

Inteligência Artificial: Avanços no Combate Ao Câncer de Pulmão

Artificial Intelligence: Advances in the Fight Against Lung Cancer

Inteligencia Artificial: Avances en la Lucha Contra el Cáncer de Pulmón

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar os avanços da inteligência artificial (IA) no combate ao câncer de pulmão, por meio de uma revisão terciária da literatura. Utilizou-se a metodologia de Felizardo et al.(14), composta pelas fases de planejamento, condução e publicação dos resultados. Entre setembro e novembro de 2024, foram analisados 22 estudos extraídos das bases PubMed e Web of Science. Os resultados indicam que a IA tem potencial para melhorar o diagnóstico, otimizar recursos e acelerar o início dos tratamentos. No entanto, ainda enfrenta desafios como a limitação na diversidade e qualidade dos dados utilizados para treinamento, além de questões éticas envolvendo privacidade e transparência. Conclui-se que, apesar das limitações, a IA representa um avanço significativo no enfrentamento do câncer de pulmão, sendo recomendada a realização de novas revisões sobre sua aplicação em outros tipos de câncer.

DESCRIPTORIOS: Inteligência Artificial; Câncer de Pulmão; Revisão Terciária; Diagnóstico Médico; Tecnologias em Saúde.

ABSTRACT

This study aimed to identify advances in artificial intelligence (AI) in the fight against lung cancer through a tertiary literature review. The methodology followed the approach proposed by Felizardo et al.(14), consisting of the stages of planning, execution, and publication of results. Between September and November 2024, 22 studies were analyzed from the PubMed and Web of Science databases. The results indicate that AI has the potential to improve diagnosis, optimize resources, and accelerate the start of treatments. However, it still faces challenges such as limited diversity and quality of training data, as well as ethical issues involving privacy and transparency. It is concluded that, despite these limitations, AI represents significant progress in addressing lung cancer, and further reviews on its application in other types of cancer are recommended.

DESCRIPTORS: Artificial Intelligence; Lung Cancer; Tertiary Review; Medical Diagnosis; Health Technologies.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo identificar los avances de la inteligencia artificial (IA) en la lucha contra el cáncer de pulmón, mediante una revisión terciaria de la literatura. Se utilizó la metodología propuesta por Felizardo et al.(14), compuesta por las etapas de planificación, ejecución y publicación de resultados. Entre septiembre y noviembre de 2024 se analizaron 22 estudios extraídos de las bases de datos PubMed y Web of Science. Los resultados indican que la IA tiene potencial para mejorar el diagnóstico, optimizar recursos y agilizar el inicio de los tratamientos. Sin embargo, aún enfrenta desafíos como la limitada diversidad y calidad de los datos utilizados para el entrenamiento, además de cuestiones éticas relacionadas con la privacidad y la transparencia. Se concluye que, a pesar de estas limitaciones, la IA representa un avance significativo en el abordaje del cáncer de pulmón, recomendándose nuevas revisiones sobre su aplicación en otros tipos de cáncer.

DESCRIPTORIOS: Inteligencia Artificial; Câncer de Pulmón; Revisión Terciaria; Diagnóstico Médico; Tecnologías en Salud.

RECEBIDO EM: 03/09/2025 APROVADO EM: 18/09/2025

Como citar este artigo: Santos GA, Nobre ACS, Vale KMO, Timoteo AFS, Serafini PG. Inteligência Artificial: Avanços no Combate Ao Câncer de Pulmão. Saúde Coletiva (Edição Brasileira) [Internet]. 2025 [acesso ano mês dia];16(100):17236-17249. Disponível em: DOI: 10.36489/saudecoletiva.2025v16i100p17236-17249

ID Gabriel Azevedo dos Santos
Bacharel em Sistemas de Informação (UFRN)
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1795-1574>

ID Anna Cláudia dos Santos Nobre
Doutora em Administração (UFRN).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1351-4265>

ID Karliane Medeiros Ovidio Vale
Doutora em Sistemas e Computação (UFRN).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9845-8156>

ID Ana Flavia de Souza Timoteo
Mestra em Gestão da Informação e do Conhecimento (UFRN).
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6847-9074>

ID Paula Gonçalves Serafini
Mestra em Engenharia de Produção (UFRN, SENAC).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0826-353X>

INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA) é um campo da ciência da computação que desenvolve sistemas capazes de simular e expandir a inteligência humana⁽¹⁾. Uma de suas subáreas é o aprendizado de máquina, que utiliza métodos estatísticos para analisar dados e prever padrões. Entre os tipos de aprendizado, destaca-se o aprendizado profundo, baseado em redes neurais que simulam o funcionamento do cérebro, permitindo previsões complexas. Essas técnicas possibilitam a análise de grandes volumes de dados, sendo aplicáveis em áreas como saúde, educação e transporte.

No contexto da saúde, a IA tem sido aplicada especialmente no combate ao câncer, com foco no diagnóstico por imagem, análise de prontuários médicos e informações genéticas. Seu uso permite detectar padrões e anomalias que podem não ser percebidos por profissionais humanos⁽²⁾. O câncer é uma das principais causas de morte no mundo e representa um grande desafio à saúde pública⁽³⁾. O Instituto Nacional de Câncer (INCA) define o câncer como um conjunto de mais de 100 doenças caracterizadas pelo crescimento desordenado de células, cujo tratamento pode incluir cirurgia, quimioterapia, radioterapia e transplante de medula óssea, muitas vezes combinados⁽⁴⁾. Avanços tecnológicos têm permitido que as cirurgias oncológicas se tornem menos invasivas, especialmente em casos com diagnóstico precoce⁽⁵⁾.

Diversos fatores contribuem para o desenvolvimento do câncer, como alimenta-

ção inadequada, sedentarismo, tabagismo, consumo de álcool, predisposição genética e exposição a agentes cancerígenos⁽⁶⁾. Dados do Global Cancer Observatory (GCO) apontam que, em 2022, houve 19,9 milhões de novos casos e cerca de 10 milhões de mortes por câncer no mundo⁽⁷⁾. No Brasil, foram registrados aproximadamente 627,1 mil novos casos e 278,8 mil óbitos. O câncer de pulmão aparece como o tipo mais incidente e letal globalmente, com cerca de 2,5 milhões de novos casos e 1,8 milhão de mortes, sendo o mais comum entre os homens e o segundo entre as mulheres⁽⁷⁾. No Brasil, está entre os cinco mais frequentes, com cerca de 44,2 mil novos casos e 38,2 mil mortes⁽⁷⁾.

O câncer de pulmão é de difícil detecção precoce, pois geralmente é assintomático nos estágios iniciais, o que reduz as chances de tratamento e piora o prognóstico⁽²⁾. Ele é classificado em dois subtipos: câncer de pulmão de não pequenas células (CPNPC) e de pequenas células (CPPC). O CPNPC é o mais comum e subdivide-se em carcinoma de células escamosas, adenocarcinoma e carcinoma de células grandes, sendo os dois primeiros os mais frequentes⁽⁸⁻⁹⁾.

O principal fator de risco para o câncer de pulmão é o tabagismo, mas também são relevantes a exposição à poluição, infecções pulmonares recorrentes, deficiência de vitamina A, DPOC, hereditariedade e idade avançada⁽⁵⁾. O controle do tabaco é apontado como uma estratégia eficaz de prevenção⁽¹⁰⁾. A Organização Mundial da Saúde (OMS) propõe o pacote MPOWER, que reúne seis medidas políticas: monitorar o uso de tabaco, prote-

ger a população da fumaça, oferecer ajuda para parar de fumar, alertar sobre os riscos, proibir publicidade e aumentar impostos⁽¹¹⁾.

Para o rastreamento do câncer de pulmão, utiliza-se a tomografia computadorizada de baixa dose (TCBD), que permite identificar nódulos pulmonares e avaliar sua morfologia. Essa técnica é promissora para a detecção precoce e pode reduzir significativamente a mortalidade⁽¹²⁻¹³⁾. No entanto, ainda apresenta limitações, reforçando a importância de inovações tecnológicas.

Durante um estudo exploratório realizado entre setembro e novembro de 2024, observou-se a existência de diversas revisões sistemáticas sobre IA e câncer de pulmão, mas nenhuma revisão terciária que sintetizasse esse conhecimento de forma ampla e estruturada. Assim, surgiu a necessidade de organizar essas evidências para identificar avanços, lacunas e desafios, culminando na seguinte pergunta central: como as aplicações de inteligência artificial têm sido utilizadas no combate ao câncer de pulmão?

MÉTODO

Uma pesquisa sistemática é um estudo secundário conduzido por etapas definidas. Esta investigação adota as recomendações de Felizardo et al.⁽¹⁴⁾, baseadas em estudos consolidados sobre revisões da literatura. O modelo segue o framework da Engenharia de Software Baseada em Evidências (EBSE), derivado de diretrizes amplamente utilizadas na área médica⁽¹⁵⁾. Antes da fase de planejamento, é essencial

Revisão de Literatura

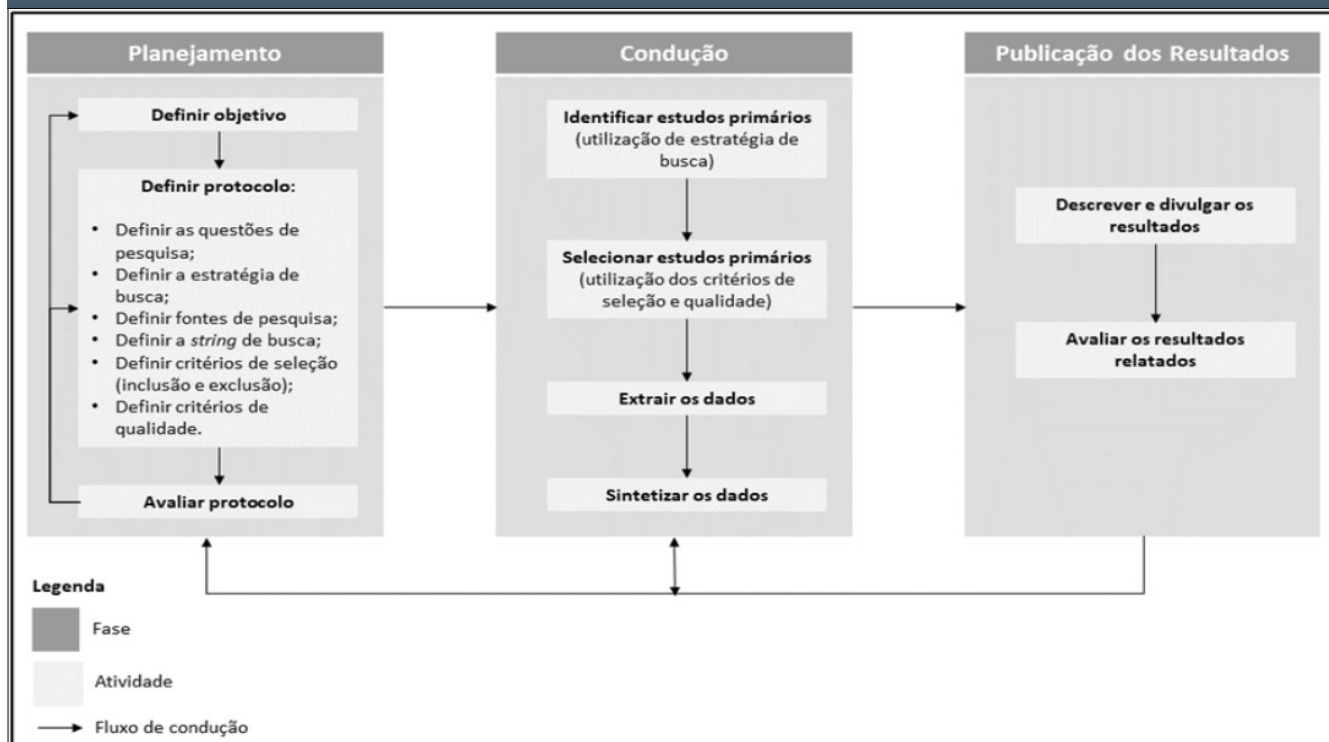
Santos GA, Nobre ACS, Vale KMO, Timoteo AFS, Serafini PG
Inteligência Artificial: Avanços no Combate Ao Câncer de Pulmão

verificar a existência de estudos secundários sobre o tema⁽¹⁴⁾. Para isso, foram aplicadas técnicas inspiradas em Kitchenham et al.⁽¹⁵⁾, Imtiaz et al.⁽¹⁶⁾, e Verner et al.⁽¹⁷⁾,

citadas como bons exemplos de revisões terciárias. Assim, esta revisão terciária segue um processo sistemático dividido em três fases, conforme apresentado na Figura

1, e tem como corpus um conjunto de revisões sistemáticas.

Figura 1 - Fases e atividades do processo de Revisão Sistemática



Fonte: Felizardo, Nakagawa, Fabbri e Ferrari (2017).

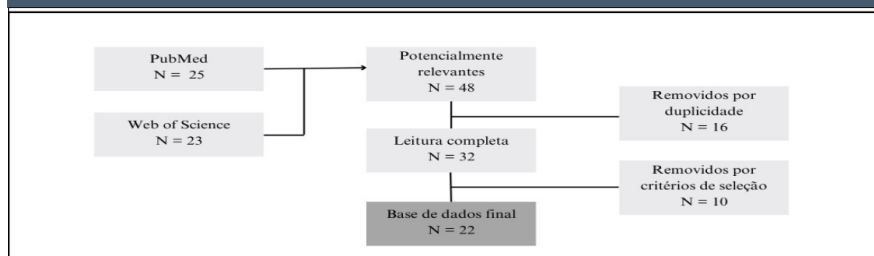
A fase de planejamento desta revisão terciária concentrou-se na elaboração de um protocolo estruturado para orientar de forma sistemática as etapas de busca, seleção, extração e análise dos dados, assegurando consistência e criticidade ao estudo. O objetivo é sintetizar e avaliar evidências disponíveis em revisões sistemáticas sobre o uso de inteligência artificial (IA) no combate ao câncer de pulmão, com base em cinco questões de pesquisa que abordam aplicações, limitações, desafios éticos e recomendações futuras. Foram selecionadas as bases PubMed e Web of Science, acessadas via Portal CAPES, por apresentarem melhor desempenho nos testes de busca com a string ("artificial intelligence" AND "lung cancer" AND "systematic review"). A seleção dos estudos envolveu leitura de títulos, resumos e textos com-

pletos, com critérios de inclusão como idioma inglês, acesso aberto, publicações recentes e foco em IA aplicada ao câncer de pulmão; e critérios de exclusão como duplicidade, foco superficial ou aplicação em outras doenças. Os dados extraídos foram organizados em planilha eletrônica, contendo informações bibliográficas (título, autores, ano, país, DOI, etc.) e

dados do estudo (resumo, objetivo, metodologia, resultados, tipo de IA, subtipo de câncer, métricas, limitações, sugestões e referências relevantes).

A fase de condução resulta da aplicação do protocolo definido no planejamento e, disso, foi possível obter 22 estudos para o corpus da pesquisa, conforme Figura 2.

Figura 2 - Identificação dos estudos integrantes do Corpus da pesquisa



fonte: Dados da pesquisa; 2024

Os artigos potencialmente relevantes foram selecionados com a aplicação de filtros de acesso gratuito e recorte temporal de até dois anos de publicação, considerando a disponibilidade de texto completo nas bases consultadas — “texto completo gratuito” na PubMed e “acesso totalmente aberto” na Web of Science. A definição do re-

corde temporal segue a recomendação de Felizardo et al.(14), segundo a qual, embora não haja evidência científica definitiva sobre a frequência ideal de atualização de revisões sistemáticas, na área da Medicina considera-se adequado visitar esse tipo de estudo a cada dois anos.

RESULTADOS

Os resultados foram obtidos a partir de dados extraídos da planilha, separando esses dados por colunas para ajudar a responder cada uma das questões de pesquisa. Os estudos integrantes do Corpus da pesquisa estão apresentados no quadro 1.

Quadro 1 – Lista de estudos integrantes do Corpus da pesquisa		
ID	Autor & ano	Título
E1	KANAN, Mohammed <i>et al.</i> , 2024	AI-Driven Models for Diagnosing and Predicting Outcomes in Lung Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis
E2	POKHRIYAL, Sindhu C. <i>et al.</i> , 2024	Application of Artificial Intelligence in Neuroendocrine Lung Cancer Diagnosis and Treatment: A Systematic Review
E3	DIDIER, Alexander J. <i>et al.</i> , 2024	Application of Machine Learning for Lung Cancer Survival Prognostication: A Systematic Review and Meta-Analysis
E4	SINHA, Tanya <i>et al.</i> , 2024	Artificial Intelligence and Machine Learning in Predicting the Response to Immunotherapy in Non-small Cell Lung Carcinoma: A Systematic Review
E5	COLQUITT, Jill <i>et al.</i> , 2024	Artificial intelligence software for analysing chest X-ray images to identify suspected lung cancer: an evidence synthesis early value assessment
E6	JOO, Min Soo <i>et al.</i> , 2023	Artificial Intelligence-Based Non-Small Cell Lung Cancer Transcriptome RNA-Sequence Analysis Technology Selection Guide
E7	LUO, Xinmin <i>et al.</i> , 2024	CT-based radiomics for predicting Ki-67 expression in lung cancer: a systematic review and meta-analysis
E8	DAVRI, Athena <i>et al.</i> , 2023	Deep Learning for Lung Cancer Diagnosis, Prognosis and Prediction Using Histological and Cytological Images: A Systematic Review
E9	GAO, Chuan <i>et al.</i> , 2024	Deep learning in pulmonary nodule detection and segmentation: a systematic review
E10	WULANINGSIH, Wahyu <i>et al.</i> , 2024	Deep Learning Models for Predicting Malignancy Risk in CT-Detected Pulmonary Nodules: A Systematic Review and Meta-analysis
E11	PACURARI, Alina Cornelia <i>et al.</i> , 2023	Diagnostic Accuracy of Machine Learning AI Architectures in Detection and Classification of Lung Cancer: A Systematic Review
E12	SHAHIDI, Ramin <i>et al.</i> , 2024	Diagnostic Performance of Radiomics in Prediction of Ki-67 Index Status in Non-small Cell Lung Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis
E13	THONG, Lay Teng <i>et al.</i> , 2023	Diagnostic test accuracy of artificial intelligence-based imaging for lung cancer screening: A systematic review and meta-analysis
E14	GEBREMESKEL, Teferi Gebru <i>et al.</i> , 2024	Facilitators and Barriers to Lung Cancer Screening during Long COVID: A Global Systematic Review and Meta-Analysis Synthesis of Qualitative Research
E15	QUIRK, Joseph <i>et al.</i> , 2024	Future Implications of Artificial Intelligence in Lung Cancer Screening: A Systematic Review
E16	EVANGELISTA, Laura <i>et al.</i> , 2023	PET Radiomics and Response to Immunotherapy in Lung Cancer: A Systematic Review of the Literature
E17	ALTUHAIFA, Fatimah Abdulazim <i>et al.</i> , 2023	Predicting lung cancer survival based on clinical data using machine learning: A review
E18	CHEN, Zhi <i>et al.</i> , 2024	Predicting Radiation Pneumonitis in Lung Cancer Using Machine Learning and Multimodal Features: A Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Accuracy
E19	GEPPERT, Julia <i>et al.</i> , 2024	Software Using Artificial Intelligence for Nodule and Cancer Detection in CT Lung Cancer Screening: Systematic Review of Test Accuracy Studies
E20	LIU, Mingsi <i>et al.</i> , 2023	The Value of Artificial Intelligence in the Diagnosis of Lung Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis
E21	YUAN, Lei <i>et al.</i> , 2024	Unveiling the Landscape of Pathomics in Personalized Immunotherapy for Lung Cancer: A Bibliometric Analysis
E22	CHEN, Lujiao <i>et al.</i> , 2024	Using Artificial Intelligence Based Imaging to Predict Lymph Node Metastasis in Non-Small Cell Lung Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis

Fonte: Elaboração própria.

A partir da coleta dos dados é possível responder às questões de pesquisa definidas anteriormente, iniciando pela primeira questão de pesquisa.

QP1: Como a inteligência artificial tem sido utilizada para o combate ao câncer de pulmão? A inteligência artificial (IA) tem sido aplicada principalmente em três frentes: diagnóstico, prognóstico e personalização do tratamento. Treze estudos (E1, E2, E5, E8, E9, E10, E11, E13, E14, E15, E19, E20, E22) enfocam o uso de IA no diagnóstico, especialmente para detecção precoce e classificação de nódulos pulmonares. Modelos de aprendizado profundo têm demonstrado alta precisão, sendo comparáveis a especialistas (E1, E2, E5). A IA também tem sido empregada para apoiar decisões clínicas e integrar múltiplas fontes de dados, otimizando o rastreamento e a análise de imagens médicas (E11, E14, E20, E22). Cinco estudos (E3, E7, E12, E17, E18) exploram o uso da IA no prognóstico, com foco na predição de sobrevida, biomarcadores e complicações, como a pneumonite por radiação. Técnicas como radiômica e modelos de machine learning têm se mostrado eficazes na antecipação da evolução clínica dos pacientes. Quatro estudos (E4, E6, E16, E21) tratam da personalização do tratamento, com destaque para a previsão de resposta à imunoterapia em casos de câncer de pulmão não pequenas células (CPNPC). A IA tem contribuído para identificar biomarcadores, analisar dados transcriptômicos e imagens digitais, promovendo terapias mais eficazes e individualizadas.

QP2: Quais são as principais aplicações de inteligência artificial descritas nas pesquisas? A aplicação de inteligência artificial nas pesquisas revisadas destaca o uso de redes neurais convolucionais (CNNs), máquinas de vetor de suporte (SVMs), Random Forest (RF), XGBoost e LASSO Regression. No diagnóstico, E1 aborda CNNs para detecção e segmentação de nódulos pulmonares com alta

precisão (sensibilidade/especificidade > 0,85), enquanto E2 aplica CNNs à classificação de neoplasias neuroendócrinas. E4 explora SVMs e RF em radiografias de tórax, aumentando a sensibilidade diagnóstica. E8 e E9 revisam modelos como U-Net, que atingem coeficientes de Dice superiores a 0,90. Na análise multiômica, E6 destaca redes neurais profundas para RNA-seq, acelerando a identificação de biomarcadores, e E7 utiliza técnicas radiômicas combinadas ao LASSO Regression para prever o índice Ki-67. E21 trata da pathômica com CNNs em imagens digitais para prever resposta imunoterapêutica. Na predição terapêutica, E3 e E16 evidenciam modelos como XGBoost e RF para prever resposta à imunoterapia no CPNPC, e E18 integra CNNs, SVMs e Gradient Boosted Trees na previsão de complicações como pneumonite por radiação. Esses estudos mostram a relevância da IA na oncologia de precisão, especialmente no câncer de pulmão.

QP3: Quais foram as principais limitações e lacunas apontadas nessas pesquisas? As pesquisas que aplicam IA no combate ao câncer de pulmão enfrentam limitações como heterogeneidade entre os estudos (pacientes, dados e métodos), dificultando comparações e aplicação clínica, como apontado por E3 e E11. A baixa diversidade dos bancos de dados públicos e a concentração geográfica das amostras (como na China) foram criticadas em E2, E7, E13 e E22, comprometendo a generalização dos resultados. A maioria dos estudos é retrospectiva, com validação limitada (E12, E15, E22), o que pode inflar a performance dos modelos. Falta padronização metodológica e comparações entre abordagens tradicionais e modernas, como observam E6, E9 e E16. A opacidade dos modelos de deep learning (“caixa-preta”) reduz a confiança de médicos e pacientes, conforme discutido em E8 e E20. Há ainda barreiras técnicas, econômicas e organizacionais (E8, E14, E15), além de desafios específicos como detecção de lesões

complexas (E10, E11), escassez de dados longitudinais para prognóstico (E3, E18) e necessidade de integração de dados no tratamento personalizado (E4, E16). Esses obstáculos comprometem a aplicabilidade clínica da IA e exigem ações coordenadas para superá-los.

QP4: Quais os principais desafios relacionados às questões éticas identificadas nessas pesquisas? Um dos principais desafios éticos no uso da IA para câncer de pulmão envolve a proteção de dados sensíveis, destacada por E5, E13 e E19, que alertam para riscos de vazamentos e uso não autorizado em bases públicas, comprometendo a confiança. Viés nos conjuntos de dados e a concentração geográfica dos estudos, especialmente na China, foram apontados por E7, E19 e E22 como limitadores da generalização e causas de desigualdades em diagnósticos e tratamentos. A ausência de processos claros para consentimento informado foi destacada em E13 e E22, afetando a transparência e a ética. Questões sobre responsabilidade legal em erros dos modelos, abordadas por E1 e E13, geram incertezas sobre quem responde por danos a pacientes. Barreiras tecnológicas e econômicas para treinar e implementar modelos complexos, ressaltadas em E8 e E15, dificultam o acesso em regiões de baixa renda. Assim, superar desafios como privacidade, viés, explicabilidade, consentimento, responsabilidade e acessibilidade requer regulamentações claras, práticas éticas e tecnologias mais inclusivas para garantir distribuição justa dos benefícios da IA.

QP5: Quais são as recomendações para futuras pesquisas? As pesquisas analisadas recomendam aprimorar a confiabilidade dos modelos de IA e uniformizar padrões, como sugerem E1, E3 e E22, por meio da colaboração entre pesquisadores, médicos e formuladores de políticas. A integração de dados clínicos, genéticos, transcriptômicos e imagens, destacada em E2, E6 e E21, pode melhorar diagnósticos e tratamentos personalizados. A expli-

mico. Esses aspectos limitam a generalização dos modelos e podem impactar sua adoção em larga escala.

CONCLUSÃO

Este estudo analisou 22 revisões sistemáticas selecionadas das bases de dados PubMed e Web of Science, sobre o uso da inteligência artificial (IA) no câncer de pulmão, e com base nos resultados obtidos em cada uma das questões de pesquisa, pode-se destacar o seu papel no diagnóstico,

prognóstico e tratamento personalizado. Resultados apontam que algoritmos como redes neurais convolucionais, aprendizado profundo e aprendizado de máquina têm contribuído para a detecção precoce, previsão de sobrevivência e resposta a imunoterapias. Contudo, desafios como falta de padronização, validações limitadas, viés nos dados e questões éticas, como privacidade e transparência, limitam sua aplicação prática.

A principal limitação desta pesquisa foi o fato do pesquisador está fazendo trata-

mento oncológico, o que o impossibilitou em alguns momentos durante o desenvolvimento deste trabalho. Além disso, outro fator limitante foi a busca nas bases de dados, pois a ideia inicial era abordar todos os tipos de câncer, porém devido ao grande número de trabalhos, optou-se por analisar apenas trabalhos relacionados ao câncer de pulmão. Como sugestão de estudos futuros, a realização de mais revisões terciárias da literatura em outros tipos de câncer.

REFERÊNCIAS

1. Wang HR, Jing YH. Research on the Application of Artificial Intelligence in the Development of Biomedicine and Oncology. 2023 Jan 6;68–71.
2. Kanan M, Alharbi H, Alotaibi N, Lubna Almasuood, Shahad Aljoaid, Alharbi T, et al. AI-Driven Models for Diagnosing and Predicting Outcomes in Lung Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cancers*. 2024 Feb 5;16(3):674.
3. Santos M de O, Lima FC da S de, Martins LFL, Oliveira JFP, Almeida LM de, Cancela M de C. Estimativa de Incidência de Câncer no Brasil, 2023-2025. *Revista Brasileira de Cancerologia* [Internet]. 2023 Feb 6;69(1). Available from: <https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/3700/2644>
4. MINISTÉRIO DA SAÚDE Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA) 6a edição revista e atualizada [Internet]. Available from: https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/livro_abc_6ed_0.pdf
5. SBGO [Internet]. Saiba quais casos de câncer de pulmão precisam de cirurgia ■ SBGO; [citado 11 dez 2024]. Disponível em: <https://sbco.org.br/saiba-quais-casos-de-cancer-de-pulmao-precisam-de-cirurgia/>
6. O'Connor S, Vercell A, Wong D, Yorke J, Fatmah Abdulsamad Fallatah, Cave L, et al. The application and use of artificial intelligence in cancer nursing: A systematic review. *European journal of oncology nursing*. 2024 Feb 1;68:102510.
7. Global Cancer Observatory [Internet]. Global Cancer Observatory; [citado 10 dez 2024]. Disponível em: <https://gco.iarc.fr/>
8. Didier AJ, Nigro A, Noori Z, Omballi MA, Pappada SM, Hamouda DM. Application of machine learning for lung cancer survival prognostication—A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in artificial intelligence*. 2024 Apr 5;7.
9. Joo MS, Pyo KH, Chung JM, Cho BC. Artificial intelligence-based non-small cell lung cancer transcriptome RNA-sequence analysis technology selection guide. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*. 2023 Feb 15;11.
10. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global Cancer Statistics 2022: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* [Internet]. 2024 Apr 4;74(3):229–63. Available from: <https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.3322/caac.21834>
11. World Health Organization. Cancer [Internet]. World Health Organization. World Health Organization; 2025. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer>
12. Hsu YC, Tsai YH, Weng HH, Hsu LS, Tsai YH, Lin YC, et al. Artificial neural networks improve LDCT lung cancer screening: a comparative validation study. *BMC Cancer*. 2020 Oct 22;20(1).
13. Lancaster HL, Heuvelmans MA, Oudkerk M. Low dose computed tomography lung cancer screening: Clinical evidence and implementation research. *Journal of Internal Medicine*. 2022 Mar 24;292(1):68–80.
14. Felizardo KR, Nakagawa EY, Fabbri SCPF, Ferrari FC. *Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: teoria e prática*. 1st ed. Elsevier, editor. 2017.
15. Kitchenham B, Pretorius R, Budgen D, Pearl Brereton O, Turner M, Niazi M, et al. Systematic literature reviews in software engineering – A tertiary study. *Information and Software Technology* [Internet]. 2010 Aug [cited 2019 Sep 11];52(8):792–805. Available from: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1808650>
16. Imtiaz S, Bano M, Ikram N, Niazi M. A tertiary study. *Proceedings of the 17th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering – EASE '13*. 2013;
17. Verner JM, Brereton OP, Kitchenham B, Turner M, Niazi M. Systematic literature reviews in global software development: a tertiary study. 2012 May 14;