

A INCORPORAÇÃO DA CIRURGIA ROBÓTICA NA PRÁTICA DA CIRURGIA GERAL: BENEFÍCIOS, DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

THE INCORPORATION OF ROBOTIC SURGERY INTO GENERAL SURGERY PRACTICE: BENEFITS, CHALLENGES, AND FUTURE PERSPECTIVES

MARCELLA VALENTE MARTINS¹, MARCELA DOURADO BORGES¹, MATHEUS DE SOUZA LOPES¹, NATÁLIA PERES NOLETO¹, PHABIA ASSUNÇÃO PEREIRA¹, LEONARDO EMÍLIO DA SILVA²

1. Graduando em Medicina na Universidade Federal de Goiás(UFG-GO), Goiânia, Goiás, Brasil.

2. Professor na Universidade Federal de Goiás(UFG-GO), Goiânia, Goiás, Brasil.

RESUMO

A cirurgia robótica consolidou-se como uma tecnologia revolucionária, iniciando uma nova era para os procedimentos cirúrgicos. Este artigo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, que busca analisar os benefícios, desafios e perspectivas da utilização da robótica especificamente na cirurgia geral. Objetivou-se, com isso, reunir e sintetizar evidências científicas recentes sobre o impacto dessa técnica na prática operatória, ressaltando as vantagens e os desafios enfrentados. A metodologia baseou-se nos critérios de Whittemore e Knafl, a partir de buscas na base PubMed, utilizando critérios de inclusão e exclusão. Nesse sentido, foram selecionados dez artigos, publicados entre 2019 e 2024. Os resultados observados constataam que os procedimentos robóticos proporcionam inúmeros benefícios tanto para os pacientes quanto para os profissionais. Todavia, ainda existem limitações relevantes, sobretudo quanto ao alto custo operacional e à necessidade de conhecimento técnico para operar os equipamentos. Apesar disso, é evidente que o futuro da cirurgia robótica é promissor, tendo em vista o surgimento de novas tecnologias e o aprimoramento dos centros de ensino, os quais contribuem para o fortalecimento e crescimento dessa área, inclusive na cirurgia geral.

Palavra chave: Cirurgia robótica, Cirurgia minimamente invasiva, Avaliação de tecnologias em saúde, Cirurgia geral, Análise de custo-benefício.

ABSTRACT

Robotic surgery has emerged as a revolutionary technology in contemporary surgical practice, initiating a new era for surgeons across various specialties. This article presents an integrative literature review that aims to analyze the benefits, challenges, and perspectives of robotic assistance specifically in general surgery. The objective was to gather and synthesize recent scientific evidence regarding the impact of this technique on surgical practice, highlighting both its advantages and the limitations encountered. The methodology was based on the criteria proposed by Whittemore and Knafl, with a search performed in the PubMed database using predefined inclusion and exclusion criteria. Ten articles published between 2019 and 2024

were selected. The findings indicate that robotic procedures offer numerous benefits for both patients and healthcare professionals. However, relevant limitations persist, particularly related to the high operational costs and the need for specialized technical skills to handle the equipment. Nevertheless, the future of robotic surgery appears promising, given the emergence of new technologies and the enhancement of training centers, which contribute to the strengthening and expansion of this field, including its application in general surgery.

Keywords: Robotic surgery, Minimally invasive surgery, Health technology assessment, General surgery, Cost-benefit analysis.

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O crescimento da cirurgia robótica, notório nas últimas duas décadas, sinaliza uma mudança irreversível nos paradigmas da medicina contemporânea, com o uso de tecnologias avançadas cada vez mais intrínseco às práticas cirúrgicas¹. Nesse contexto, a utilização dessa tecnologia que, inicialmente, era restrita a áreas específicas, atualmente encontra-se disseminada em diversas especialidades, incluindo a cirurgia geral².

A expansão da tecnologia robótica, evidente nos hospitais universitários e de referência, tem possibilitado a ampliação das habilidades dos cirurgiões, especialmente em procedimentos realizados em espaços anatômicos restritos. Essa abordagem permite intervenções mais seguras, eficazes e menos invasivas¹. Assim, o uso de robôs não só favorece a atuação do cirurgião, mas também interfere positivamente na experiência do paciente, reduzindo o tempo de recuperação e a dor pós-operatória, além de proporcionar melhores resultados estéticos.

Entretanto, a incorporação dessa tecnologia ainda enfrenta barreiras quanto ao alto custo, à necessidade de suporte técnico altamente especializado e à ausência de programas de formação estruturados, restringindo essa tecnologia a centros médicos de alta complexidade, que possuem maiores recursos financeiros e humanos³.

Por outro lado, nota-se que, apesar desses impedimentos, é inegável a ocorrência de uma reconfiguração do ensino cirúrgico nas escolas médicas. Gradativamente, tecnologias mais modernas têm sido implementadas, de forma segura e promissora, promovendo o aprendizado eficaz e a constituição de mão de obra qualificada para operar equipamentos robóticos com segurança e precisão⁴.

Além disso, nota-se que as perspectivas para esse setor são promissoras, com uma rápida evolução tecnológica, por meio do uso de realidade aumentada, novas plataformas e, mais recentemente, da inteligência artificial⁵. Dessa forma, é importante observar que o surgimento de novos aparelhos, mais baratos, precisos e versáteis, contribui para a disseminação e integração desses recursos à prática médica, tornando essa ferramenta indissociável da prática cirúrgica contemporânea.

Nesse contexto, objetiva-se, a partir desta revisão integrativa, reunir e analisar evidências científicas recentes sobre a incorporação da cirurgia robótica na cirurgia geral, a fim de oferecer uma visão abrangente e atualizada.

OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo avaliar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, a incorporação da cirurgia robótica na prática da cirurgia geral, com ênfase na identificação de seus principais benefícios clínicos, operacionais e educacionais, assim como nos desafios técnicos, estruturais e econômicos que ainda limitam sua ampla adoção. Além disso, busca-se analisar as perspectivas futuras para o uso dessa tecnologia, considerando o avanço das plataformas robóticas, a evolução dos programas de treinamento cirúrgico e o impacto dessa modalidade na qualificação da assistência e na formação de novos profissionais.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para alcançar o objetivo deste estudo, intitulado “A incorporação da cirurgia robótica na prática da cirurgia geral: benefícios, desafios e perspectivas futuras”, foi a revisão integrativa da literatura. Segundo Whittemore e Knaff⁶ (The integrative review: updated methodology), a revisão integrativa constitui uma abordagem que possibilita a síntese de evidências teóricas e empíricas sobre um tema específico, permitindo uma compreensão ampla e crítica do fenômeno investigado. Assim, seguindo essa perspectiva, este estudo buscou integrar e analisar evidências disponíveis, com vistas a ampliar o entendimento sobre os benefícios, desafios e perspectivas futuras da cirurgia robótica na prática da cirurgia geral.

Para conduzir esta revisão, adotaram-se os procedimentos metodológicos descritos por Broome⁷, os quais envolvem as seguintes etapas: (a) identificação do problema e definição da questão norteadora; (b) busca sistemática de estudos nas bases de dados científicas; (c) aplicação de critérios de inclusão e exclusão; e (d) análise e síntese dos dados obtidos. A questão norteadora estabelecida foi: “Quais são os benefícios, desafios e perspectivas futuras da incorporação da cirurgia robótica na prática da cirurgia geral?”

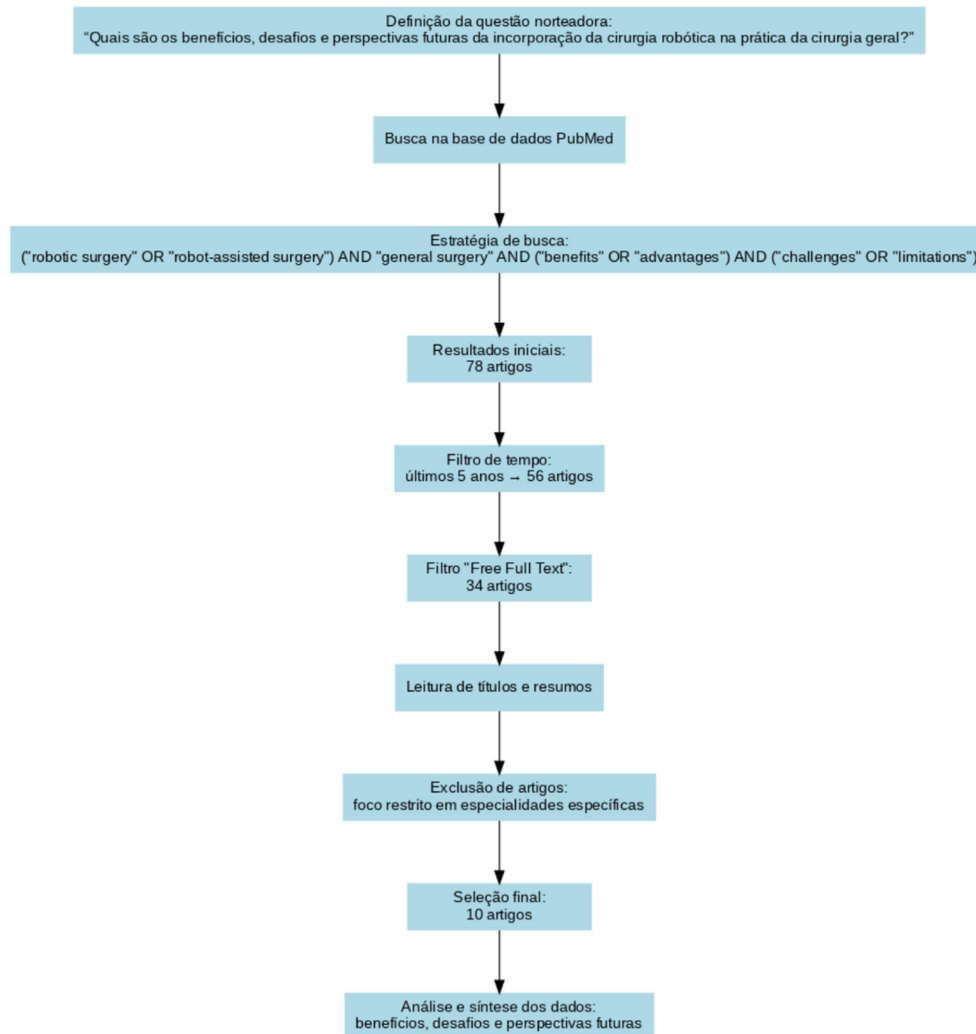
A busca foi realizada na base de dados PubMed, utilizando a seguinte estratégia avançada de pesquisa: (“robotic surgery” OR “robot-assisted surgery”) AND “general surgery” AND (“benefits” OR “advantages”) AND (“challenges” OR “limitations”)

Inicialmente, foram encontrados 78 artigos. Em seguida, aplicou-se o filtro temporal dos últimos cinco anos, resultando em 56 artigos. Posteriormente, utilizou-se o filtro “free full text”, obtendo-se 34 publicações disponíveis na íntegra

Após a leitura de títulos e resumos, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão: incluíram-se artigos publicados em inglês, disponíveis na íntegra, que abordassem a cirurgia robótica de forma ampla, com ênfase em seus benefícios, desafios e perspectivas futuras, dentro ou em interface com a cirurgia geral. Excluíram-se artigos com foco restrito em especialidades não correlatas. Ao final, 10 artigos foram selecionados para compor esta revisão.

Os estudos incluídos abordaram aspectos gerais da cirurgia robótica e também discutiram aplicações em especialidades cirúrgicas correlatas, como ginecologia e procedimentos gastrointestinais, fornecendo uma visão abrangente sobre a incorporação dessa tecnologia e seu impacto na prática cirúrgica contemporânea.

Quadro 1: metodologia de seleção dos artigos



Fonte: Autoria própria, 2025

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incorporação da cirurgia robótica à prática da cirurgia geral tem promovido uma transformação profunda nos paradigmas operatórios contemporâneos. Ao longo das últimas duas décadas, plataformas robóticas evoluíram significativamente e passaram a integrar de forma crescente os centros cirúrgicos, com destaque especial para hospitais universitários e instituições privadas de referência. O que antes era uma tecnologia restrita a nichos, como a urologia e a ginecologia, passou a abranger um escopo muito mais amplo de procedimentos, incluindo intervenções colorretais, esofagogástricas, hepatobiliares e até de emergência, consolidando a cirurgia robótica como uma ferramenta versátil e promissora

Do ponto de vista técnico, a principal vantagem da cirurgia robótica reside em sua capacidade de ampliar as habilidades do cirurgião. Estudos como o de Gangemi et al.⁵ demonstram que a plataforma oferece uma visão tridimensional ampliada em alta definição, associada a instrumentos articulados com sete graus de liberdade, permitindo movimentos mais precisos e delicados que os obtidos por via laparoscópica convencional. Essa superioridade se traduz, na prática, em menor trauma tecidual, redução do sangramento intraoperatório, menor risco de conversão para cirurgia aberta e menor tempo de internação hospitalar. Tais benefícios são particularmente evidentes em procedimentos realizados em espaços anatômicos confinados, como a pelve profunda, onde a precisão milimétrica da dissecação tem impacto direto sobre os resultados oncológicos e funcionais

Cheng et al.⁸, ao revisarem a evolução da cirurgia robótica de incisão única (SIRAS), evidenciam o esforço tecnológico em tornar os procedimentos cada vez menos invasivos, mantendo segurança e eficácia. A plataforma Da Vinci SP™, por exemplo, permite que todo o procedimento seja realizado através de um único portal, utilizando instrumentos articulados e uma câmera endoscópica flexível. Os autores destacam que essa abordagem não apenas melhora a estética pós-operatória, mas também reduz a dor e o tempo de recuperação. A Figura 1, adaptada desse estudo, ilustra a linha do tempo que marca o desenvolvimento dessa tecnologia, desde os primeiros testes em cadáveres até sua aplicação clínica consolidada.

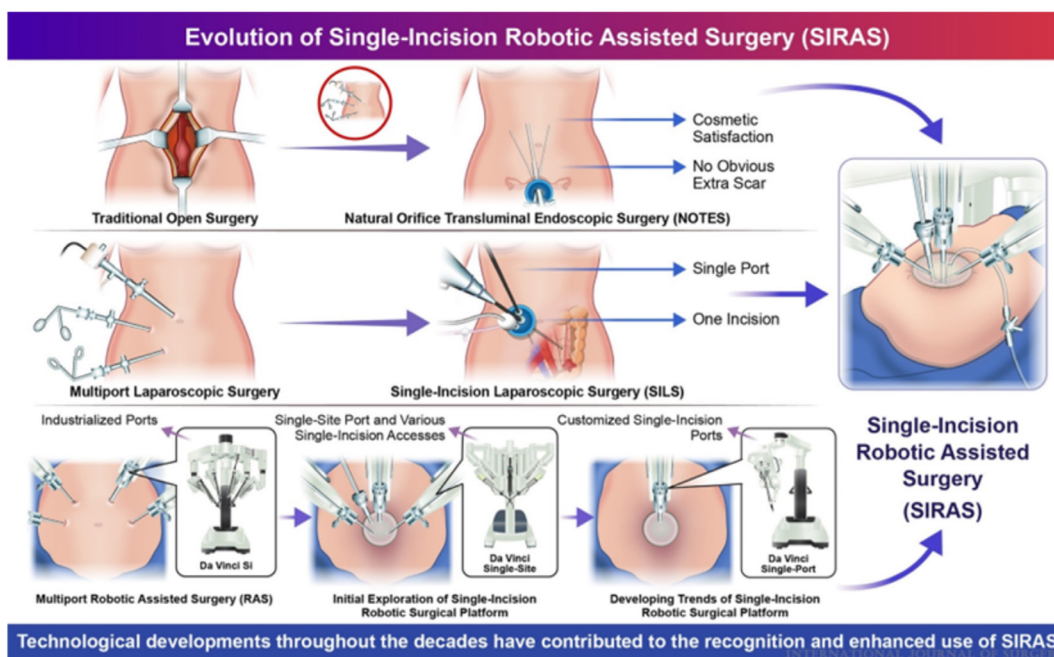


Figura 1. Linha do tempo da evolução da cirurgia robótica de incisão única na cirurgia geral (Adaptado de Cheng et al., 2023, p. 4223).

Além dos benefícios técnicos, a robótica também contribui para a ergonomia do cirurgião. Conforme destacado por Gangemi et al.⁵, o posicionamento no console robótico, aliado à ausência de contato direto com o paciente e à eliminação do tremor fisiológico, proporciona uma experiência operatória mais confortável e menos extenuante. Isso é particularmente importante em cirurgias longas ou repetitivas, nas quais a fadiga física pode comprometer a performance do cirurgião e a segurança do procedimento. Essa mudança de paradigma também

influencia positivamente a saúde ocupacional dos profissionais, reduzindo a incidência de lesões musculoesqueléticas associadas à prática cirúrgica tradicional.

Apesar desses avanços, a adoção em larga escala da cirurgia robótica ainda encontra barreiras importantes. A mais citada na literatura diz respeito ao custo. Segundo Peng et al.⁹, o investimento necessário para aquisição de uma plataforma robótica gira em torno de 1,5 a 2,5 milhões de dólares, além dos custos recorrentes com manutenção, esterilização, trocas de instrumentos e treinamentos. Yadav et al.¹⁰ analisam especificamente os impactos econômicos da cirurgia robótica na ginecologia e observam que, embora existam vantagens clínicas claras, os custos hospitalares permanecem até 30% superiores em relação à laparoscopia. Tal cenário limita a adoção da tecnologia a instituições com orçamento robusto, concentrando seu uso em hospitais de grande porte e aprofundando desigualdades no acesso

O impacto financeiro não se restringe à infraestrutura hospitalar. Como ressaltado por Orvieto et al.¹¹, a adoção da robótica exige mudanças logísticas significativas, incluindo novos fluxos operatórios, contratação de profissionais treinados e adequação de salas cirúrgicas. Essas adaptações não apenas elevam os custos indiretos, mas também demandam tempo de maturação institucional para a implementação eficiente do programa. Além disso, há desafios relacionados à manutenção da tecnologia, que exige suporte técnico altamente especializado, nem sempre disponível em regiões remotas ou centros periféricos.

Outro obstáculo central é a curva de aprendizado, apontada como fator limitante por diversos autores (Alverdy, Gangemi^{12,5}). Embora a interface do console robótico seja intuitiva, seu domínio requer treinamento prático intensivo, geralmente em simuladores de alta fidelidade, cadáveres ou animais de laboratório. A transição segura da prática simulada para o cenário clínico real é gradual e deve ser acompanhada de supervisão rigorosa, o que demanda tempo, investimento e protocolos padronizados. A ausência de programas de formação estruturados em muitos países compromete a capacitação de novos cirurgiões e pode gerar uma falsa sensação de segurança, aumentando o risco de eventos adversos

Os dados populacionais sobre desfechos clínicos também geram discussões. Muaddi et al.¹³, em um estudo com mais de 100 mil procedimentos robóticos realizados no Canadá, observaram que, embora a taxa de eventos adversos fosse inferior à da cirurgia aberta, ela não se mostrou estatisticamente superior à da laparoscopia em muitas intervenções. Isso sugere que, para certos tipos de procedimento, como histerectomias, colecistectomias e nefrectomias parciais, o principal benefício estaria na via minimamente invasiva em si, e não necessariamente na plataforma utilizada. Tais achados reforçam a importância de critérios bem estabelecidos de indicação, evitando a banalização da técnica e a adoção motivada por pressões comerciais ou expectativas infundadas.

Apesar dessas limitações, as perspectivas para a cirurgia robótica são altamente promissoras. A tendência de miniaturização das plataformas, o desenvolvimento de braços robóticos independentes, a incorporação de algoritmos de inteligência artificial e a integração com imagens em tempo real apontam para uma nova geração de robôs mais acessíveis, precisos e versáteis. Marchegiani et al.¹⁴ descrevem o atual cenário clínico dessas plataformas, enquanto Peng et al.⁹ destacam que novos players no mercado estão quebrando o monopólio anterior, reduzindo os custos por meio da competição e acelerando o ritmo de inovação. Essas novas plataformas, ainda em fase de testes clínicos, prometem ampliar a acessibilidade e adaptar-se a diferentes realidades hospitalares, incluindo hospitais de pequeno e médio porte.

No campo da formação médica, observa-se uma verdadeira reconfiguração do ensino cirúrgico. A combinação de simuladores robóticos com realidade aumentada, bibliotecas de vídeos operatórios e plataformas de aprendizado colaborativo cria um ambiente propício à aprendizagem ativa e segura. Gangemi et al.⁵ ressaltam que essa abordagem imersiva contribui para a formação de uma nova geração de cirurgiões altamente qualificados, familiarizados com as tecnologias mais recentes e preparados para integrar a robótica à sua prática cotidiana.

Em termos clínicos, a tendência é de expansão da robótica para cirurgias mais complexas, como ressecções hepáticas maiores, exenterações pélvicas, reconstruções esofágicas e cirurgias de urgência em pacientes com múltiplas comorbidades. Okamoto et al.¹⁵ apontam que, no Japão, há crescente uso da robótica em cirurgias reconstrutivas avançadas e em procedimentos com margens anatômicas muito estreitas, onde a precisão do sistema robótico se torna um diferencial crítico para o sucesso terapêutico.

Diante desse panorama, fica evidente que a cirurgia robótica, embora ainda permeada por desafios, caminha para se tornar parte indissociável da prática cirúrgica moderna. Sua incorporação, quando feita de forma criteriosa, ética e baseada em evidências, tem o potencial de elevar o padrão da assistência cirúrgica, beneficiar pacientes e profissionais e redefinir os contornos da cirurgia geral para as próximas décadas.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados, conclui-se que a cirurgia robótica é uma ferramenta promissora em diferentes áreas de intervenção, devido a sua capacidade de oferecer ao cirurgião movimentos mais precisos, causando, com isso, menor trauma tecidual. Entretanto, por ser um recurso ainda recente, existem desafios a serem superados em seu uso, como o alto custo da tecnologia, dos materiais utilizados e, conseqüentemente, do procedimento.

Nesse sentido, são necessários estudos mais aprofundados na comparação de custo-efetividade entre cirurgias assistidas por robô, cirurgias laparoscópicas e cirurgias abertas, que avaliem por completo o panorama de custo, complicações intraoperatórias e pós-operatórias, readmissões, tempo de internação e de recuperação, mortalidade, entre outros fatores relevantes. Diante disso, será possível estabelecer critérios ainda mais específicos de elegibilidade para cirurgias robóticas, enquanto, por ora, a abordagem cirúrgica é definida pela viabilidade técnica e pela análise do cirurgião.

Além disso, observa-se a necessidade de rever o treinamento em cirurgia robótica e as políticas regulatórias no uso da plataforma robótica, já que não há um consenso geral para a avaliação da aptidão do cirurgião a essa modalidade, que apresenta suas próprias especificidades em relação a manuseio e técnica.

Desse modo, são notáveis os benefícios do uso da cirurgia robótica no cotidiano hospitalar, mas, para que a tecnologia seja usada da melhor maneira possível, ainda são necessários maiores estudos e discussões sobre o tema.

REFERÊNCIAS

1. Picozzi P, Nocco U, Puelo G, Labate C, Cimolin V. Telemedicine and robotic surgery: a narrative review to analyze advantages, limitations and future developments. *Electronics*. 2024;13(1):124.
2. D'Ettorre C, Mariani A, Stilli A, Baena FRY, Valdastrri P, Deguet A, Kazanzides P, Taylor RH, Fisher GS, DiMaio SP, Menciassi A, Stoyanov D. Accelerating surgical robotics research: a review of 10 years with the da Vinci research kit. *IEEE Robot Autom Mag*. 2021;28(4):56-78.
3. Childers CP, Maggard-Gibbons M. Estimation of the acquisition and operating costs for robotic surgery. *JAMA*. 2018;320(8):835-6.
4. Haltaufderheide J, Pfisterer-Heise S, Pieper D, Ranisch R. The ethical landscape of robot-assisted surgery: a systematic review. *J Robot Surg*. 2025;19(1):102.
5. Gangemi A, Chang B, Bernante P, Poggioli G. Robotic surgery: rediscovering human anatomy. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(23):12744.
6. Whittemore R, Knafel K. The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs*. 2005;52(5):546-53.
7. Broome ME. Integrative literature reviews for the development of concepts. In: Rodgers BL, Knafel KA, editors. *Concept development in nursing: foundations, techniques and applications*. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2000:231-50.

8. Cheng X, Huang C, Jia W, Guo Z, Shi Y, Song Z, Feng H, Huang H, Xu S, Li H, Wang S, Zhang Y, Zhang T, Liu K, Ji X, Zhao R. Clinical status and future prospects of single-incision robotic-assisted surgery: a review. *Int J Surg*. 2023 Dec 1;109(12):4221-4237.
9. Peng Y, Liu Y, Lai S, Li Y, Lin Z, Hao L, Dong J, Li X, Huang K. Global trends and prospects in health economics of robotic surgery: a bibliometric analysis. *Int J Surg*. 2023 Dec 1;109(12):3896-3904.
10. Yadav P, Chaudhari K, Dave A, Sindhu A. Exploring the evolution of robotic surgery in obstetrics and gynecology: past, present, and future perspectives. *Cureus*. 2024;16(3):e57155.
11. Orvieto MA, Marchetti P, Castillo OA, Coelho RF, Chauhan S, Rocco B, Ardila B, Mathe M, Patel VR. Robotic technologies in surgical oncology training and practice. *Surg Oncol*. 2011 Sep;20(3):203-9.
12. Alverdy JC. The Benefits of Robotic Surgery: Are They Technical or Molecular? *J Gastrointest Surg*. 2021 Feb;25(2):578-580.
13. Muaddi H, Stukel TA, de Mestral C, Nathens A, Pautler SE, Shayegan B, Hanna WC, Schlachta C, Breau RH, Hopkins L, Jackson T, Karanicolas PJ. Adverse events following robotic surgery: population-based analysis. *Br J Surg*. 2022 Jul 15;109(8):763-771.
14. Marchegiani F, Siragusa L, Zadoroznyj A, Laterza V, Mangana O, Schena CA, Ammendola M, Memeo R, Bianchi PP, Spinoglio G, Gavriilidis P, de'Angelis N. New Robotic Platforms in General Surgery: What's the Current Clinical Scenario? *Medicina (Kaunas)*. 2023 Jul 7;59(7):1264.
15. Okamoto K, Miyata T, Nagayama T, Sannomiya Y, Hashimoto A, Nishiki H, Kaida D, Fujita H, Kinami S, Takamura H. Current Status and Future Applications of Robotic Surgery in Upper Gastrointestinal Surgery: A Narrative Review. *Cancers (Basel)*. 2025 Jun 10;17(12):1933.

ENDEREÇO CORRESPONDÊNCIA

MARCELLA VALENTE MARTINS

Av. Marconi, Qd 7, Lt 12, nº 39, Apto 1, Jardim Planalto, Goiânia - GO, Brasil.

E-mail: marcellavalente@discente.ufg.br

EDITORIA E REVISÃO

Editores chefes

Waldemar Naves do Amaral - <http://lattes.cnpq.br/4092560599116579> - <https://orcid.org/0000-0002-0824-1138>

Nílzio Antônio da Silva - <http://lattes.cnpq.br/1780564621664455> - <https://orcid.org/0000-0002-6133-0498>

Autores

MARCELLA VALENTE MARTINS - <http://lattes.cnpq.br/9834150244194958> - <https://orcid.org/0009-0001-7531-1140>

MARCELA DOURADO BORGES - <http://lattes.cnpq.br/2778815089454853> - <https://orcid.org/0009-0004-1601-3698>

MATHEUS DE SOUZA LOPES - <http://lattes.cnpq.br/6604798216026762> - <https://orcid.org/0009-0001-2155-4104>

NATÁLIA PERES NOLETO - <http://lattes.cnpq.br/1237365080387526> - <https://orcid.org/0009-0004-6358-7790>

PHABIA ASSUNÇÃO PEREIRA - <http://lattes.cnpq.br/6452290799223389> - <https://orcid.org/0009-0003-9666-2331>

LEONARDO EMÍLIO DA SILVA - <http://lattes.cnpq.br/0016679496054418> - <https://orcid.org/0000-0002-1612-0344>

Revisão Bibliotecária - Izabella Goulart

Revisão Ortográfica: Dario Alvares

Tradução: Soledad Montalbetti

Recebido: 04/08/25. Aceito: 28/09/25. Publicado em: 17/09/25.