNs)** têm se mostrado particularmente eficazes na análise de imagens médicas. Essas arquiteturas automatizam a extração de características, o que é essencial para lidar

com dados de alta dimensionalidade e complexidade, como os encontrados em imagens dermatológicas (Nan Luo et al., 2023). De acordo com os autores, através da aplicação de uma série de filtros e transformações ao dados brutos, as CNNs “automatizam o processo de extração de recursos das imagens de entrada, tornando-as extremamente útil para tarefas onde os dados brutos são altamente dimensionais e complexos, criando gradualmente um mapa de recursos que podem ser usados para classificação ou outras tarefas”.

A introdução de **redes residuais (ResNet)** também representa um avanço significativo, mitigando problemas que dificultam o treinamento de redes profundas. Baseadas na arquitetura das CNNs, “cada camada alimenta a próxima em um sistema neural profundo tradicional. No entanto, nas ResNet, a entrada para uma camada é adicionada à sua saída antes de ser passada para a próxima camada”. Dessa forma, Nan Luo et al. (2023) define que “enquanto redes antes das ResNet tinham algumas dezenas de camadas, as ResNets podem treinar com sucesso redes com 100, 200 ou mais camadas, significativamente melhorando seu desempenho em tarefas de referência em reconhecimento de imagem e outras áreas”. Conforme aponta Nan Luo et al. (2023), a capacidade de otimizar mapeamentos residuais em vez de mapeamentos originais permite uma performance superior na classificação de lesões.

Li Z et. al (2022, p. 6) aponta que, atualmente, o modelo de IA mais representativo e comumente utilizado é o CNN. “Ele transmite dados de entrada através de uma série de nós interconectados que se assemelham a neurônios biológicos. [...] Deep CNNs também têm sido aplicadas à compreensão automática de imagens de lesões cutâneas nos últimos anos”, completam os autores.

**Moleanalyzer Pro** é um sistema CNN comercial comprovado para a classificação de lesões melanogênicas, conforme descreve Li Z et. al (2022, p. 12). O sistema, que foi treinado com mais de 150.000 imagens, foi utilizado em uma pesquisa para “investigar seu desempenho diagnóstico em diferentes localizações e subtipos de melanoma em seis conjuntos de imagens dermatoscópicas benignas/malignas”. O resultado da pesquisa em questão apontou que “a CNN mostrou um desempenho de alto nível na maioria dos conjuntos, exceto no melanoma em locais mucosos e subungueais, sugerindo que a CNN pode compensar parcialmente o impacto de uma precisão humana reduzida”.

Li Z et. al (2022, pág. 12) aponta que, em 2020, o Moleanalyzer Pro foi comparado com 96 dermatologistas. “Os resultados gerais mostram que a CNN e a maioria dos dermatologistas têm desempenho no mesmo nível em condições menos artificiais e em uma gama mais ampla de diagnóstico”, os autores afirmam, embora deixem claro que os dermatologistas possuem a capacidade de obter resultados mais precisos quando possuem informações clínicas e textuais mais ricas sobre casos.

As **Redes Neurais Artificiais (RNAs)** têm se consolidado como ferramentas fundamentais na previsão não linear e em métodos estatísticos, conforme aponta Dildar et al. (2021, p. 6), inspirando-se na estrutura biológica do cérebro humano. De acordo com os autores, uma RNA é composta por três camadas de neurônios: a camada de entrada, as camadas ocultas e a camada de saída. Os neurônios na camada de entrada são responsáveis por transferir dados para as camadas intermediárias, onde ocorrem cálculos que aprendem as associações complexas entre os dados de entrada e saída. O processo de retropropagação permite que a rede aprenda continuamente, ajustando os pesos das conexões conforme necessário. Este funcionamento complexo é o que permite que as RNAs sejam utilizadas em uma ampla gama de aplicações na ciência da computação.

Uma rede neural usa retropropagação ou arquitetura feed-forward para aprender pesos presentes em cada conexão/link de rede. Ambas as arquiteturas usam um padrão diferente para o conjunto de dados subjacente. Redes neurais baseadas em arquitetura feedforward transferem dados apenas em uma direção. Os dados fluem apenas da camada de entrada para a camada de saída (Dildar et. al, 2021, p. 6).



Lecchi et. al (2022, p. 818) traz como exemplo a **série YOLOv5**, uma ferramenta de detecção e reconhecimento de imagens que utiliza de redes neurais de estágio único para efetuar uma completa detecção do posicionamento e da classificação dos objetos em análise. Os autores explicam que o algoritmo YOLOv5, treinado sobre base de dados e imagens específica, foi capaz de classificar corretamente pessoas que estavam vestindo ou não máscaras de proteção viral. No estudo, “foram testadas diversas diferentes versões da YOLOv5, sendo comparadas suas performances nas principais variáveis de rendimento e precisão”.

De acordo com os resultados apresentados, a YOLOv5x tem performance ligeiramente melhor que as demais redes, porém com um gasto de tempo de processamento muito maior. Analogamente, temos para o algoritmo YOLOv5s um tempo de aprendizado muito menor, sem necessariamente ter perdas significativas de performance, quando se trata de indicadores chave como precisão, recall ou mAP. Como para este estudo, não se faz necessário haver a atualização recorrente do aprendizado de máquina sob o dataset, definimos como a melhor opção de rede para utilização como sendo a versão YOLOv5x, com velocidade mais baixa para aprendizado, mas alta performance de reconhecimento dos parâmetros determinados nas classes do problema. (Lecchi et. al, 2022, p. 824).

Dildar et al. (2021, p. 12) também nos apresenta a **Rede Neural Auto-Organizável de Kohonen (KNN)**, que se destaca por seu método de aprendizado não supervisionado. Conforme esclarecido pelos autores, a KNN não requer intervenção do desenvolvedor durante o processo de aprendizado, tornando-a particularmente eficaz na análise de dados sem conhecimento prévio das relações entre os atributos. A estrutura da KNN é composta por duas camadas: a camada de entrada e a camada competitiva. Ambas as camadas estão interconectadas, e cada nó na camada competitiva também serve como um nó de saída, permitindo que a KNN agrupe dados de forma autônoma, frequentemente referida como mapa auto-organizável.

Um KNN funciona basicamente como um redutor de dimensionalidade. Pode reduzir a alta dimensão dados profissionais em uma dimensão baixa, como um plano bidimensional. Assim, fornece tipos discretos de representação do conjunto de dados de entrada. KNNs são diferentes de outros tipos de NN em termos de estratégia de aprendizagem porque utilizam a aprendizagem competitiva em vez da aprendizagem baseada na correção de erros encontrada no BPN ou na aprendizagem feed-forward. A KNN preserva a estrutura topológica do espaço de dados de entrada durante o mapeamento da dimensionalidade de alta para baixo. (Dildar et. al, 2021, p. 12)

Outra arquitetura inovadora apresentada por Dildar et al. (2021, p. 13). é a **Rede Adversarial Generativa (GAN)**, que utiliza princípios da teoria dos jogos de soma zero. As GANs operam com duas redes neurais: um gerador e um discriminador. O gerador cria amostras de dados falsas, tentando confundir o discriminador, que por sua vez busca distinguir entre dados reais e falsos. Este processo de competição contínua entre as duas redes resulta em uma melhoria constante no desempenho de ambas, permitindo que as GANs gerem amostras extremamente realistas, como imagens fotorrealistas, a partir da mesma distribuição de dados.

A Tabela 2 apresenta uma comparação de diferentes modelos de IA utilizados na detecção de câncer de pele:

TABELA 2: Principais modelos de IA na detecção de câncer de pele.		
Modelo	Tipo	Desempenho
<b>CNN</b>	Rede Neural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto nível de precisão na classificação;</li> <li>- Utilizado em diagnósticos de diversas lesões cutâneas.</li> </ul>
<b>ResNet</b>	Rede Residual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Superior na classificação de lesões;</li> <li>- Otimiza mapeamentos residuais, mitigando problemas em redes profundas.</li> </ul>
<b>KNN</b>	Rede Auto-Organizável	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eficaz em agrupamento sem supervisão;</li> <li>- Não requer intervenção do desenvolvedor.</li> </ul>
<b>GAN</b>	Rede Adversarial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geração de amostras realistas;</li> <li>- Baseada em teoria dos jogos, promove melhoria contínua entre gerador e discriminador.</li> </ul>

FONTE: Autoria Própria (2024)

Pode-se observar que os resultados obtidos indicam que tanto as CNNs quanto as ResNets são altamente eficazes no diagnóstico de lesões cutâneas, com a ResNet se destacando em cenários que envolvem redes profundas. A KNN, por sua vez, brilha na análise não supervisionada, permitindo agrupamentos sem a necessidade de conhecimento prévio sobre os dados. As GANs se revelam essenciais na geração de dados sintéticos, o que potencializa a capacidade de treinamento de outros modelos. Um exemplo prático é o Molealyzer Pro, uma aplicação comercial de CNN que demonstra um desempenho robusto, embora enfrente limitações em determinados contextos, como em locais mucosos e subungueais. Esses achados sublinham a importância e a diversidade das abordagens de IA na detecção de câncer de pele.

Para alcançar o objetivo de conceituar o que vem a ser a inteligência artificial, sua evolução e capacidades, o presente trabalho destaca a evolução da IA, especialmente no contexto da detecção de câncer de pele. Definiu-se também que os métodos tradicionais de diagnósticos na detecção do câncer de pele são a dermatoscopia e a biópsia. Discutiui-se como as CNNs e outras arquiteturas, como a Rede Neural Auto-Organizável e as GANs, estão se integrando a essas técnicas, ampliando as possibilidades de diagnóstico.

Li Z et. al (2022, p. 12) evidencia que a pesquisa com o Molealyzer Pro mostra que o desempenho das CNNs é comparável ao de dermatologistas em muitos casos, embora os profissionais ainda superem os algoritmos quando têm acesso a informações clínicas mais detalhadas. Isso evidencia a eficácia da IA em relação aos métodos tradicionais, além de indicar áreas onde a IA pode melhorar, respondendo diretamente ao objetivo de comparação da precisão dos algoritmos de IA com diagnósticos tradicionais.

Apona-se também que, apesar do alto desempenho em muitos conjuntos de dados, as CNNs ainda enfrentam desafios em locais específicos, como melanoma em regiões mucosas e subungueais, destacando as limitações atuais da IA, de forma a alcançar o objetivo de definir quais são as limitações e desafios associados à utilização da IA como meio de diagnóstico.

Quanto à ferramenta YOLOv5, a rede é eficaz no que se propõe a fazer, atingindo níveis de precisão próximos a 70% para casos com diagnóstico clínico do tipo “melanoma”. Lecchi et. al (2022, p. 825) recomendam a realização de melhorias, como “o aumento de amostras do dataset para o grupo de fotos

melanoma, ou a criação de uma nova classificação, distinguindo as variações visuais dos tipos de melanoma, para que a performance deste algoritmo atinja níveis superiores”.

O estudo de Dildar et. al (2021), através de uma revisão sistemática da literatura, se propôs a discutir várias técnicas de redes neurais para detecção e classificação do câncer de pele, focando em RNAs, CNNs, KNNs e RBFNs para classificação de imagens de lesões. Os autores concluem que cada algoritmo tem suas vantagens e desvantagens, acrescentando que a “seleção adequada da técnica de classificação é o ponto central para a melhor resultados. No entanto, a CNN dá melhores resultados do que outros tipos de redes neurais quando classifica dados de imagem, porque estão mais intimamente relacionados à visão computacional do que outros”.

Enquanto isso, com uma revisão sistemática da literatura em seu artigo, Li Z et. al (2022) demonstra o enorme potencial do diagnóstico baseado em IA na dermatologia. “Enquanto a IA não consegue atingir uma taxa de diagnóstico 100% correto, combinar máquinas com médicos de forma confiável melhora o desempenho do sistema. É concebível que os procedimentos baseados em IA sejam parte da rotina diária dos dermatologistas”, definem os autores.

Pode-se dizer que o impacto da IA na agilidade do diagnóstico, através da automação da análise de imagens por meio de IA, como as CNNs, pode acelerar o processo de diagnóstico, tornando-o mais eficiente. O uso de algoritmos avançados permite uma triagem inicial rápida, o que pode levar a diagnósticos mais ágeis e, conseqüentemente, a um tratamento mais precoce.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inteligência artificial (IA) demonstra ser um mecanismo abrangente, capaz de atender aos mais diversos campos do conhecimento. Mais do que nunca, sua utilização está em discussão, visto que é uma tecnologia que está avançando rapidamente, em especial com o surgimento de ferramentas como o Chat GPT.

Com o presente trabalho, buscou-se entender do que se trata a inteligência artificial, além de que formas pode ser utilizada. Foi observado que a inteligência artificial é uma tecnologia que emprega algoritmos para aprimorar diversas capacidades a ela designadas, sendo capaz, em determinados contextos, de manifestar um grau de consciência emergente. Constatou-se também que seu uso é extremamente amplo, desde jogos, comunicação, realização de cálculos, e é claro, o diagnóstico por imagem de uma forma mais rápida e eficiente.

Levando tais utilizações em consideração, buscou-se descobrir se a IA pode ser aprimorada para desempenhar um papel relevante no campo do diagnóstico médico, com destaque para a detecção de câncer de pele. De forma a atingir este objetivo, foram avaliados através de revisão bibliográfica trabalhos que se referiam à medicina diagnóstica de uma forma geral, e em seguida especificando para a detecção de câncer de pele.

Os métodos tradicionais de diagnóstico de câncer de pele, como a dermatoscopia e a biópsia, foram claramente definidos. Além disso, discutiu-se a integração de arquiteturas avançadas, como as redes neurais convolucionais (CNNs), as Redes Neurais Auto-Organizáveis e as Redes Adversariais Generativas (GANs), que ampliam as possibilidades de diagnóstico na área.

A série YOLOv5, uma ferramenta de detecção e reconhecimento de imagens que utiliza de redes neurais de estágio único, também foi avaliada no presente estudo, mostrando-se eficaz, precisa e rápida na identificação de padrões para seleção de alvos suspeitos de irregularidades, ainda que seja necessário passar por melhorias para o aumento de sua eficácia.

A análise do desempenho do Molealyzer Pro revelou que as CNNs apresentam resultados comparáveis aos de dermatologistas em diversas situações. No entanto, os profissionais ainda superam os algoritmos quando têm acesso a informações clínicas mais ricas, evidenciando a eficácia da IA em relação aos métodos tradicionais, assim como as áreas que necessitam de aprimoramento, alinhando-se ao objetivo de comparar a precisão dos algoritmos de IA com os diagnósticos convencionais.

Concluiu-se que, embora as CNNs mostrem alto desempenho em muitos conjuntos de dados, ainda enfrentam desafios em locais específicos, como melanomas em regiões mucosas e subungueais, o que destaca as limitações atuais da IA e responde ao objetivo de identificar os desafios associados à sua utilização como ferramenta diagnóstica. Vale ressaltar que a utilização de metadados, como a fusão de estatísticas de pacientes e dados visuais, torna possível melhorar ainda mais a precisão da classificação da rede neural.

Por fim, o impacto da IA na agilidade do diagnóstico é significativo, uma vez que a automação da análise de imagens, através de algoritmos avançados, pode acelerar o processo diagnóstico, tornando-o mais eficiente. Essa automação possibilita uma triagem inicial mais rápida, resultando em diagnósticos mais ágeis e, conseqüentemente, em tratamentos mais precoces.

Devido ao fato de doenças de pele serem diagnosticadas através de observação de lesões cutâneas, e somando isso ao fato de que há uma escassez nos profissionais de saúde no campo da dermatologia, principalmente em áreas mais pobres, foi possível aprender que a aplicação da IA na detecção de doenças de pele pode vir a ser útil de muitas maneiras, de apoio a serviços clínicos e redução a carga de trabalho dos profissionais de saúde. A IA também possui uma precisão maior, além de ter a capacidade de detectar características específicas associadas a várias doenças, analisar imagens radiológicas de forma mais

objetiva, assim como identificar padrões que indicam o surgimento de doenças logo em seus estados iniciais.

Em pesquisas futuras, no entanto, é interessante abordar os obstáculos que essa utilização pode ocasionar. Existe uma alta possibilidade de generalização dos diagnósticos devido à falta de dados, já que os algoritmos precisam ser alimentados de forma constante para obter resultados mais precisos. Os profissionais de saúde podem se sentir receosos de serem substituídos por esses mecanismos, assim como há questões éticas e de qualidade da imagem a considerar. A precisão do diagnóstico também pode ser restrita por coisas como marcas coloridas na pele e tatuagens.

Apesar de tais desafios, acreditamos que deve-se continuar investindo na utilização da inteligência artificial na medicina diagnóstica. Como se sabe, o câncer de pele é o tipo mais comum no Brasil, e seu tratamento demonstra ter mais eficácia quando é descoberto em seus estágios iniciais. Acreditamos que continuar a estudar suas aplicabilidades e permanecer alimentando com dados os algoritmos que já existem pode ser muito benéfico para a comunidade dermatológica, contribuindo cada vez mais para a melhoria da medicina diagnóstica.

## **6. AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos aos meus pais Kelly Jakellyne Vieira Castilho e Jorge Castilho de Albuquerque Araújo, à minha orientadora prof. Dra. Jaqueline Alves Ribeiro, aos professores por todo o apoio e paciência durante a minha trajetória e aos coordenadores prof. Hudson de Paula Romualdo e prof. Dr. Rodrigo de Sousa Gomide, aos servidores do IF Goiano Campus Trindade pelo auxílio e aos meus colegas pela ajuda e incentivo durante a minha graduação.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELI, Pedro Henrique de; COLODETTE, Leonardo; OLIVEIRA, Pedro Henrique Sabino de; SILVA, André Bessa da. **A Evolução da Inteligência Artificial e a Substituição do Trabalho Humano**. Rev. AMBIENTE ACADÊMICO (ISSN Impresso 2447-7273, ISSN online 2526-0286), v.5, n.1, jan./jun. 2019. Acesso em: 18 ago. 2024.
- ARÃO, C.. **Por trás da inteligência artificial: uma análise das bases epistemológicas do aprendizado de máquina**. Trans/Form/Ação, v. 47, n. 3, p. e02400163, 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Câncer de pele melanoma**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/tipos/pele-melanoma>. Acesso em: 18 ago. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Câncer de pele não melanoma**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/tipos/pele-nao-melanoma>. Acesso em: 18 ago. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Diagnóstico**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/c/cancer-de-pele/diagnostico>. Acesso em: 23 out. 2024.
- COSTA, P. G.; SINIS, A. D. B.; DIAS, A. V.; FRANÇA, C. A. G.; OUTUBO, E. N. de F.; TEIXEIRA, F. A. R.; RICHTER, I. C. K.; NASCIMENTO, L. R. F.; GOMES, A. C. C. L. **Aplicação de Inteligência Artificial em diagnóstico médico**. Brazilian Journal of Health Review, [S. l.], v. 7, n. 3, p. e69616, 2024. DOI: 10.34119/bjhrv7n3-063. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/69616>. Acesso em: 8 ago. 2024.
- COSTA, Caroline Sousa. **Epidemiologia do câncer de pele no Brasil e evidências sobre sua prevenção. Diagn Tratamento**. 2012;17(4):206-8. Centro Cochrane do Brasil, Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina (Unifesp-EPM). Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/upload/S/1413-9979/2012/v17n4/a3341.pdf>. Acesso em: 23 out. 2024.
- DE CASTRO BARBOSA, X. (2020). **Breve Introdução À História Da Inteligência Artificial**. Jamaxi, 4(1). Recuperado de <https://periodicos.ufac.br/index.php/jamaxi/article/view/4730>. Acesso em: 18 ago. 2024.
- DILDAR M, Akram S, Irfan M, Khan HU, Ramzan M, Mahmood AR, Alsaiari SA, Saeed AHM, Alraddadi MO, Mahnashi MH. **Skin Cancer Detection: A Review Using Deep Learning Techniques**. Int J Environ Res Public Health. 2021 May 20;18(10):5479. doi: 10.3390/ijerph18105479. PMID: 34065430; PMCID: PMC8160886.
- FONSECA, F. R.; MATOS, W. C.; MORAIS, L. R. de; BOGEA, T. B.; MORENO, A. L. de O.; LEITE, M. R.; SEIXAS, Y. M.; LIMA, A. L. de O.; REGO, A. M.; OLIVEIRA, J. P. A. de; VARELA, N. C.; OLIVEIRA, L. D. **O impacto da Inteligência Artificial na interpretação de exames de imagem em diagnóstico médico**. Brazilian Journal of Health Review, [S. l.], v. 7, n. 3, p. e69808, 2024. DOI: 10.34119/bjhrv7n3-132. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/69808>. Acesso em: 8 ago. 2024.
- GOMES, Dennis dos Santos. **Inteligência Artificial: Conceitos e Aplicações**. Revista Olhar Científico – Faculdades Associadas de Ariquemes – V. 01, n.2, Ago./Dez. 2010. Acesso em: 18 ago. 2024.
- INSTITUTO MELANOMA BRASIL. **Melanoma Brasil**, 2019. Você conhece a regra do ABCDE?. Disponível em: <https://www.melanomabrasil.org/voce-conhece-a-regra-do-abcde/>. Acesso em: 25 out. 2024.
- INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. **Estimativa 2023**: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA; 2022. Acesso em 24 out. 2024. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/estimativa-2023.pdf>.
- KALIL, G. K. M. de O. G.; BUONACCORSO, T. G. do V.; SCHMITZ, B. F.; SILVA, O. T. da; PEDRONI, A. P.; SOUZA, T. P. de; KLEINHANS, M.; KLEINHANS, V. B.; FERMINO, K. A. **Dermatologia, avanços tecnológicos e Inteligência Artificial para o diagnóstico de doenças de pele**. Brazilian Journal of Health Review, [S. l.], v. 7, n. 2, p. e68779, 2024. DOI: 10.34119/bjhrv7n2-317. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/68779>. Acesso em: 7 ago. 2024.
- LECCHI, T.; ALMEIDA, G. M. de.; VIVACQUA, R. P. D. **Algoritmo de Deep Learning baseado na rede neural YOLOv5 para classificação dermatoscópica e detecção de câncer (melanoma)**. Concilium, [S. l.], v. 22, n. 7, p. 813–827, 2022. DOI: 10.53660/CLM-669-728. Disponível em: <https://clium.org/index.php/edicoes/article/view/669>. Acesso em: 16 dez. 2024.
- LEITE, K. R. V.; PASQUALI, M. A. B.; SILVA, T. A. S. N. da; RODRIGUES, L. V.-R. V.; MELO, G. D. X.; PACHECO, A. P. Q. D. F.; LOURENÇO FILHO, M. C.; LOPES, J. R. R.; BEZERRA, S. de S.; SCARAVONATTI, M. E. F.; SOUSA, M. C. D. de; TORRES, F. B.

de O.; GUIMARÃES, P. A. M.; SANTOS, J. B. C. P. dos. **Transformação da saúde: o impacto da Inteligência Artificial na medicina moderna.** CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, [S. l.], v. 17, n. 5, p. e6726, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.5-086. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/6726>. Acesso em: 8 ago. 2024.

LI Z Koban KC, Schenck TL, Giunta RE, Li Q, Sun Y. **Artificial Intelligence in Dermatology Image Analysis: Current Developments and Future Trends.** J Clin Med. 2022 Nov 18;11(22):6826. doi: 10.3390/jcm11226826. PMID: 36431301; PMCID: PMC9693628.

MELO, M. C. R. C. ; ARAÚJO, D. P. de .; GALVÃO, L. C. de M. C. .; CASTRO, R. A. de .; ALMEIDA, T. M. **O Impacto da Inteligência Artificial na Melhoria do Diagnóstico e Tratamento de Doenças em Pacientes.** Revista Amor Mundi, [S. l.], v. 4, n. 8, p. 195–204, 2023. DOI: 10.46550/amormundi.v4i8.351. Disponível em: <https://journal.editorametrics.com.br/index.php/amormundi/article/view/351>. Acesso em: 7 ago. 2024.

Moraes, J. J. de, Barbosa, M. C. M. de A., Vieira, P. H. C., Costa, A. C. M. de S. F. da, Romeiro, E. T., Terebinto, D. V., ... Zbierski, M. de L. (2023). **Impacto da tecnologia de inteligência artificial na medicina diagnóstica.** Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação, 9(7), 1303–1214. <https://doi.org/10.51891/rease.v9i7.10699> Acesso em: 7 ago. 2024.

NAN LUO, Xiaojing Zhong, Luxin Su, Zilin Cheng, Wenyi Ma, Pingsheng Hao. **Artificial intelligence-assisted dermatology diagnosis: From unimodal to multimodal,** Computers in Biology and Medicine, Volume 165, 2023, 107413, ISSN 0010-4825, <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2023.107413>.

SANTOS, A. M. J. dos; DEL VECHIO, G. H. **Inteligência Artificial, Definições e Aplicações: o uso de sistemas inteligentes em benefício da medicina.** Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 129–139, 2020. DOI: 10.31510/inf.v17i1.782. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/782>. Acesso em: 7 ago. 2024.

SENGUPTA D. **Artificial Intelligence in Diagnostic Dermatology: Challenges and the Way Forward.** Indian Dermatol Online J. 2023 Oct 17;14(6):782-787. doi: 10.4103/idoj.idoj\_462\_23. PMID: 38099026; PMCID: PMC10718130.

SICHMAN, Jaime Simão. **Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos.** ESTUDOS AVANÇADOS 35. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.004>. Acesso em: 18 ago. 2024.

SILVA JÚNIOR, C. Ribeiro da; DO MONTE, Ádamo Ferreira Gomes; CUNHA, D. Merigue da. **Utilização de Imagens no Domínio da Frequência Espacial e Redes Neurais Artificiais para Determinação de Propriedades Ópticas de Tecidos.** Revista Brasileira de Física Médica, [S. l.], v. 15, p. 635, 2021. DOI: 10.29384/rbfm.2021.v15.19849001635. Disponível em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/635>. Acesso em: 7 ago. 2024.

YOUNG AT, Xiong M, Pfau J, Keiser MJ, Wei ML. **Artificial Intelligence in Dermatology: A Primer.** J Invest Dermatol. 2020 Aug;140(8):1504-1512. doi: 10.1016/j.jid.2020.02.026. Epub 2020 Mar 27. PMID: 32229141.