

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ABORDAGEM DO CÂNCER DE ESÔFAGO

BRUNA MARIA DE ALMEIDA MORIKAWA¹
ANKILMA DO NASCIMENTO ANDRADE FEITOSA²
CAIO VISALLI LUCENA DA CUNHA³
MACERLANE DE LIRA SILVA⁴

RESUMO

Introdução: O câncer de esôfago é uma neoplasia de difícil diagnóstico precoce e, quando detectado, frequentemente apresenta elevados índices de morbimortalidade, além de impactar significativamente a qualidade de vida dos pacientes. Em vista disso, o uso da inteligência artificial mostrou-se promissor para uma conduta mais otimizada dessa condição, permitindo uma triagem precoce e um tratamento mais objetivo. **Objetivo:** Demonstrar a relevância do uso da inteligência artificial na abordagem do câncer de esôfago. **Método:** Será realizada uma revisão integrativa da literatura, entre o mês de novembro do ano de 2024, utilizando os descritores “Artificial Intelligence” e “Esophageal Neoplasms” através das bases de dados PubMed, Scielo, Cochrane e MedLine. Serão incluídos artigos publicados nos últimos 5 anos, em inglês, em português e em espanhol, e excluídas teses, dissertações, cartas ao editor e textos incompletos. **Resultados e Discussões:** Na gastroenterologia, IA utilizando algoritmos avançados de aprendizado profundo (DL), foram desenvolvidas principalmente para identificar displasia no esôfago de Barrett, carcinoma de células escamosas (SCC), câncer gástrico e *Helicobacter pylori*. O foco é ajudar médicos e pacientes a tomar decisões mais precisas com base em dados. A detecção assistida por computador na identificação de neoplasias esofágicas não é uma ideia completamente nova. No entanto, foi recentemente que o avanço na velocidade de armazenamento e processamento dos computadores, aliado à disponibilidade de grandes volumes de dados, permitiu uma expansão significativa das capacidades da inteligência artificial. Pesquisas evidenciaram que a inteligência artificial superou os endoscopistas em termos de velocidade de interpretação de imagens, com tempos de interpretação de 29 e 10 segundos, comparados aos 115 minutos necessários pelos especialistas. Além disso, a IA apresentou maior precisão, sensibilidade e especificidade. Essa rapidez na interpretação de imagens facilita uma integração mais direta na prática clínica, permitindo feedback em tempo real para os endoscopistas e

¹ Graduanda em Medicina. Centro Universitário Santa Maria (UNIFSM), PB, Brasil. E-mail: bruna_morikawa@hotmail.com

² Pós-Doutora em Ciências da Saúde. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), PB, Brasil. E-mail: ankilma@fsmead.com.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4751-2404>

³ Especialista em Saúde da Família e Comunidade. Escola de Saúde Pública de Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: caio.visalli@unifsm.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-8863-2040>

⁴ Mestre em Saúde Coletiva. Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), SP, Brasil. E-mail: macerlane@hotmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9231-5477>

orientando-os sobre áreas suspeitas para biópsia. Entretanto, a utilização de IA no diagnóstico do câncer de esôfago envolve algumas dificuldades significativas. Primeiro, a criação de modelos experimentais de IA depende de grandes conjuntos de dados rotulados por especialistas, que são escassos e sujeitos a erros, ou que comprometem a qualidade dos dados de treinamento. **Considerações Finais:** A incorporação da inteligência artificial no manejo do câncer de esôfago tem revelado avanços significativos, especialmente em áreas como diagnóstico precoce, planejamento terapêutico e acompanhamento de pacientes.

Palavras-chave: Câncer de esôfago; Diagnóstico; Inteligência Artificial.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE ADDRESS OF ESOPHAGAL CANCER

ABSTRACT

Introduction: Esophageal cancer is a neoplasm that is challenging to diagnose at an early stage and, when detected, often presents high rates of morbidity and mortality, significantly impacting patients' quality of life. In this context, the use of artificial intelligence (AI) has proven to be a promising approach for optimizing the management of this condition, enabling earlier screening and more targeted treatment. **Objective:** To demonstrate the relevance of artificial intelligence in the management of esophageal cancer. **Method:** An integrative literature review will be conducted between June and November 2023, using the descriptors “Artificial Intelligence” and “Esophageal Neoplasms” through the PubMed, Scielo, Cochrane, and MedLine databases. Articles published in the last five years, in English, Portuguese, and Spanish, will be included, while theses, dissertations, letters to the editor, and incomplete texts will be excluded. **Results and Discussions:** In gastroenterology, AI using advanced deep learning (DL) algorithms has been primarily developed to identify dysplasia in Barrett's esophagus, squamous cell carcinoma (SCC), gastric cancer, and *Helicobacter pylori*. The focus is on assisting physicians and patients in making more accurate, data-driven decisions. Computer-assisted detection of esophageal neoplasms is not a completely new concept. However, only recently have advances in data storage and processing speed, coupled with the availability of large data volumes, enabled a significant expansion in AI's capabilities. Studies have shown that AI outperformed endoscopists in image interpretation speed, with interpretation times of 29 and 10 seconds, compared to the 115 minutes required by specialists. Furthermore, AI demonstrated greater accuracy, sensitivity, and specificity. This rapid image interpretation facilitates more direct integration into clinical practice, providing real-time feedback to endoscopists and guiding them toward suspicious areas for biopsy. Nevertheless, the use of AI in diagnosing esophageal cancer faces some significant challenges. First, the development of experimental AI models relies on large datasets labeled by experts, which are scarce, error-prone, or compromise the quality of training data. **Conclusion:** The incorporation of artificial intelligence in the management of esophageal cancer has shown significant advancements, particularly in areas such as early diagnosis, therapeutic planning, and patient monitoring.

Keywords: Esophageal Cancer; Diagnosis; Artificial Intelligence.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL APROXIMACIÓN A CÁNCER DE ESÓFAGO

RESUMEN

Introducción: El cáncer de esófago es una neoplasia de difícil diagnóstico temprano y, cuando se detecta, a menudo presenta altas tasas de morbilidad y mortalidad, afectando significativamente la calidad de vida de los pacientes. En este contexto, el uso de la inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser un enfoque prometedor para optimizar el manejo de esta condición, permitiendo un cribado más temprano y un tratamiento más objetivo. **Objetivo:** Demostrar la relevancia del uso de la inteligencia artificial en el abordaje del cáncer de esófago. **Método:** Se llevará a cabo una revisión integrativa de la literatura entre los meses de junio y noviembre del año 2023, utilizando los descriptores “Artificial Intelligence” y “Esophageal Neoplasms” en las bases de datos PubMed, Scielo, Cochrane y MedLine. Se incluirán artículos publicados en los últimos 5 años, en inglés, portugués y español, excluyéndose tesis, disertaciones, cartas al editor y textos incompletos. **Resultados y Discusiones:** En gastroenterología, la IA que utiliza algoritmos avanzados de aprendizaje profundo (Deep Learning, DL) se ha desarrollado principalmente para identificar displasia en el esófago de Barrett, carcinoma de células escamosas (SCC), cáncer gástrico y *Helicobacter pylori*. El objetivo es ayudar a los médicos y pacientes a tomar decisiones más precisas basadas en datos. La detección asistida por computadora para identificar neoplasias esofágicas no es un concepto completamente nuevo. Sin embargo, solo recientemente los avances en la velocidad de almacenamiento y procesamiento de datos, junto con la disponibilidad de grandes volúmenes de información, han permitido una expansión significativa de las capacidades de la inteligencia artificial. Las investigaciones han demostrado que la IA supera a los endoscopistas en términos de velocidad de interpretación de imágenes, con tiempos de interpretación de 29 y 10 segundos en comparación con los 115 minutos requeridos por los especialistas. Además, la IA mostró mayor precisión, sensibilidad y especificidad. Esta rapidez en la interpretación de imágenes facilita una integración más directa en la práctica clínica, proporcionando retroalimentación en tiempo real a los endoscopistas y guiándolos hacia áreas sospechosas para biopsia. Sin embargo, el uso de la IA en el diagnóstico del cáncer de esófago enfrenta desafíos significativos. En primer lugar, la creación de modelos experimentales de IA depende de grandes conjuntos de datos etiquetados por expertos, que son escasos, propensos a errores o comprometen la calidad de los datos de entrenamiento. **Conclusión:** La incorporación de la inteligencia artificial en el manejo del cáncer de esófago ha mostrado avances significativos, particularmente en áreas como el diagnóstico temprano, la planificación terapéutica y el seguimiento de los pacientes.

Palabras clave: Cáncer de esófago; Diagnóstico; Inteligencia Artificial.

1 INTRODUÇÃO

O câncer de esôfago (CE) ocupa o oitavo lugar entre as neoplasias mais comuns e a sexta causa mais frequente de morte por câncer mundialmente. É classificado histologicamente em carcinoma de células escamosas e adenocarcinoma de esôfago, que representam 90% de todos os casos de câncer esofágico, tendo alta invasividade e metástase linfonodal. O quadro clínico precoce, muitas vezes, é latente e inespecífico e, com isso, o diagnóstico só é dado em estágios avançados, acarretando em prognóstico ruim e custos elevados (Ma et al., 2022).

A taxa de CE vem aumentando nos últimos anos, muito provavelmente pela relação dessa neoplasia com a doença do refluxo gastroesofágico, obesidade e esôfago de Barrett. A sobrevida em 5 anos dos pacientes com câncer de esôfago em fase inicial pode chegar a 85% ou mais, porém, a maioria é diagnosticada em estágio avançado e essa taxa diminui para menos de 20%. Desse modo, a triagem e o tratamento precoce do CE são importantes para melhorar o prognóstico dos indivíduos afetados (Zhang et al., 2021).

Para que haja a detecção precoce do câncer de esôfago, pode-se utilizar a endoscopia com luz branca (WLE) e a imagem de banda estreita (NBI), os quais aumentam a visibilidade da estrutura e do padrão microvascular do esôfago. Todavia, as características dessas lesões são sutis e facilmente perdidas com a endoscopia convencional, então, desenvolveu-se tecnologias de alta definição com ou sem cromoendoscopia, NBI com ou sem ampliação, endomicroscopia confocal a laser e sistema de imagem endocitoscópica. Ainda assim, a taxa diagnóstica ainda é baixa e a identificação dessas lesões depende da experiência dos endoscopistas, sendo afetada por diferenças em suas práticas (Tajiri et al., 2022).

Além disso, também usa-se a tomografia computadorizada, tomografia por emissão de pósitrons (PET), ultrassonografia endoscópica e ultrassonografia endobrônquica para diagnosticar e estadiar a neoplasia esofagogástrica. Para o rastreamento de CE não existem marcadores confiáveis e não invasivos, ao contrário dos cânceres colorretal, pancreático e hepatocelular. Dessa maneira, o estadiamento, a detecção de recorrência e o monitoramento dependem de investigações radiológicas,

as quais exigem profissionais especializados e com horários oportunos, o que é de difícil alcance, uma vez que há falta de experiência fora dos centros oncológicos terciários e os horários de trabalho clínico geralmente são ocupados (Chidambaram et al., 2022).

A fim de otimizar a detecção precoce do câncer de esôfago, estudos com inteligência artificial (IA) estão sendo desenvolvidos, por meio de análise de imagens endoscópicas gastrointestinais. A IA coleta um grande número de imagens para a construção de um modelo de diagnóstico assistido, as imagens são divididas em conjuntos de dados de treinamento e de dados de teste. Foi relatado que os modelos baseados em IA detectam pólipos colônicos, diferenciam pólipos gástricos e colônicos e identificam tumores gastrointestinais precoces e infecção por *Helicobacter pylori* na camada mucosa gástrica. Recentemente, esses modelos se mostraram eficazes e precisos na detecção precoce do câncer esofágico, sendo ainda mais precisos que os endoscopistas experientes (Zhang et al., 2021; Ma et al., 2022).

Na conjuntura de diagnósticos médicos, a inteligência artificial tenta imitar a cognição humana na compreensão, análise e apresentação de dados médicos. As imagens são identificadas e processadas a fim de detectar mais precocemente as lesões, fornecendo embasamento para a terapia precoce do câncer esofágico em fase inicial (Chidambaram et al., 2022; Wang et al., 2021).

Este estudo é justificado pela crescente importância das novas tecnologias, em especial a inteligência artificial, no aprimoramento das abordagens para doenças de difícil diagnóstico. A inteligência artificial tem o potencial de promover diagnósticos mais precoces e eficientes, impactando positivamente o tratamento de diversas condições. Ao explorar novas estratégias para essa doença, o estudo visa não apenas melhorar a qualidade de vida dos pacientes portadores de câncer esofágico, mas também fornece subsídios para a adoção mais ampla e rotineira da inteligência artificial na prática médica.

Portanto, o objetivo dessa pesquisa é demonstrar a relevância da inteligência artificial na abordagem do câncer de esôfago, explorando seu potencial para superar limitações dos métodos tradicionais de diagnóstico e tratamento. Além disso, busca compreender as práticas convencionais utilizadas no manejo dessa neoplasia, e

evidenciar como a inteligência artificial pode oferecer soluções inovadoras e promissoras, melhorando a precisão diagnóstica e a eficácia terapêutica, contribuindo para avanços avançados na qualidade do atendimento ao paciente.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura (RIL), que possibilita a síntese, a identificação e a realização de uma análise ampla na literatura acerca de uma temática específica (Souza *et al.*, 2010). Realizada no mês de novembro de 2024, a partir de um levantamento bibliográfico de artigos científicos publicados nos periódicos indexados nas bases de dados da *National Library of Medicine* (PUBMED) e *Biblioteca Virtual em Saúde* (BVS) (Cavalcante e Oliveira, 2020).

Para realização da pesquisa os descritores foram utilizados de acordo com os Descritores em Ciência da Saúde (DeCS): “Artificial Intelligence” e “Esophageal Neoplasms”. O operador booleano “AND” foi usado para cruzamento entre todos os termos.

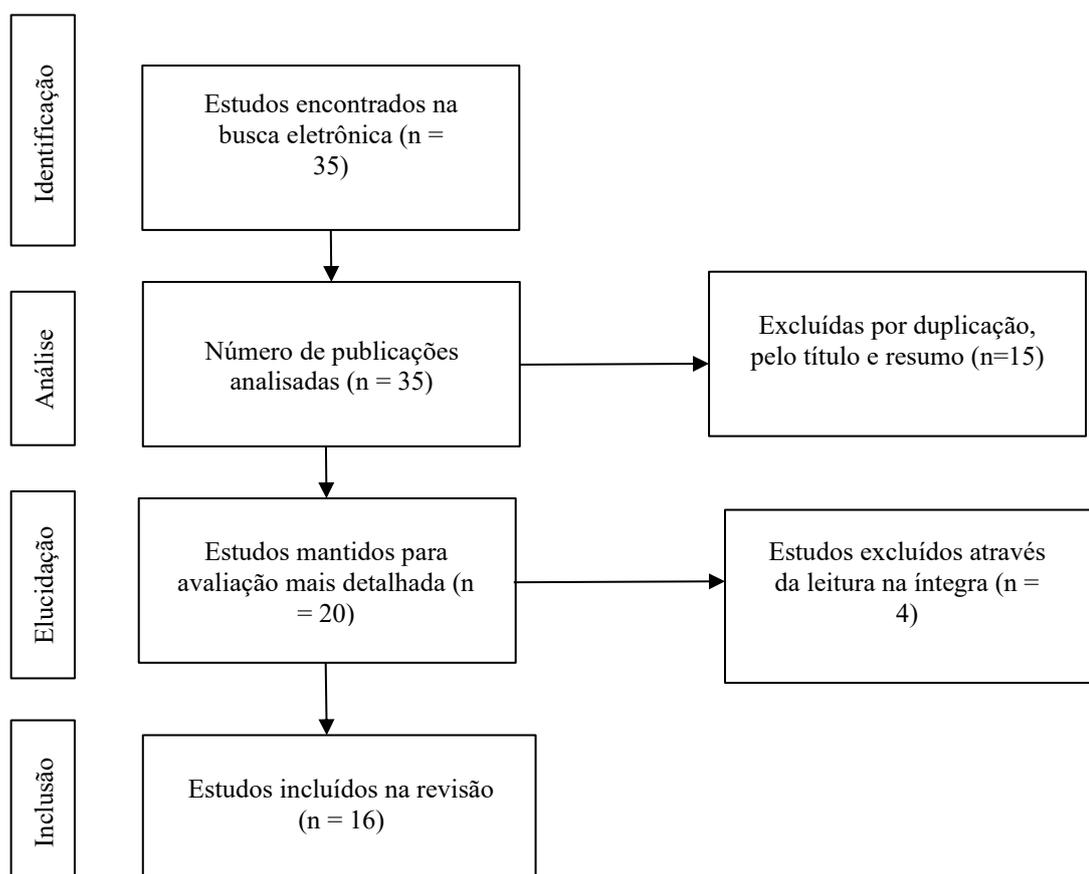
Foram considerados elegíveis artigos completos disponíveis nas bases de dados definidas. Ao total foram encontrados 249 estudos na base do PUBMED e 149 na BVS por meio da estratégia de busca. Os critérios de inclusão foram: artigos publicados no período de 2019 a 2024, na língua portuguesa, espanhola e inglesa, estudos de coorte retrospectivos, prospectivos, transversais e comparativos, além de publicações que corroborem com o objetivo e tema central do estudo. Foram excluídas teses, monografias, relatos de caso, dissertação, cartas ao editor, textos incompletos e manuscritos que não respeitaram o objetivo do estudo.

Após aplicação dos critérios de elegibilidade, a análise dos resultados foi feita, inicialmente, por meio da leitura e avaliação dos títulos e resumos dos artigos selecionados nas bases de dados, em conformidade com os critérios de inclusão/exclusão já definidos anteriormente. Aqueles selecionados foram, então, submetidos à leitura completa. A partir dessa busca, foram encontrados em cada base de dados: PubMed (n=23) e BVS (n=12), totalizando 35 manuscritos. Após isso, os artigos foram analisados (n=35), depois excluídos os manuscritos duplicados pelo

título e resumo (n=15).

Em seguida, foram mantidos para avaliação mais detalhada (n=20), e excluídos (n=4) após a leitura na íntegra. Ao final da avaliação, foram selecionados 16 estudos para elaboração da presente RIL. Não houve divergências entre os revisores sobre a inclusão dos manuscritos. Para sistematizar o processo de seleção dos artigos, foi utilizada a metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-Analyses* (PRISMA) (Moher *et al.*, 2009). A seguir estão representadas as etapas que caracterizam o processo de seleção dos artigos na forma de um fluxograma (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma PRISMA de seleção dos artigos que constituíram a amostra.



Fonte: Autoria própria, 2024.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Quadro 1, são destacados os estudos primordiais utilizados nesta revisão, oferecendo informações cruciais sobre os autores, títulos e objetivos das pesquisas selecionadas. Esta estrutura foi concebida para simplificar a compreensão e a organização dos trabalhos pertinentes ao tema em discussão. Ao apresentar os dados de forma tabular, o Quadro 1 proporciona uma visão panorâmica das fontes de pesquisa fundamentais, tornando mais acessível a identificação e a avaliação dos estudos relevantes para a abordagem do assunto em pauta.

Após a apresentação dos dados, a discussão dos resultados assume um papel central, possibilitando uma análise mais aprofundada da problemática em foco. Nesse contexto, a reflexão crítica sobre os resultados obtidos nos estudos compilados permite não apenas uma interpretação contextualizada dos achados, mas também uma contribuição substancial para o avanço do conhecimento sobre o tema em questão.

Quadro 1: Publicações incluídas na pesquisa segundo o autor, título e objetivo principal.

Autor	Título	Objetivo Principal
Guidozzi et al. (2023)	The role of artificial intelligence in the endoscopic diagnosis of esophageal cancer: a systematic review and meta-analysis.	Consolidar as evidências sobre o uso de IA no diagnóstico endoscópico do câncer de esôfago.
Huang et al. (2020)	Artificial intelligence technique in detection of early esophageal cancer.	Utilização da técnica de IA na detecção endoscópica de CE precoce; Analisar o papel da IA no diagnóstico patológico de CE precoce, IA no diagnóstico genético de CE precoce, IA na estratificação de risco de CE precoce e Conclusão e perspectiva.
Kotaro et al. (2021)	Usefulness of an artificial intelligence system for the detection of esophageal squamous cell carcinoma evaluated with videos simulating overlooking situation.	Avaliar o desempenho de um sistema de IA com vídeos simulando situações nas quais o ESCC foi negligenciado.

Liu (2021)	Artificial intelligence-assisted endoscopic detection of esophageal neoplasia in early stage: The next step?.	Revisar o status de aplicação da IA na triagem de EC precoce sob endoscopia e discutir suas tendências de desenvolvimento futuro.
Luo et al. (2019)	Real-time artificial intelligence for detection of upper gastrointestinal cancer by endoscopy: a multicentre, case-control, diagnostic study.	Desenvolver e validar o Sistema de Diagnóstico de Inteligência Artificial Gastrointestinal (GRAAIDS) para o diagnóstico de cânceres gastrointestinais superiores por meio da análise de dados de imagem de endoscopias clínicas.
Niu et al. (2020)	Artificial intelligence in gastric cancer: Application and future perspectives.	Debater sobre os desafios e direções futuras que visam o campo da aplicabilidade dos modelos de IA na prática clínica.
Syed et al. (2020)	Artificial Intelligence and Its Role in Identifying Esophageal Neoplasia.	Discutir as limitações em nossas estratégias atuais para identificar displasia esofágica e câncer. Explicar os conceitos por trás do aprendizado profundo e das redes neurais convolucionais usando uma linguagem apropriada para médicos sem formação em engenharia. Revisar sistematicamente a literatura para estudos que usaram aprendizado profundo para identificar neoplasia esofágica e com base na revisão sistêmica, delinear estratégias para trabalhos futuros necessários antes que essas tecnologias estejam prontas para o "horário nobre", ou seja, uso em cuidados clínicos de rotina.
Zhang et al. (2020)	Artificial intelligence-assisted esophageal cancer management: Now and future.	Fornecer uma visão geral abrangente das maneiras pelas quais a IA pode ajudar os médicos a diagnosticar câncer avançado e tomar decisões clínicas com base em resultados previstos, e combinar as imagens endoscópicas para detectar lesões pré-cancerosas ou

		câncer precoce.
Yuan et al. (2022)	Artificial intelligence for diagnosing microvessels of precancerous lesions and superficial esophageal squamous cell carcinomas: a multicenter study.	Desenvolver um sistema de inteligência artificial (IA) para prever subtipos de IPCLs de lesões pré-cancerosas e ESCC superficial.

Fonte: Autoria própria, 2024.

O câncer de esôfago (CE) é uma das dez malignidades mais comuns no mundo, ocupando o sétimo lugar em incidência e o sexto em mortalidade em 2018. Os principais tipos histológicos são o carcinoma de células escamosas (CCE) e o adenocarcinoma (CA), sendo o último mais frequente em pessoas caucasianas. Projeções indicam um aumento significativo na incidência de CA até 2030, enquanto o CCE deve diminuir. O CE reduz a expectativa de vida em cerca de 7,8 anos e gera custos elevados com cuidados, que aumentam conforme o estágio da doença (Zhang et al., 2020).

Na gastroenterologia, IA utilizando algoritmos avançados de aprendizado profundo (DL), foram desenvolvidas principalmente para identificar displasia no esôfago de Barrett, carcinoma de células escamosas (SCC), câncer gástrico e *Helicobacter pylori* no trato gastrointestinal superior e inferior, incluindo displasia no esôfago, câncer e doenças inflamatórias. O foco é ajudar médicos e pacientes a tomar decisões mais precisas com base em dados (Le Berre et al., 2020).

A detecção assistida por computador na identificação de neoplasias esofágicas não é uma ideia completamente nova; por exemplo, amostras transepiteliais de área ampla (WATS) já são comprovadas utilizando sistemas de processamento de imagens computadorizadas. No entanto, foi recentemente que o avanço na velocidade de armazenamento e processamento dos computadores, aliado à disponibilidade de grandes volumes de dados, permitiu uma expansão significativa das capacidades da inteligência artificial (Patel et al., 2020; Syed et al., 2020).

Uma rede neural convolucional (CNN) é um dos principais métodos usados por algoritmos de aprendizagem profunda para reconhecer características em imagens. Inspirada pelo funcionamento dos neurônios no córtex visual humano, a CNN aplica

filtros sobre as imagens para identificar padrões, como bordas e curvas, que se tornam progressivamente mais complexos em camadas sucessivas. Com o treinamento em um grande conjunto de dados rotulados, a CNN ajusta seus filtros e é capaz de classificar imagens, associando características específicas a diferentes classes. A precisão da CNN depende da qualidade e quantidade dos dados usados no treinamento (Syed et al., 2020).

Na pesquisa realizada por Guidozzi et al. (2023), foi possível evidenciar que a inteligência artificial superou os endoscopistas em termos de velocidade de interpretação de imagens, com tempos de interpretação de 29 e 10 segundos, comparados aos 115 minutos necessários pelos especialistas. Além disso, a IA apresentou maior precisão, sensibilidade e especificidade. Essa rapidez na interpretação de imagens facilita uma integração mais direta na prática clínica, permitindo feedback em tempo real para os endoscopistas e orientando-os sobre áreas suspeitas para biópsia.

Corroborando com o trabalho anterior, com a ajuda do sistema de IA, o tempo necessário para que os endoscopistas realizem o diagnóstico foi levemente reduzido, tanto para os profissionais mais experientes quanto para os menos experientes (Arif et al., 2023). A precisão dos endoscopistas seniores no diagnóstico de subtipos de lesões sugestivas de câncer teve uma leve melhora, enquanto os endoscopistas juniores obtiveram uma melhoria significativa na precisão (84,7% em comparação a 78,2 %). Isso indica que o sistema de IA foi particularmente útil para os endoscopistas menos experientes, aumentando a qualidade de seus diagnósticos (Yuan et al., 2022).

Recentemente, a alça capilar intrapapilar esofágica (IPCL) foi identificada como um marcador visível da neoplasia de células escamosas esofágicas, com suas alterações morfológicas intimamente ligadas à profundidade da invasão tumoral. No entanto, a classificação do IPCL ainda exige experiência e pode ser subjetiva. Para tornar essa classificação mais objetiva e auxiliar endoscopistas menos experientes no uso da imagem de banda estreita, a combinação do NBI com inteligência artificial é considerada a melhor solução (Huang et al., 2020).

Em concordância à pesquisa anterior, Yuan et al. (2022) em seu estudo obteve um total de 7.094 imagens de 685 pacientes que foram utilizadas para treinar e validar

o sistema de IA. Esse mecanismo atingiu uma precisão de 91,3% e 89,8% no diagnóstico de subtipos de alterações morfológicas no padrão das IPCLs em validação interna e validação externa, respectivamente. A partir desse estudo, foi possível observar que o uso da IA melhorou significativamente a precisão dos endoscopistas juniores, tanto na identificação de subtipos de IPCLs quanto na avaliação da profundidade de invasão.

Em relação ao esôfago de Barrett, precursor do adenocarcinoma esofágico, as pesquisas evidenciam um aumento na incidência dessa doença, associado a um prognóstico ruim em estágios avançados. No entanto, o diagnóstico precoce permite o tratamento endoscópico curativo. Como a progressão do tumor de Barrett é lenta, muitos endoscopistas gerais não têm familiaridade com sua morfologia endoscópica, dificultando o reconhecimento das lesões. A utilização de endoscopia assistida por inteligência artificial pode melhorar o rastreamento, aumentando a sensibilidade e a eficiência do exame, além de ajudar os endoscopistas a evitarem o erro de não identificar lesões precoces (Liu, 2021).

Entretanto, a utilização de IA no diagnóstico do câncer de esôfago envolve algumas dificuldades significativas. Primeiro, a criação de modelos experimentais de IA depende de grandes conjuntos de dados rotulados por especialistas, que são escassos e sujeitos a erros, ou que comprometem a qualidade dos dados de treinamento. Além disso, a coleta de imagens médicas de alta qualidade, como as obtidas em endoscopias, depende tanto da habilidade dos endoscopistas quanto da qualidade dos equipamentos, o que pode introduzir viés de seleção quando os dados são limitados em um único centro. A validação em múltiplos centros, que poderia melhorar os resultados, ainda é insuficiente (Niu et al., 2020; Luo et al., 2019).

Por conseguinte, outro desafio é a predominância de pesquisas retrospectivas, com poucas iniciativas aplicando IA em ensaios clínicos prospectivos, especialmente em estudos direcionados para cegos, que são o padrão-ouro na ciência médica (Luo et al., 2019). Além disso, os custos elevados para a implementação de IA incluindo equipamentos e treinamento, e a natureza proprietária dessas tecnologias limitam sua ampla adoção. Por fim, a regulamentação e regulamentação da IA por entidades governamentais e profissionais, bem como a resolução de questões legais

relacionadas ao uso da IA em endoscopias, são essenciais para a implementação em larga escala (Liu, 2021; Niu et al., 2020).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação da inteligência artificial no manejo do câncer de esôfago tem revelado avanços significativos, especialmente em áreas como diagnóstico precoce, planejamento terapêutico e acompanhamento de pacientes. O uso de algoritmos de aprendizado de máquina e redes neurais profundas tem se mostrado eficaz na análise de imagens endoscópicas, na identificação de padrões moleculares e na estratificação de risco, contribuindo para decisões clínicas mais precisas e personalizadas.

Contudo, apesar dos avanços, ainda existem desafios importantes, como a padronização de dados, a validação clínica dos modelos desenvolvidos e a integração dessas tecnologias nos diferentes sistemas de saúde.

Além disso, a utilização da inteligência artificial em conjunto com médicos patologistas profissionais tem se mostrado uma estratégia promissora no diagnóstico do câncer de esôfago. Essa colaboração não visa substituir o papel do patologista, mas sim otimizar o processo diagnóstico, reduzindo o tempo de análise, minimizando erros e oferecendo uma segunda opinião confiável. A interação entre IA e endoscopistas potencializa a qualidade do diagnóstico, especialmente em casos complexos, e amplia a capacidade de atendimento em laboratórios com alta demanda. Assim, o avanço nessa integração tecnológica poderá contribuir para diagnósticos mais rápidos e assertivos, impactando positivamente os desfechos clínicos.

As próximas pesquisas devem buscar superar essas barreiras, além de explorar o potencial de combinar a IA com tecnologias emergentes, como a genômica e a análise de big data, para criar abordagens mais abrangentes e acessíveis. Assim, a expectativa é que o desenvolvimento contínuo dessa área proporcione benefícios significativos para os pacientes e impacte positivamente a prática clínica oncológica.

REFERÊNCIAS

ARIF, A. A., Jiang, S. X., & Byrne, M. F. (2023). Artificial intelligence in endoscopy: Overview, applications, and future directions. *Saudi journal of gastroenterology : official journal of the Saudi Gastroenterology Association*, 29(5), 269–277.

https://doi.org/10.4103/sjg.sjg_286_23

CAVALCANTE, L. T. C.; OLIVEIRA, A. A. S. Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. *Psicologia em Revista*, v. 26, n. 1, p. 83-102, 2020.

CHIDAMBARAM, S., Sounderajah, V., Maynard, N., & Markar, S. R. (2022). Diagnostic Performance of Artificial Intelligence-Centred Systems in the Diagnosis and Postoperative Surveillance of Upper Gastrointestinal Malignancies Using Computed Tomography Imaging: A Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Accuracy. *Annals of surgical oncology*, 29(3), 1977–1990.

<https://doi.org/10.1245/s10434-021-10882-6>

GUIDOZZI, N., Menon, N., Chidambaram, S., & Markar, S. R. (2023). The role of artificial intelligence in the endoscopic diagnosis of esophageal cancer: a systematic review and meta-analysis. *Diseases of the esophagus : official journal of the International Society for Diseases of the Esophagus*, 36(12), doad048.

<https://doi.org/10.1093/dote/doad048>

HUANG, LM, Yang WJ, Huang ZY, Tang CW, Li J. (2020). Artificial intelligence technique in detection of early esophageal cancer. *World J Gastroenterol*.

<https://doi.org/10.3748/wjg.v26.i39.5959>

KOTARO, W., Ryu Ishihara, Yusuke Kato, Ayaka Shoji, Takahiro Inoue, et al. (2021). Usefulness of an artificial intelligence system for the detection of esophageal squamous cell carcinoma evaluated with videos simulating overlooking situation.

Digestive Endoscopy. <https://doi.org/10.1111/den.13934>

LE BERRE, C., Sandborn, W. J., Aridhi, S., Devignes, M. D., Fournier, L., Smaïl-Tabbone, M., Danese, S., & Peyrin-Biroulet, L. (2020). Application of Artificial Intelligence to Gastroenterology and Hepatology. *Gastroenterology*, 158(1), 76–94.e2.

<https://doi.org/10.1053/j.gastro.2019.08.058>

LIU Y. (2021). Artificial intelligence-assisted endoscopic detection of esophageal neoplasia in early stage: The next step?. *World journal of gastroenterology*,

27(14), 1392–1405. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i14.1392>

LUO, H., Xu, G., Li, C., He, L., Luo, L., Wang, Z., Jing, B., Deng, Y., Jin, Y., Li, Y., Li, B., Tan, W., He, C., Seeruttun, S. R., Wu, Q., Huang, J., Huang, D. W., Chen, B., Lin, S. B., Chen, Q. M., ... Xu, R. H. (2019). Real-time artificial intelligence for detection of upper gastrointestinal cancer by endoscopy: a multicentre, case-control, diagnostic

study. *The Lancet. Oncology*, 20(12), 1645–1654. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(19\)30637-0](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30637-0)

MA, H., Wang, L., Chen, Y., & Tian, L. (2022). Convolutional neural network-based artificial intelligence for the diagnosis of early esophageal cancer based on endoscopic images: A meta-analysis. *Saudi journal of gastroenterology : official journal of the Saudi Gastroenterology Association*, 28(5), 332–340. https://doi.org/10.4103/sjg.sjg_178_22

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, v. 6, n. 7, p. 1–6, 2009.

NIU, P. H., Zhao, L. L., Wu, H. L., Zhao, D. B., & Chen, Y. T. (2020). Artificial intelligence in gastric cancer: Application and future perspectives. *World journal of gastroenterology*, 26(36), 5408–5419. <https://doi.org/10.3748/wjg.v26.i36.5408>

PATEL, V., Khan, M. N., Shrivastava, A., Sadiq, K., Ali, S. A., Moore, S. R., Brown, D. E., & Syed, S. (2020). Artificial Intelligence Applied to Gastrointestinal Diagnostics: A Review. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 70(1), 4–11. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000002507>

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. d. Integrative review: what is it? How to do it?. *Einstein (São Paulo, Brazil)*, v. 8, n. 1, p. 102–106, 2010.

SYED, T., Doshi, A., Guleria, S., Syed, S., & Shah, T. (2020). Artificial Intelligence and Its Role in Identifying Esophageal Neoplasia. *Digestive diseases and sciences*, 65(12), 3448–3455. <https://doi.org/10.1007/s10620-020-06643-2>

TAJIRI, A., Ishihara, R., Kato, Y. *et al.* (2022). Utilidade de um sistema de inteligência artificial para classificação de lesões esofágicas ao simular seu uso clínico. *Sci Rep* 12 , 6677. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10739-26>.

WANG, L., Song, H., Wang, M., Wang, H., Ge, R., Shen, Y., & Yu, Y. (2021). Utilization of Ultrasonic Image Characteristics Combined with Endoscopic Detection on the Basis of Artificial Intelligence Algorithm in Diagnosis of Early Upper Gastrointestinal Cancer. *Journal of healthcare engineering*, 2021, 2773022. <https://doi.org/10.1155/2021/2773022>

YUAN, X. L., Liu, W., Liu, Y., Zeng, X. H., Mou, Y., Wu, C. C., Ye, L. S., Zhang, Y. H., He, L., Feng, J., Zhang, W. H., Wang, J., Chen, X., Hu, Y. X., Zhang, K. H., & Hu, B. (2022). Artificial intelligence for diagnosing microvessels of precancerous lesions and superficial esophageal squamous cell carcinomas: a multicenter study. *Surgical endoscopy*, 36(11), 8651–8662. <https://doi.org/10.1007/s00464-022-09353-0>

ZHANG, Y. H., Guo, L. J., Yuan, X. L., & Hu, B. (2020). Artificial intelligence-assisted esophageal cancer management: Now and future. *World journal of gastroenterology*, 26(35), 5256–5271. <https://doi.org/10.3748/wjg.v26.i35.5256>