

O EMPREGO DE TECNOLOGIAS NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DE CÂNCER

THE USE OF TECHNOLOGIES IN THE EARLY DIAGNOSIS OF CANCER

João Vitor Borges de Souza

Acadêmico de Medicina, Centro Universitário FAMESC - UniFAMESC, Bom Jesus do Itabapoana-RJ, joaoborgesdesouza3@gmail.com

Clara dos Reis Nunes

Doutorado em Produção Vegetal, Bacharel em Nutrição, Docente do Centro Universitário FAMESC - UniFAMESC, Bom Jesus do Itabapoana-RJ, clara.reis@famesc.edu.br

Resumo

O diagnóstico precoce desempenha um papel crucial no tratamento eficaz de neoplasias malignas, sendo essas doenças responsáveis por uma elevada taxa de mortalidade global, especialmente em estágios avançados. Este trabalho teve como objetivo explorar e incentivar a reflexão sobre a utilização de ferramentas de Inteligência Artificial (IA) no diagnóstico de neoplasias malignas, analisando seus benefícios, avanços e limitações. A pesquisa, de caráter qualitativo, exploratório e bibliográfico, analisou publicações científicas dos últimos 10 anos, avaliando a eficácia da IA em áreas como câncer de pele e mama. Os resultados mostram que essas tecnologias oferecem uma considerável precisão diagnóstica, maior agilidade na análise de exames e redução de erros, destacando-se especialmente em regiões com recursos médicos limitados. Além disso, a capacidade de aprendizado contínuo das ferramentas de IA permite uma adaptação progressiva, aprimorando os resultados ao longo do tempo. Entretanto, desafios como a necessidade de bases de dados representativas, a demanda por infraestrutura tecnológica avançada e a capacitação de profissionais para operar essas ferramentas ainda limitam sua aplicação em larga escala. Conclui-se que a integração da IA ao diagnóstico médico, associada ao trabalho dos especialistas, apresenta grande potencial para melhorar a detecção precoce de câncer,

ampliar o acesso a diagnósticos de qualidade e contribuir para prognósticos mais favoráveis, reduzindo desigualdades no acesso à saúde.

Palavras-chave: Diagnóstico precoce; Neoplasias malignas; Inteligência artificial.

Abstract

Early diagnosis plays a crucial role in the effective treatment of malignant neoplasms, as these diseases are responsible for high global mortality rates, particularly in advanced stages. This work aimed to explore and encourage reflection on the use of Artificial Intelligence (AI) tools in the diagnosis of malignant neoplasms, analyzing their benefits, advances and limitations. The research, which was qualitative, exploratory, and bibliographic in nature, analyzed scientific publications from the last 10 years to assess the efficacy of AI in areas such as skin and breast cancer. The findings indicate that these technologies provide significant diagnostic accuracy, greater agility in exam analysis, and a reduction in errors, particularly in regions with limited medical resources. Furthermore, the continuous learning capabilities of AI tools enable progressive adaptation, improving outcomes over time. However, challenges such as the need for representative databases, the demand for advanced technological infrastructure, and the training of professionals to operate these tools still limit their large-scale application. It is concluded that the integration of AI into medical diagnostics, combined with the expertise of specialists, holds great potential to enhance early cancer detection, expand access to high-quality diagnostics, and contribute to more favorable prognosis, thereby reducing inequalities in healthcare access.

Keywords: Early diagnosis; Malignant neoplasms; Artificial intelligence.

1 INTRODUÇÃO

Os cânceres são um grupo de doenças crônicas não transmissíveis que mais assolam a população mundial, representando uma das principais razões de morte antes dos 70 anos em vários países. No Brasil, para o período compreendido entre 2023 e 2025 há a estimativa de 704 mil novos casos de câncer no país. Os tipos de cânceres mais comuns entre a população mundial são, respectivamente, o câncer de mama feminino, seguido pelo câncer de pulmão e pelo câncer de cólon e reto (SUNG *et al.*, 2021).

Os cânceres possuem um amplo campo de sintomatologia que variam desde cansaço e perda de peso ao surgimento de nódulos e úlceras pelos tecidos do corpo. A evolução da doença, na maioria das vezes, é rápida e agressiva, o que requer uma intervenção rápida e o mais eficaz possível, uma vez que o avanço da doença e a natureza do câncer estão intimamente ligados à ocorrência do câncer migrar do seu local de origem em direção a outros órgãos em um processo denominado como metástase (BRUM *et al.*, 2017).

Frequentemente o diagnóstico de câncer é realizado por meio de exames convencionais, como exames de imagem (tomografias, ressonâncias, mamografias e ultrassom), exames laboratoriais e exames histopatológicos (biópsias). Devido à natureza agressiva e evolutiva da maioria dos tipos de cânceres, um diagnóstico preciso e precoce é imprescindível para um prognóstico favorável ao paciente (GALE, 2024).

A Inteligência Artificial (IA) é uma vertente da computação dedicada a simular a capacidade humana de raciocínio e de reagir a certos estímulos através da programação prévia da máquina por humanos e pela inserção de informações (MACEDO, 2023). A IA pode ser uma importante aliada aos especialistas para o diagnóstico do paciente, uma vez que através do uso de algoritmos e estabelecimentos de parâmetros de análise esse tipo de ferramenta tem se mostrado eficaz em detectar padrões de lesões que podem, futuramente, gerar um tumor. Além disso, esse advento tecnológico permite o armazenamento de grandes quantidades de dados além do processamento em uma velocidade acima do normal desses materiais (BRAGA *et al.*, 2019).

As IA's possuem também uma capacidade conhecida como self learning que consiste basicamente na capacidade de aperfeiçoamento das conclusões obtidas por ela através da própria "vivência" daquela máquina, ou seja, quanto mais dados são inseridos nela, quanto mais casos clínicos, quanto mais diagnósticos ela efetua, mais ela tende a se aprimorar e mais precisa ela tende a se tornar (LOBO, 2017).

Como as neoplasias estão entre as doenças crônicas não transmissíveis que mais atingem a população em geral, a detecção precoce é fundamental para um manejo mais eficaz da doença. Com o uso de tecnologias baseadas em Inteligência Artificial, a literatura relata avanços significativos na identificação e análise de biomarcadores comuns no câncer, como os genéticos, moleculares, proteicos e de imagem. Essas inovações tornam os diagnósticos mais rápidos e também contribuem para a personalização dos tratamentos, além de melhorar os prognósticos. Dessa forma, a IA é considerada uma ferramenta promissora para transformar a prática clínica oncológica, reduzindo custos e aumentando a eficácia dos diagnósticos (BARIONI *et al.*, 2024.)

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi levar uma reflexão sobre o uso das ferramentas de inteligência artificial no diagnóstico de neoplasias malignas, bem como a análise sobre seus benefícios, avanços e limitações.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica qualitativa, analítica e de caráter exploratório, onde foram avaliados os artigos publicados na íntegra em bases de dados científicas como PubMed, Medline, Scielo e Google Acadêmico, publicados nos últimos 13 anos, em língua portuguesa e em língua inglesa. A pesquisa se desenvolveu através da análise de artigos que contemplam o assunto oncogênese, primeiramente. Após essa primeira etapa foi realizada a busca por artigos que abordaram o assunto de novas ferramentas voltadas ao diagnóstico médico de câncer, como a inteligência artificial. Para tal feito, foram utilizados os seguintes descritores: “Oncogênese”, “Inteligência artificial”, “diagnóstico” e “precoce”. Foram excluídas as publicações que focavam em programação de software e à engenharia da programação de ferramentas de inteligência artificial, bem como as publicações que não atendiam aos descritores, ao período temporal e aos idiomas considerados.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Câncer

A palavra câncer é utilizada para nomear um grupo de mais de 100 tipos de neoplasias malignas. O câncer pode ser definido como uma mutação no DNA de uma célula, o que leva à perda da função original desta célula e à sua proliferação descontrolada. Essas alterações ocorridas no DNA dessas células podem ocorrer por diversos motivos, como a exposição a radiações e a químicos como agrotóxicos, agressões constantes a um determinado tecido, agentes biológicos, como a bactéria *H. pylori*, o Papiloma Vírus Humano (HPV), e até mesmo mutações aleatórias podem ocorrer (INCA, 2016).

As células do organismo humano estão frequentemente expostas a fatores mutagênicos, o que poderia ocasionar uma alteração no material genético e desencadear a proliferação desordenada dessas células. Entretanto, existem mecanismos que são capazes de corrigir essas mutações ou até mesmo induzir essa célula à apoptose. Em uma célula normal, o proto-oncogene atua regulando a divisão celular, desempenhando uma função essencial no crescimento e na diferenciação celular, ou seja, o proto-oncogene atua de maneira a corrigir eventuais erros no DNA das células ou impedindo que essa célula mutada siga sua jornada com a chance de desencadear um processo tumoral (INCA, 2016). Contudo, quando esse proto-oncogene aparece mutado ou superexpresso esse

mesmo é chamado de oncogene, que leva a uma divisão celular acelerada e descontrolada e, na maioria das vezes, sem responder a estímulos apoptóticos (INCA, 2016).

Os cânceres podem ser divididos de maneira organizacional de acordo com a natureza do tecido em que ele se originou. Os carcinomas, por exemplo, são tumores originados a partir do tecido epitelial, seja ele de revestimento ou do tipo glandular. Um exemplo desse tipo de tecido é o tecido de revestimento do intestino, brônquios e glândula mamária, cerca de 80% dos cânceres são deste tipo. Os sarcomas são os tumores que se iniciaram através do tecido conectivo ou de células musculares, em geral esses tumores originam-se de tecido conjuntivo, um exemplo desse tipo de câncer são os osteossarcomas. Existem também, em menor número de ocorrência, os tumores originados de células do Sistema Nervoso Central (SNC), como os gliomas, que são tumores que afetam a glia, células importantes na estrutura do SNC (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2016).

Os cânceres oriundos de leucócitos ou de seus precursores são os chamados linfomas e as leucemias, sendo que este último tumor não necessariamente forma uma massa tumoral (CAMPOS, 2021). De acordo com o estudo de Sung *et al.* (2021), no ano de 2020, cerca de 19,3 milhões de novos casos de câncer foram diagnosticados em todo o mundo. Entre os tipos de cânceres mais incidentes na população mundial estão: em primeiro lugar, o câncer de mama feminino; em segundo lugar, o câncer de pulmão; em terceiro lugar, o câncer de cólon e reto; em quarto lugar, o câncer de próstata seguido pelo câncer de pele do tipo não melanoma em quinto lugar.

Quanto à distribuição dos casos de câncer de acordo com cada sexo, estima-se que, no Brasil, a taxa de incidência de câncer para o triênio de 2023-2025 seja de 220,5 casos por 100 mil homens e 196,8 casos por 100 mil mulheres. Nos homens, o tipo de câncer mais prevalente é o de próstata, seguido pelo câncer de pulmão e de colorretal. Já nas mulheres, o câncer de mama feminina, colo do útero, cólon e reto e pulmão são os mais frequentes (INCA, 2022). Considerando essa epidemiologia, evidencia-se o câncer como uma doença que acomete tanto a população brasileira quanto a população mundial de forma significativa e causando problemas na saúde pública.

3.2 Aplicação da Inteligência Artificial

As ferramentas de inteligência artificial consistem em um artefato computacional que busca, através da programação prévia por um profissional da área e com o uso de algoritmos, simular a capacidade de raciocínio humano, no caso da aplicação na medicina, simular o raciocínio clínico do médico (LOBO, 2017).

Estudos já foram desenvolvidos em diversas áreas da doença utilizando modelos distintos, com arquiteturas próprias. Essas áreas incluem o câncer de pele, os cânceres de mama feminino e os cânceres de cólon e reto, entre outras (WILLINGHAM *et al.*, 2021; BRINKER *et al.*, 2019; ABELE *et al.*, 2023; KOOI *et al.*, 2017).

No que se refere a essas ferramentas, elas podem atuar de diversas formas, uma delas é realizando a análise de exames de imagens que frequentemente são solicitados a indivíduos com suspeita de câncer, esses exames incluem, tomografias, ressonância magnética (RM), tomografia computadorizada (TC), Raio X (RX) e ultrassonografia (USG). A análise dessas imagens de forma convencional exige uma demanda de médicos capacitados para interpretar os achados do exame com a fisiopatologia do câncer em questão (CROFFI *et al.*, 2024).

As Inteligências Artificiais na medicina podem atuar de uma segunda forma, fazendo o rastreio de cânceres através da análise de fatores de risco associados a cada doença, fatores ambientais, fatores demográficos e genéticos através da análise de sequências genômicas de cada indivíduo e acusando quando encontrar mutações condutoras e alterações genéticas que indiquem algum ponto de atenção (SANTIAGO *et al.*, 2024).

No exame histopatológico, a IA pode atuar indicando células cancerígenas, o potencial maligno daquele câncer e também a porcentagem de área acometida. Além disso, a IA pode auxiliar o patologista a caracterizar com maior precisão o tipo de câncer, fazendo com que o tratamento seja mais específico e com menores riscos de avanço da doença e o surgimento de múltiplos efeitos colaterais (SANTIAGO *et al.* 2024).

No câncer de pele, o diagnóstico precoce eleva para 90% as chances de cura da doença (WILLINGHAM *et al.*, 2021). Sendo assim, a inclusão de softwares que utilizam inteligência artificial ajuda a análise de lesões potencialmente cancerosas tornando essa análise mais precisa e rápida, através de modelos de Redes Neurais que possuem bancos de dados previamente abastecidos de imagens de lesões. O uso de algoritmos e critérios a serem analisados também ajuda no estabelecimento de parâmetros (SANTIAGO *et al.*, 2024).

O ABCDE do melanoma é utilizado no exame físico realizado por médicos para definir o grau de malignidade da lesão dermatológica, esse critério avalia a assimetria dessa lesão, as bordas, a cor, o diâmetro e a evolução dessa lesão ao longo do tempo. Essas ferramentas computacionais podem ser programadas para analisarem lesões utilizando os parâmetros do ABCDE e assim, auxiliarem os médicos a estabelecerem diagnósticos mais precisos e rápidos (CONSTANTINO, 2020).

Em um estudo realizado por Brinker *et al.* (2019) utilizando um modelo de Rede Neural Convolutacional Treinada (CNN) e dermatologistas, analisando imagens de melanomas e nevos atípicos, foi utilizado um banco de dados com cerca de 20.735 imagens dermatológicas de 2018, sendo 2.169 de melanomas e 18.566 de nevos atípicos previamente diagnosticados por outros meios, como o exame histopatológico. Foi comparado o desempenho dessa Rede Neural frente ao desempenho de 145 dermatologistas de 12 hospitais universitários alemães e foi evidenciado que a sensibilidade dos dermatologistas chegou no percentual de 92,8%, enquanto a especificidade chegou ao percentual médio de 57,7%. Já a sensibilidade da Rede Neural ficou igual ao resultado dos dermatologistas em 92,8% e a especificidade ficou um pouco acima da dos dermatologistas, cerca de 61,6%. Neste estudo foi observado que apenas 19 dos 145 dermatologistas obtiveram sensibilidade maior que a da CNN, evidenciando que a Rede Neural pode se mostrar menos variante indicando uma maior robustez frente à visão humana.

Vale ressaltar que esse estudo realizado por Brinker *et al.* (2019) possui certas limitações como a ausência de encontros físicos entre os médicos e os pacientes ficando restritos somente à análise das imagens e também a ausência de variedade de lesões de pele, ficando restrita somente a dois tipos de lesões dermatológicas: melanomas e nevos atípicos. Além disso, o banco de dados utilizado não era munido de imagens dermatológicas em pacientes de pele negra, o que poderia afetar significativamente os resultados.

Tendo em vista a necessidade de um diagnóstico preciso e ágil para uma melhor evolução do paciente, diminuindo as chances de avanço da doença, as ferramentas de inteligência artificial mostram-se ferramentas promissoras para o diagnóstico de câncer de pele, principalmente quando utilizada de forma conjunta ao profissional médico, sem descartar sua participação (CONSTANTINO, 2020).

Assim como as ferramentas computacionais podem errar e erram em algumas imagens, durante o estudo realizado por Brinker *et al.* (2019), os médicos também cometeram erros semelhantes, acusando falsos negativos e falsos positivos, assim, quando se alia essas duas formas de diagnósticos há a possibilidade de evitar com que haja superlotação de centros de especialidade oncológica com pacientes que foram erroneamente diagnosticados com câncer. Nesse mesmo contexto, a interação entre médicos e a ferramenta possibilita que tumores passem despercebidos aos olhos humanos e tenham chance de evoluir.

Nessa perspectiva, uma outra área que vem apresentando resultados é a área de câncer de mama. O método principal no rastreamento e detecção desta neoplasia maligna é a mamografia, porém a discordância entre os médicos radiologistas durante a análise deste

exame acaba contribuindo com o aumento no número de diagnósticos incorretos. Devido a esse dilema entre os médicos durante o fechamento deste diagnóstico que está intimamente ligado à sobrevida do paciente, surgiu-se a ideia da análise do potencial de ferramentas de inteligência artificial no diagnóstico e rastreamento da doença (CALAS *et al.*, 2012).

Nesse contexto, as ferramentas atuam de forma a localizar o tumor em exames como tomografias e ressonâncias e atuam de uma segunda maneira que consiste na análise de dados demográficos, fatores hereditários, dados clínicos do paciente e estilo de vida (SANTIAGO *et al.*, 2024).

Além disso, essas tecnologias podem fazer a dosagem de importantes marcadores bioquímicos na área oncológica, como o ki-67, uma proteína liberada durante o processo de divisão celular que pode ser utilizada para mensurar o potencial de invasão e metástase do câncer do paciente em questão. Por meio da quantificação e análise dos níveis dessa proteína podem ser traçadas condutas e tratamentos específicos que podem aumentar a sobrevida do paciente (ABELE *et al.*, 2023).

Quanto a interação entre médicos radiologistas e a inteligência artificial no diagnóstico por imagem de câncer de mama pôde ser evidenciado que essa ferramenta representa um significativo aliado ao diagnóstico correto e precoce da patologia, visto que em vários estudos essas ferramentas obtiveram resultados iguais ou superiores aos médicos especialistas na análise de mamografias, o principal exame no diagnóstico de câncer de mama (CROFFI *et al.*, 2024).

Os benefícios do uso de IA nesse tipo de câncer são, basicamente, os mesmos citados para o câncer de pele, visto que a aplicação dessas ferramentas otimizará e acelerará a análise de imagens de mamografias pelos médicos radiologistas possibilitando que o profissional analise mais imagens em menor tempo mitigando, assim, o problema da escassez de profissionais adequados para essa tarefa ao redor de todo o território nacional, até mesmo nas áreas mais remotas e de maior vulnerabilidade econômica e social. A falta de consenso entre os radiologistas já havia sido destacada como fator importante para um diagnóstico incorreto do câncer de mama, a inteligência artificial quando utilizada como aliada aos médicos podem também minimizar essa problemática (ANDRADE *et al.*, 2024).

Esse conjunto de ações possibilitam um diagnóstico mais rápido em comparação com os meios tradicionais e, no caso do câncer de mama, sabe-se que é essencial à sobrevida do paciente, visto que pacientes com tumores menores que 2cm possuem uma sobrevida de 88% nos próximos 20 anos. Além disso, tumores menores que 1 cm possuem cerca de 20 a

30% de chances de acometimento linfonodal axilar e este por sua vez está intimamente ligado às chances de cura do paciente (ABREU e KOIFMAN, 2020).

No que tange a análise de marcadores, como o ki-67 tradicionalmente faz-se a análise histopatológica de amostras que são preparadas, inicialmente, após isso é adicionado um anticorpo compatível com a ki-67 e após a ligação com um ou mais anticorpos se coram e ficam visíveis. Após todos esses passos, o patologista analisa o número de células positivas para a ki-67 e calcula a porcentagem de células que estão em divisão, esse marcador é importante pois um câncer mamário com 30% de células positivas tende a ser mais agressivo e com chances de metástases que um câncer com 10% de células positivas, por exemplo (ABELE *et al.*, 2023).

A análise imunohistoquímica realizada por patologistas é geralmente realizada manualmente pela contagem de células positivas e após isso sua interpretação, essa forma de diagnóstico possui alguns desafios, como a subjetividade na interpretação, o tempo necessário para fazer esse processo e o grau de experiência do patologista. Esses desafios podem contribuir com a divergência nos diagnósticos, o que pode atrapalhar o tratamento adequado. Quando essa análise é realizada por inteligência artificial, como no estudo de Abele *et al.* (2023) pode-se perceber que as análises foram, em termos de precisão, não inferiores às análises manuais realizadas pelos patologistas, além de ter aumentado a eficiência do processo em algumas condições experimentais, reduzindo a variabilidade de diagnóstico entre patologistas, principalmente em zonas limítrofes de diagnóstico.

Vale ressaltar que essas condições testes foram realizadas em somente algumas condições laboratoriais e que a utilização dessa ferramenta não exclui o diagnóstico do patologista, essa ferramenta apenas serve de auxílio ao patologista de forma a aumentar a sua eficiência e precisão ao fechar diagnósticos de câncer de mama através da análise de células positivas para ki-67 em amostras histopatológicas (ABELE *et al.*, 2023).

Em vários estudos, como o de Brinker *et al.* (2019) e o de Abele *et al.* (2023) há um ponto semelhante notório mesmo se tratando de patologias distintas quanto à aplicação de inteligência artificial no diagnóstico e rastreamento de tipos diferentes de câncer. Ambos autores reconhecem seus benefícios, como a possibilidade de um diagnóstico mais precoce, uma elevada precisão, uma boa especificidade e sensibilidade e o quanto isso seria benéfico, mas também é relatado que sua aplicação seria ainda mais eficiente quando em conjunto com o médico especialista da área, e que apesar desses resultados obtidos nesses estudos, ainda há algumas limitações quanto a sua aplicação, como o grande volume de informações a serem processadas, a sua aceitação pela sociedade e pela comunidade médica, além do comportamento dessas ferramentas fora do campo experimental.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação e o potencial do emprego de novas tecnologias, em especial as IA's, no diagnóstico de alguns tipos de neoplasias malignas se mostram como ferramentas aliadas significativas na detecção precoce, na redução de erros nos diagnósticos médicos e no auxílio do estabelecimento de condutas mais adequadas para cada tipo de caso, melhorando assim o prognóstico do paciente oncológico.

Além disso, o uso de Inteligência Artificial em exames de imagem como tomografias e ressonâncias magnéticas representam um grande avanço na detecção precoce de vários tipos de câncer, uma vez que através dos estudos analisados pode-se observar uma robustez satisfatória desses sistemas quando testados em experimentos, apresentando taxas equiparáveis a de profissionais médicos especializados.

A aplicação dessas tecnologias não exclui a participação médica no diagnóstico, mas sim fortalece a ideia de que quando ambos são empregados em conjunto pode-se haver uma redução na subjetividade dos materiais a serem analisados pelos médicos, patologistas, radiologistas entre outros. Essa participação concomitante possibilita um diagnóstico mais ágil, preciso e com menores taxas de erros contribuindo com a identificação precoce e o início do tratamento adequado em um momento oportuno da doença.

Outro aspecto observado consiste na facilidade e agilidade que essas ferramentas possuem em analisar uma grande quantidade de dados, o que pode ser útil em locais com recursos médicos limitados ou em regiões com grandes demandas por serviços de saúde. Em um país com dimensões continentais como o Brasil em que a distribuição de médicos pelo território é desigual, o emprego dessas ferramentas pode contribuir com a democratização do acesso à saúde no país.

Apesar dos benefícios, a aplicação dessas ferramentas possui limitações, como a necessidade de softwares bem evoluídos devido à demanda computacional exigida para o processamento de grandes volumes de amostras para treinamento da máquina, um banco de dados com pouca diversidade comprovada e a ausência estudos mais abrangentes e com cenários mais reais e condizentes com a prática médica rotineira. Porém, a aplicação plena dessas tecnologias ainda requer muitos estudos sobre sua eficiência, visto que há a possibilidade do resultado apresentado por essa tecnologia tendenciar o diagnóstico do médico que a está utilizando, podendo trazer prejuízos ao tratamento do paciente em questão.

Portanto, conclui-se que o emprego de Inteligência Artificial na oncologia representa uma área promissora para melhorar o diagnóstico precoce de câncer, contribuindo significativamente com a sobrevivência e cura dos pacientes acometidos por vários tipos dessa doença. No entanto, é fundamental que essa parceria seja acompanhada de um investimento na capacitação desses profissionais que irão operar essas ferramentas e mais estudos relacionados a área a fim de comprovar e aumentar a aceitação dessas ferramentas pela sociedade.

REFERÊNCIAS

ABELE, Niklas; TIEMANN, Katharina; KRECH, Till. Noninferiority of Artificial Intelligence–Assisted Analysis of Ki-67 and Estrogen/Progesterone Receptor in Breast Cancer Routine Diagnostics. **Modern Pathology**, v. 36, n. 3, p. 01-12. 2023.

ABREU, Evaldo de; KOIFMAN, Sérgio. Fatores prognósticos no câncer da mama feminina. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 48, n. 1, p. 113–131, 2020.

ANDRADE, Andreus Cristhian Linhares. et al. Inteligência artificial na previsão de prognósticos oncológicos: avanços, desafios e oportunidades para a personalização de tratamentos. **Revista Contribuciones a las ciencias sociales**, v. 12, n. 10, p. 01-18. 2024.

BARIONI, Carina Toledo Scoparo. et al. Artificial Intelligence for the Identifications of Biomarkers in Cancer Prevention and Diagnosis: Advances and Perspectives. **Rev. Bras. Cancerol**, v. 70, n. 2, p. 01-14. 2024.

BRAGA, Ana Vitória; LINS, Alane Franco; SOARES, Lucas Souza; et al. Machine learning: O Uso da Inteligência Artificial na Medicina. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 16407-16414. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Oncologia básica para profissionais de saúde**. Instituto Nacional de Câncer (INCA). 1. ed, Rio de Janeiro, 172p, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Estimativa 2023: Incidência de câncer no Brasil**. Instituto Nacional de Câncer (INCA). Rio de Janeiro, 160p, 2022.

BRINKER, Titus. et al. A convolutional neural network trained with dermoscopic images performed on par with 145 dermatologists in a clinical melanoma image classification task. **European Journal of Cancer**, v. 111, n. 2019, p. 148-152. 2019.

BRUM, Igor Vilela; GUERRA, Maximiliano Ribeiro; CINTRA, Jane Rocha Duarte; TEXEIRA, Maria Teresa Bustamante. Metastatic breast cancer: clinicopathological features and survival according to the site of metastasis. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 50, n. 3, p. 158-168, 2017.

CALAS, Maria Júlia Gregório; GUTFILEN, Bianca; PEREIRA, Wagner Coelho de Albuquerque. CAD e mamografia: por que usar esta ferramenta?. **Revista Radiologia Brasileira**, v. 45, n. 1, p. 46-52. 2012.

CAMPOS, Mireille Guimarães Vaz de. INGOH. **Neoplasias linfoides: linfomas e leucemias**. Disponível em: <https://ingoh.com.br/cancer-de-lymfocitos/>. Acesso em: 24 jan. 2025.

CONSTANTINO, Sara Mariana Cabral de Oliveira. **A utilização de Inteligência Artificial no Diagnóstico de Melanoma**. 2020. 26 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina - Área Científica de Dermatologia) - Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2020.

CROFFI, Leticia Brum; JUDICE, Wagner; BOSCHI, Silvia; MARTINI, Silvia. Inteligência artificial aplicada ao diagnóstico de câncer por exames de imagem. **Revista Eletrônica Acervo Científico**, v. 47, n. 1, p. 01-09. 2024.

GALE, Robert Peter. Hematologia e oncologia: visão geral sobre o câncer . Manual MSD. Kenilworth, NJ: Merck Sharp & Dohme Corp. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt/profissional/hematologia-e-oncologia/vis%C3%A3o-geral-sobre-c%C3%A2ncer/diagn%C3%B3stico-de-c%C3%A2ncer>. Acesso em: 30 jan. 2025.

JUNQUEIRA, Luís Carlos; CARNEIRO, José. **Histologia Básica: Texto e Atlas**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

KOOI, Thijs. et al. Large scale deep learning for computer aided detection of mammographic lesions. **Medical Image Analysis**, v. 35, p. 303–312, 2017.

LOBO, Luiz Carlos. Inteligência Artificial e Medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 41, n. 2, p. 185–193. 2017.

SANTIAGO, Hellen Thatiane Macena Rodrigues; BRITO, Giovanna Valadão de; LOPES, Janaína do Vale. O uso da inteligência artificial no rastreio e diagnóstico de diferentes tipos de câncer. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 7, p. 1-18. 2024.

SUNG, Hyuna et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, v. 71, n. 3, p. 209–249, 2021.

WILLINGHAM, Mark Lee; SPENCER, Shane Yip-Pang Kai; LUM, Christopher Alan. The potential of using artificial intelligence to improve skin cancer diagnoses in Hawai'i's multiethnic population. **Melanoma Research**, v. 31, n. 6, p. 504–514, 2021.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Universitário São Carlos (UniSãoCarlos) pelo apoio.