

QUANDO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ENTRA EM CAMPO: VISÃO COMPUTACIONAL E TOMADA DE DECISÃO INTRAOPERATÓRIA – UMA REVISÃO INTEGRATIVA.

WHEN ARTIFICIAL INTELLIGENCE ENTERS THE OPERATING ROOM: COMPUTER VISION AND INTRAOPERATIVE DECISION-MAKING – AN INTEGRATIVE REVIEW.

Sabrina Gomes de Oliveira¹, Maria Vitória Ferreira de Lima², Maria Fernanda Sabino da Costa², Pryscilla Lopes dos Santos Rodrigues² e Layze Marinho Ramos².

1. Docente do curso de medicina da faculdade UNIMA AFYA Maceió;
2. Discente do curso de medicina da faculdade UNIMA AFYA Maceió.
laymramos@gmail.com

Eixo Temático: Saúde

RESUMO

Introdução: A incorporação da Inteligência Artificial (IA) e da Visão Computacional vem transformando a prática cirúrgica, especialmente no contexto da denominada “Cirurgia 3.0”, com aplicações voltadas ao reconhecimento anatômico, processamento de imagens e suporte à tomada de decisão. Entretanto, a rápida expansão dessas tecnologias ainda apresenta lacunas relacionadas à validação clínica, aceitação profissional, aspectos éticos e psicológicos e responsabilidade jurídico-regulatória. **Objetivo:** Analisar o uso da Inteligência Artificial e de sistemas de Visão Computacional no ambiente intraoperatório, visando a tomada de decisão cirúrgica. **Método:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada entre março e abril de 2026, nas bases PubMed, Embase e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando a estratégia PICO e descritores controlados combinados por operadores booleanos. Foram incluídos estudos publicados entre 2018 e 2026, disponíveis na íntegra em português, inglês ou espanhol, que abordassem aplicações de IA no ambiente cirúrgico, resultando em 15 estudos na síntese qualitativa. **Resultados:** Os estudos evidenciaram aplicações da Visão Computacional no processamento de imagens e vídeos, reconhecimento e rastreamento de estruturas anatômicas e suporte à tomada de decisão intraoperatória. Também foram identificadas aplicações em modelagem tridimensional, navegação cirúrgica, medicina personalizada e simulação. Persistem, contudo, limitações relacionadas à validação clínica, custos, infraestrutura, capacitação profissional, padronização de dados e questões ético-legais. **Conclusão:** A Inteligência Artificial e a Visão Computacional apresentam potencial para ampliar a capacidade de interpretação e suporte à decisão no ambiente cirúrgico. Sua consolidação na prática clínica, entretanto, depende de evidências mais robustas sobre segurança e desfechos clínicos, além de formação profissional adequada e desenvolvimento de diretrizes éticas e regulatórias.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Procedimentos Cirúrgicos Operatórios; Segurança do Paciente; Visão Computacional.

ABSTRACT

Introduction: The incorporation of Artificial Intelligence (AI) and Computer Vision is transforming surgical practice, particularly within the context of the so-called “Surgery 3.0”, with applications focused on anatomical recognition, image processing, and decision support. However, the rapid expansion of these technologies still presents gaps related to clinical validation, professional acceptance, ethical and psychological aspects, and legal and regulatory responsibility. **Objective:** To analyze the use of Artificial Intelligence and Computer Vision systems in the intraoperative environment, with the aim of supporting surgical decision-making. **Method:** This was an integrative literature review conducted between March and April 2026 in the PubMed, Embase, and Virtual Health Library (VHL) databases, using the PICO strategy and controlled descriptors combined with Boolean operators. Studies published between 2018 and 2026, available in full text in Portuguese, English, or Spanish, and addressing AI applications in the surgical environment were included, resulting in 15 studies in the qualitative synthesis. **Results:** The studies identified applications of Computer Vision in image and video processing, anatomical structure recognition and tracking, and intraoperative decision support. Applications in three-dimensional modeling, surgical navigation, personalized medicine, and simulation were also identified. Nevertheless, limitations remain regarding clinical validation, costs, infrastructure, professional training, data standardization, and ethical and legal issues. **Conclusion:** Artificial Intelligence and Computer Vision have the potential to enhance information interpretation and decision support in the surgical environment. However, their integration into clinical practice depends on more robust evidence regarding safety and clinical outcomes, as well as adequate professional training and the development of ethical and regulatory guidelines.

Keywords: Artificial Intelligence; Surgical Procedures, Operative; Patient Safety; Computer Vision.

INTRODUÇÃO

A prática cirúrgica contemporânea atravessa uma transformação tecnológica sem precedentes desde o advento da videocirurgia, impulsionada pela transição para a chamada “Cirurgia 3.0”, caracterizada pela crescente integração de tecnologias digitais, sistemas inteligentes e ferramentas computacionais à prática operatória (1,2). Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) deixou de representar uma perspectiva exclusivamente futurista e passou a ocupar espaço progressivo no cuidado cirúrgico, abrangendo aplicações que incluem o planejamento personalizado, a navegação cirúrgica, a modelagem tridimensional da anatomia e o suporte à tomada de decisão clínica (3,4). Paralelamente, a evolução do aprendizado de máquina, do processamento de imagens e da análise de grandes volumes de dados tem ampliado as possibilidades de utilização da IA ao longo das diferentes etapas do cuidado cirúrgico, desde o planejamento pré-operatório até o acompanhamento e gerenciamento de dados relacionados aos procedimentos (5,6). Apesar dos avanços proporcionados pelas técnicas minimamente invasivas e pelas tecnologias de assistência cirúrgica, o reconhecimento inadequado de estruturas anatômicas e a ocorrência de eventos adversos relacionados à identificação ou manipulação dessas estruturas permanecem desafios relevantes para a segurança do paciente (7,8). Nesse cenário, os sistemas de Visão Computacional emergem como uma das aplicações mais promissoras da IA no ambiente intraoperatório, possibilitando a análise automatizada de imagens e vídeos cirúrgicos e o reconhecimento de estruturas anatômicas durante o procedimento (9). Estudos recentes demonstram a aplicação dessas tecnologias na identificação de estruturas durante procedimentos

laparoscópicos, na navegação cirúrgica e no auxílio à avaliação de parâmetros relacionados à segurança operatória (9-11). Dessa forma, a Visão Computacional apresenta potencial para funcionar como uma ferramenta complementar ao julgamento do cirurgião, transformando informações visuais do campo operatório em dados capazes de auxiliar a interpretação anatômica e o processo de tomada de decisão em tempo real (10,11).

Entretanto, a incorporação da IA à prática cirúrgica não se limita aos avanços tecnológicos. A implementação desses sistemas envolve desafios relacionados à aceitação pelos profissionais, à confiabilidade e validação dos algoritmos, à interpretação de seus resultados e à integração das ferramentas computacionais ao fluxo de trabalho cirúrgico (1,12). Além disso, aplicações específicas, como aquelas voltadas à cirurgia plástica, levantam discussões acerca das expectativas dos pacientes, dos possíveis impactos psicológicos e da influência dos algoritmos sobre decisões relacionadas aos resultados estéticos (3). Somam-se a esses aspectos questões éticas, regulatórias e jurídico-legais relacionadas à transparência dos sistemas, à proteção de dados, aos vieses algorítmicos e à definição de responsabilidade diante de decisões assistidas por Inteligência Artificial (13). Assim, embora a IA apresente potencial para ampliar a capacidade de análise e suporte à decisão no ambiente cirúrgico, sua incorporação deve ser acompanhada de avaliação crítica quanto à segurança, confiabilidade, aplicabilidade clínica e limites de sua utilização. Nesse contexto, torna-se relevante compreender não apenas as capacidades técnicas da IA e da Visão Computacional, mas também a forma como essas tecnologias estão sendo incorporadas à tomada de decisão intraoperatória e quais evidências sustentam seu impacto sobre a prática cirúrgica. A literatura disponível apresenta aplicações em diferentes especialidades e cenários, porém permanece necessário sintetizar de forma integrada os avanços, benefícios potenciais, limitações e desafios associados à utilização dessas ferramentas no ambiente operatório. Essa análise é particularmente importante diante da rápida evolução tecnológica e da necessidade de estabelecer uma integração segura e responsável entre sistemas computacionais e o julgamento clínico do cirurgião. O objetivo do presente estudo é o de analisar o uso da Inteligência Artificial e de sistemas de Visão Computacional no ambiente intraoperatório, visando a tomada de decisão cirúrgica.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, conduzida conforme as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). A questão norteadora foi estruturada pela estratégia PICO, considerando como população os pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos e a segurança cirúrgica; como interesse, o uso de Inteligência Artificial e Visão Computacional; e como contexto, o ambiente intraoperatório e a tomada de decisão cirúrgica, incluindo aspectos éticos e psicológicos. Estabeleceu-se a seguinte pergunta: “Qual o impacto da utilização de sistemas de Inteligência Artificial e de Visão Computacional no ambiente intraoperatório para o suporte à tomada de decisão, o reconhecimento anatômico e o manejo de aspectos ético-psicológicos na cirurgia?”. A busca foi realizada entre março e abril de 2026 nas bases MEDLINE/PubMed, Embase e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando descritores MeSH/DeCS e termos livres, combinados pelos operadores booleanos AND e OR: (“Artificial Intelligence” OR “Computer Vision”) AND (“Surgical Procedures, Operative” OR “Surgery” OR “Intraoperative”) AND (“Decision Making” OR “Patient Safety” OR “Surgical Anatomy”). Foram incluídos estudos publicados entre 2018 e 2026, disponíveis integralmente em inglês, português ou espanhol, que abordassem aplicações de Inteligência Artificial ou Visão Computacional no ambiente cirúrgico, reconhecimento anatômico, suporte à decisão intraoperatória, segurança do paciente ou aspectos éticos e psicológicos. Foram excluídos estudos exclusivamente pré ou pós-operatórios, pesquisas sobre robótica sem aplicação de IA ou Visão Computacional, resumos de congressos, editoriais, cartas ao editor, literatura cinzenta e

duplicatas. A seleção ocorreu em etapas, com remoção de duplicatas no Mendeley, triagem por títulos e resumos e leitura dos textos completos para verificação da elegibilidade. Ao final, 15 estudos foram incluídos e organizados em matriz de síntese para análise qualitativa dos principais achados.

RESULTADOS

A busca inicial nas bases de dados eletrônicas identificou 120 registros. Após a remoção de 25 duplicatas pelo gerenciador Mendeley, 95 artigos foram submetidos à triagem por título e resumo. Nessa etapa, 55 estudos foram excluídos por não atenderem ao escopo temático ou aos critérios de idioma e período de publicação. Dos 40 artigos encaminhados para leitura na íntegra, 25 foram excluídos por abordarem exclusivamente robótica mecânica sem aplicação de Inteligência Artificial ou Visão Computacional, ou por apresentarem aplicações restritas aos períodos pré ou pós-operatório. Ao final, 15 estudos foram incluídos na síntese qualitativa. A análise dos estudos selecionados permitiu a organização dos principais achados em três eixos temáticos. Em relação à visão computacional reconhecimento anatômico e a segurança operacional, os estudos evidenciaram aplicações da Inteligência Artificial principalmente no processamento e na interpretação automatizada de imagens e vídeos, com destaque para o reconhecimento e rastreamento de estruturas anatômicas (2,4,6,15). O estudo LYSE demonstrou a utilização de IA no mapeamento automatizado de linfonodos e na avaliação da Visão Crítica de Segurança durante procedimentos oncológicos, indicando sua aplicabilidade como ferramenta de apoio à avaliação intraoperatória (4). De forma semelhante, um estudo de validação e viabilidade demonstrou a possibilidade de utilização de IA para identificação de estruturas anatômicas durante a nefrectomia laparoscópica, evidenciando o potencial da tecnologia para auxiliar o reconhecimento anatômico durante procedimentos minimamente invasivos (6). Na cirurgia oftalmológica e torácica, foram descritas aplicações relacionadas à análise de imagens, reconhecimento de padrões e apoio a diferentes etapas dos procedimentos cirúrgicos (2,15). Em conjunto, os achados indicam que a Visão Computacional pode atuar como ferramenta complementar ao julgamento do cirurgião, fornecendo informações adicionais para a interpretação do campo operatório e o suporte à tomada de decisão intraoperatória. Além disso, os estudos demonstraram que a Inteligência Artificial (IA) pode contribuir para a modelagem anatômica individualizada, a medicina de precisão e o planejamento cirúrgico personalizado, permitindo adaptar os procedimentos às características específicas de cada paciente (3,5,9,10). Na população pediátrica, foram identificadas ferramentas capazes de transformar exames de imagem em modelos tridimensionais da anatomia, possibilitando uma representação individualizada que auxilia na compreensão das estruturas anatômicas e no planejamento pré-operatório (10). Na cirurgia ortopédica, a IA foi associada à medicina personalizada, por meio da integração de dados clínicos e anatômicos para auxiliar na definição de estratégias cirúrgicas mais adequadas às características de cada paciente (5). Na cirurgia do ombro, sistemas de navegação assistida por computador e IA foram descritos como recursos de apoio tanto ao planejamento quanto à execução dos procedimentos, especialmente na orientação e no posicionamento dos componentes cirúrgicos (9). Já na cirurgia plástica, foram observadas aplicações voltadas à simulação dos resultados e ao planejamento individualizado, além de discussões relacionadas às expectativas dos pacientes e às possíveis repercussões psicológicas decorrentes do uso dessas tecnologias (3). Dessa forma, os achados indicam que a IA pode atuar não apenas como ferramenta de suporte técnico, mas também como recurso para individualizar o planejamento cirúrgico e aprimorar a tomada de decisão de acordo com as características anatômicas e clínicas de cada paciente. Adicionalmente, os estudos demonstraram que a incorporação da Inteligência Artificial (IA) à prática cirúrgica

apresenta grande potencial, mas ainda enfrenta barreiras relacionadas aos custos, à capacitação profissional, à infraestrutura tecnológica, à disponibilidade e à padronização dos dados e à integração dessas ferramentas aos fluxos de trabalho (1,7,8,13,15). Um estudo do tipo *survey*, realizado com cirurgiões na Alemanha, identificou uma percepção favorável quanto ao potencial da IA na laparoscopia, embora tenha destacado o custo das tecnologias, a necessidade de treinamento e as limitações de infraestrutura e de padronização dos dados como importantes obstáculos à sua adoção (1). De forma semelhante, revisões sobre a evolução da IA na cirurgia ressaltaram a necessidade de validação clínica, integração adequada às rotinas cirúrgicas e capacitação dos profissionais, de modo a garantir uma utilização segura e efetiva dessas tecnologias (7,8,13,15). No contexto da tomada de decisão, os estudos também indicaram que a IA pode atuar como ferramenta de suporte à interpretação de informações e à identificação de padrões, contribuindo para o processo decisório sem substituir o julgamento clínico e a responsabilidade do cirurgião (12,14). Paralelamente, foram identificadas questões éticas e jurídico-legais, envolvendo a proteção dos dados dos pacientes, a transparência dos algoritmos, a possibilidade de vieses, os limites da autonomia dos sistemas e a definição de responsabilidade diante de decisões ou eventos adversos associados ao uso da IA (11,14). Em síntese, os achados indicam que a transformação promovida pela IA na cirurgia não se restringe à incorporação de novas tecnologias, mas envolve também mudanças na capacitação profissional, na prática clínica e na definição de parâmetros éticos, jurídicos e regulatórios, aspectos fundamentais para a formação e atuação do cirurgião do futuro.

CONCLUSÃO

A Inteligência Artificial (IA) e a Visão Computacional apresentam potencial para transformar a prática cirúrgica, especialmente no reconhecimento anatômico, na análise de imagens e no suporte à tomada de decisão (2,4,6,12,15). Entretanto, sua implementação ainda enfrenta limitações relacionadas à validação clínica, infraestrutura, capacitação profissional e aspectos ético-legais, reforçando a necessidade de incorporar competências digitais à formação cirúrgica e estabelecer protocolos para seu uso seguro. Futuramente, estudos mais robustos devem avaliar a aplicação dessas tecnologias em cenários cirúrgicos reais, considerando eficácia, segurança, custos e impacto na tomada de decisão. Assim, a consolidação da IA na cirurgia dependerá não apenas do avanço tecnológico, mas também de sua implementação baseada em evidências, com definição clara de seus limites e do papel do cirurgião.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lünse S, Wisotzky EL, Beckmann S, Paasch C, Hunger R, Mantke R. Technological advancements in surgical laparoscopy considering artificial intelligence: a survey among surgeons in Germany. *Langenbecks Arch Surg.* 2023;408(1):405. doi:10.1007/s00423-023-03134-6.
2. Mishra K, Leng T. Artificial intelligence and ophthalmic surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2021;32(5):425-430. doi:10.1097/ICU.0000000000000788.
3. Barone M, De Bernardis R, Persichetti P. Artificial intelligence in plastic surgery: analysis of applications, perspectives, and psychological impact. *Aesthetic Plast Surg.* 2025;49(5):1637-1639. doi:10.1007/s00266-024-03988-1.

4. Pavone M, Baby B, Carles E, Innocenzi C, Baroni A, Arboit L, et al. Critical view of safety assessment in sentinel node dissection for endometrial and cervical cancer: artificial intelligence to enhance surgical safety and lymph node detection (LYSE study). *Int J Gynecol Cancer*. 2025;35(5):101789. doi:10.1016/j.ijgc.2025.101789.
5. Huffman N, Pasqualini I, Khan ST, Klika AK, Deren ME, Jin Y, et al. Enabling personalized medicine in orthopaedic surgery through artificial intelligence: a critical analysis review. *JBJS Rev*. 2024;12(3). doi:10.2106/JBJS.RVW.23.00232.
6. Ong CSH, Wong HPN, Leung M, Lee YC, Tsai BA, Chen SH, et al. Utilising artificial intelligence to identify surgical anatomy during laparoscopic donor nephrectomy: a validation and feasibility study. *Sci Rep*. 2026;16(1):7416. doi:10.1038/s41598-026-35999-0.
7. Li H, Han Z, Wu H, Musaev ER, Lin Y, Li S, et al. Artificial intelligence in surgery: evolution, trends, and future directions. *Int J Surg*. 2025;111(2):2101-2111. doi:10.1097/JS9.0000000000002159.
8. Mirnezami R, Ahmed A. Surgery 3.0, artificial intelligence and the next-generation surgeon. *Br J Surg*. 2018;105(5):463-465. doi:10.1002/bjs.10860.
9. Lee KS, Jung SH, Kim DH, Chung SW, Yoon JP. Artificial intelligence- and computer-assisted navigation for shoulder surgery. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2024;32(1):10225536241243166. doi:10.1177/10225536241243166.
10. Ryan ML, Wang S, Pandya SR. Integrating artificial intelligence into the visualization and modeling of three-dimensional anatomy in pediatric surgical patients. *J Pediatr Surg*. 2024;59(12):161629. doi:10.1016/j.jpedsurg.2024.07.014.
11. Pham T. Ethical and legal considerations in healthcare AI: innovation and policy for safe and fair use. *R Soc Open Sci*. 2025;12(5):241873. doi:10.1098/rsos.241873.
12. Zarghami A. Role of artificial intelligence in surgical decision-making: a comprehensive review. *Galen Med J*. 2024;13:e3332. doi:10.31661/gmj.v13i.3332.
13. Guo C, He Y, Shi Z, Wang L. Artificial intelligence in surgical medicine: a brief review. *Ann Med Surg (Lond)*. 2025;87(4):2180-2186. doi:10.1097/MS9.0000000000003115.
14. Zavaleta-Monestel E, Arguedas-Chacón S, Cordero-Bermúdez K. Artificial intelligence for surgical data management and decision support: lessons from wound care. *Front Artif Intell*. 2025;8:1718436. doi:10.3389/frai.2025.1718436.
15. Leivaditis V, Maniatopoulos AA, Lausberg H, Mulita F, Papatriantafyllou A, Liolis E, et al. Artificial intelligence in thoracic surgery: a review bridging innovation and clinical practice for the next generation of surgical care. *J Clin Med*. 2025;14(8):2729. doi:10.3390/jcm14082729.