



## Desafios e benefícios da cirurgia robótica no mundo moderno

Challenges and benefits of robotic surgery in the modern world

Desafíos y beneficios de la cirugía robótica en el mundo moderno

Raul Dias Kezan<sup>1</sup>, Marcella Adorno Chiavegatto<sup>2</sup>, Danyelle Celli Bedendo Marco<sup>3</sup>.

### RESUMO

**Objetivo:** Realizar uma revisão sobre os desafios, riscos e benefícios da utilização da cirurgia robótica na prática médica contemporânea. **Revisão bibliográfica:** A cirurgia robótica é uma forma avançada de procedimento cirúrgico que utiliza tecnologia robótica para auxiliar os cirurgiões durante intervenções. Ela oferece vantagens como maior precisão, menor invasividade, menor perda de sangue e tempos de recuperação mais rápidos em comparação com as técnicas tradicionais. Além disso, a cirurgia robótica permite que os médicos realizem procedimentos complexos com maior destreza e alcance, especialmente em áreas de difícil acesso. **Considerações finais:** A cirurgia robótica apresenta desafios e benefícios significativos no mundo moderno. Embora os custos e a necessidade de treinamento especializado sejam obstáculos a serem superados, a utilização dessa tecnologia pode levar a melhores resultados clínicos para os pacientes. É essencial continuar a pesquisa e o desenvolvimento da cirurgia robótica, a fim de aprimorar suas técnicas, expandir sua aplicação e torná-la mais acessível a um número maior de pacientes.

**Palavras-chave:** Cirurgia Robótica, Tecnologia Médica, Desafios, Benefícios, Precisão Cirúrgica.

### ABSTRACT

**Objective:** To review the challenges, risks and benefits of using robotic surgery in contemporary medical practice. **Literature review:** Robotic surgery is an advanced form of surgical procedure that uses robotic technology to assist surgeons during interventions. It offers advantages such as greater precision, less invasiveness, less blood loss and faster recovery times compared to traditional techniques. Additionally, robotic surgery allows physicians to perform complex procedures with greater dexterity and reach, especially in hard-to-reach areas. **Final considerations:** Robotic surgery presents significant challenges and benefits in the modern world. Although costs and the need for specialized training are hurdles to be overcome, the use of this technology can lead to better clinical outcomes for patients. It is essential to continue the research and development of robotic surgery in order to improve its techniques, expand its application and make it more accessible to a greater number of patients.

**Keywords:** Robotic Surgery, Medical Technology, Challenges, Benefits, Surgical Precision.

### RESUMEN

**Objetivo:** Revisar los desafíos, riesgos y beneficios del uso de la cirugía robótica en la práctica médica contemporánea. **Revisión de la literatura:** la cirugía robótica es una forma avanzada de procedimiento quirúrgico que utiliza tecnología robótica para ayudar a los cirujanos durante las intervenciones. Ofrece

<sup>1</sup>Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo – SP.

<sup>2</sup>Hospital Leforte. São Paulo – SP.

<sup>3</sup>Associação Saúde da Família e Associação Filantrópica Nova Esperança. São Paulo – SP.

vantajas como mayor precisión, menor invasividad, menor pérdida de sangre y tiempos de recuperación más rápidos en comparación con las técnicas tradicionales. Además, la cirugía robótica permite a los médicos realizar procedimientos complejos con mayor destreza y alcance, especialmente en áreas de difícil acceso.

**Consideraciones finales:** La cirugía robótica presenta importantes desafíos y beneficios en el mundo moderno. Aunque los costos y la necesidad de capacitación especializada son obstáculos que superar, el uso de esta tecnología puede generar mejores resultados clínicos para los pacientes. Es fundamental continuar con la investigación y el desarrollo de la cirugía robótica para mejorar sus técnicas, ampliar su aplicación y hacerla más accesible a un mayor número de pacientes.

**Palabras clave:** Cirugía Robótica, Tecnología Médica, Retos, Beneficios, Precisión Quirúrgica.

## INTRODUÇÃO

A cirurgia robótica é uma das mais notáveis inovações tecnológicas que têm transformado o campo da medicina e a prática cirúrgica no mundo moderno. Com o avanço da robótica e da inteligência artificial, os cirurgiões agora podem contar com sistemas robóticos altamente sofisticados para auxiliá-los durante procedimentos cirúrgicos complexos. Essa abordagem inovadora oferece uma série de desafios e benefícios que impactam tanto os profissionais de saúde quanto os pacientes (ARAÚJO RLC, et al., 2020).

Compreender os desafios enfrentados pelos cirurgiões e instituições de saúde na implementação da cirurgia robótica é essencial para avaliar seu potencial de transformação no campo médico. Ao mesmo tempo, é fundamental destacar os benefícios que essa abordagem oferece, tanto para os profissionais de saúde quanto para os pacientes, em termos de precisão cirúrgica, recuperação mais rápida e menor risco de complicações pós-operatórias (YONEKURA H, et al., 2016).

A implementação da cirurgia robótica tem encontrado aplicação em diversas especialidades médicas, abrangendo desde procedimentos minimamente invasivos até cirurgias complexas e altamente precisas. A capacidade dos sistemas robóticos de realizar movimentos delicados e precisos, juntamente com a visualização tridimensional e a ampliação do campo cirúrgico, tem revolucionado a prática cirúrgica. No entanto, apesar dos avanços tecnológicos e dos benefícios evidentes, a adoção da cirurgia robótica enfrenta desafios consideráveis. O alto custo dos sistemas robóticos, incluindo a aquisição e a manutenção dos equipamentos, é um fator limitante para muitas instituições de saúde. Além disso, o treinamento especializado exigido para operar esses sistemas e a curva de aprendizado associada podem representar obstáculos significativos (GROSS JF, 2020).

A obtenção da curva de aprendizado necessária para a cirurgia robótica é um processo que demanda tempo e dedicação dos cirurgiões. A aquisição das habilidades necessárias para operar com precisão os sistemas robóticos requer prática e supervisão adequadas. No entanto, uma vez que os cirurgiões superam essa curva de aprendizado, eles podem se beneficiar das capacidades aprimoradas oferecidas pela cirurgia robótica. Além dos desafios financeiros e de treinamento, existem também questões éticas a serem consideradas. O uso de tecnologia robótica na cirurgia levanta questões sobre a autonomia do cirurgião, a relação com o paciente e a responsabilidade por eventuais erros ou complicações durante o procedimento. É necessário estabelecer diretrizes claras e regulamentações adequadas para garantir a segurança e a ética no uso da cirurgia robótica (LEITE PHC, et al., 2021).

Portanto, nesta revisão, o objetivo foi examinar os desafios e benefícios da cirurgia robótica no mundo moderno, destacando sua eficácia, riscos e implicações para a prática cirúrgica contemporânea. Com isso, esperamos contribuir para o avanço do conhecimento nessa área, bem como estimular discussões e reflexões sobre o papel cada vez mais relevante da cirurgia robótica na medicina atual.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Cirurgia Minimamente Invasiva (CMMI), definida como procedimento realizado com o mínimo de lesões na incisão, foi resultado de uma evolução tecnológica disruptiva que revolucionou a prática cirúrgica. A

introdução da videolaparoscopia e, posteriormente, da cirurgia robótica contribuiu significativamente para esse avanço. O antigo ditado "grandes cirurgiões, grandes incisões" tornou-se obsoleto, dando lugar a incisões mínimas, que trazem benefícios como redução da dor pós-operatória, sangramento, resposta inflamatória ao trauma, morbidade transoperatória e tempo de internação, além de resultados estéticos aprimorados (OLIVEIRA MD, et al., 2022).

No início da década de 1980, a ideia de utilizar robôs na cirurgia começou a surgir. O pioneiro nesse campo foi o cirurgião norte-americano Dr. Leonard D. Miller, que desenvolveu o primeiro sistema cirúrgico robótico chamado "Arthrobot". Esse sistema foi projetado para realizar cirurgias ortopédicas e foi utilizado com sucesso para realizar as primeiras artroplastias totais do joelho. Na década de 1990, o desenvolvimento da cirurgia robótica ganhou mais impulso com a criação do sistema "AESOP" (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning). O AESOP foi o primeiro sistema robótico a receber aprovação da Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos e foi utilizado para auxiliar cirurgias em procedimentos laparoscópicos (MORREL ALG, et al., 2020).

No final da década de 1990, o Dr. Intuitive Surgical, uma empresa pioneira em cirurgia robótica, desenvolveu o sistema "da Vinci Surgical System". Lançado em 1999, o da Vinci foi um avanço significativo na cirurgia robótica. Ele consistia em uma plataforma cirúrgica composta por uma unidade de controle, um console de comando para o cirurgião e braços robóticos que realizavam os movimentos precisos necessários durante a cirurgia. O sistema da Vinci permitia que o cirurgião controlasse os instrumentos robóticos com maior precisão e oferecia uma visão tridimensional e ampliada do local da cirurgia. A partir do início dos anos 2000, o da Vinci começou a ser usado em diversas especialidades cirúrgicas, como urologia, ginecologia, cirurgia geral, cirurgia cardíaca e cirurgia torácica. Ele se tornou o sistema robótico mais amplamente utilizado em todo o mundo, com milhares de procedimentos realizados a cada ano (PAREKATTIL SJ e MORAN ME, 2010).

O desenvolvimento e aprimoramento da cirurgia robótica continuaram ao longo das últimas décadas. Novos sistemas cirúrgicos robóticos foram introduzidos no mercado, como o "Sistema Rosa" para cirurgia de coluna e o "Mazor X" para cirurgia robótica assistida por imagem. Esses sistemas têm como objetivo auxiliar os cirurgiões em procedimentos mais complexos e precisos. A cirurgia robótica tem sido elogiada por seus benefícios, como menor trauma cirúrgico, menor perda de sangue, menor tempo de internação e recuperação mais rápida para os pacientes. Além disso, ela permite aos cirurgiões realizar procedimentos mais precisos e complexos, com maior alcance e destreza (PAREKATTIL SJ e MORAN ME, 2010).

No entanto, a cirurgia robótica também enfrenta desafios. Um dos principais desafios é o alto custo dos sistemas robóticos, incluindo o investimento inicial e os custos contínuos de manutenção e treinamento. Além disso, a curva de aprendizado para os cirurgiões que desejam dominar a cirurgia robótica é relativamente longa e requer treinamento especializado. Além da redução das incisões, as técnicas desenvolvidas no contexto da CMMI também contribuíram para a diminuição do tempo cirúrgico total, permitindo a realização de certos procedimentos que antes eram realizados apenas por meio de cirurgias abertas. A videolaparoscopia foi introduzida no Brasil na década de 1990 e rapidamente se tornou o padrão para o tratamento de diversas doenças em diferentes especialidades cirúrgicas. No entanto, a técnica laparoscópica convencional apresenta limitações, como visão bidimensional e instrumentos rígidos com movimentação limitada, as quais têm sido superadas pela cirurgia robótica-assistida, resultando em operações mais precisas e seguras (MACHADO MAC, et al., 2021).

A cirurgia robótica tem se destacado na prática médica contemporânea, oferecendo uma série de benefícios em relação às técnicas tradicionais. Com o avanço da tecnologia e o desenvolvimento de sistemas robóticos sofisticados, diversos tipos de cirurgias robóticas estão sendo realizadas em diferentes especialidades médicas. Abaixo, discorreremos sobre alguns dos tipos mais comuns de cirurgias robóticas atualmente em uso. A cirurgia robótica abdominal abrange uma ampla gama de procedimentos. Entre eles, destacam-se a colecistectomia (remoção da vesícula biliar), apendicectomia (remoção do apêndice), cirurgias colorretais (como colectomia e proctectomia), cirurgias hepatobiliares (envolvendo o fígado e as vias biliares) e gastrectomia (remoção parcial ou total do estômago). O uso de sistemas robóticos nesses procedimentos

permite maior precisão e manobrabilidade, resultando em incisões menores, menor perda de sangue e recuperação mais rápida para os pacientes (STEENWYK B e LYERLY R, 2012).

Outro tipo de cirurgia robótica de destaque é a cirurgia cardíaca. Ela é realizada para tratar uma variedade de condições cardíacas, como doenças das válvulas cardíacas, doenças coronarianas e defeitos congênitos. A utilização de sistemas robóticos nesse contexto possibilita aos cirurgiões maior precisão e controle, além de incisões menores e menor trauma para o paciente. Isso resulta em recuperação mais rápida, menor tempo de internação e menor risco de complicações (TERRA RM, et al., 2020).

Além disso, a cirurgia robótica tem sido amplamente utilizada em procedimentos urológicos, como prostatectomia (remoção da próstata) e nefrectomia (remoção do rim). Esses procedimentos exigem precisão e destreza para preservar as estruturas circundantes e minimizar os efeitos colaterais. Com a cirurgia robótica, os cirurgiões têm uma visão tridimensional ampliada e instrumentos articulados que facilitam a realização desses procedimentos de forma mais precisa e eficiente (TERRA RM, et al., 2020).

Segundo Terra RM, et al. (2020), outro campo em que a cirurgia robótica tem se destacado é a área da ginecologia. A cirurgia robótica ginecológica é utilizada em procedimentos como histerectomia (remoção do útero), miomectomia (remoção de miomas uterinos) e cirurgias de endometriose. Essa abordagem oferece aos cirurgiões maior precisão e habilidade para realizar procedimentos complexos e delicados, resultando em menor sangramento, menor dor pós-operatória e recuperação mais rápida para as pacientes. Além dessas especialidades, a cirurgia robótica também tem sido aplicada em procedimentos torácicos, ortopédicos, otorrinolaringológicos e neurocirúrgicos. Cada vez mais, novas técnicas e abordagens cirúrgicas estão sendo desenvolvidas para aproveitar os benefícios oferecidos pelos sistemas robóticos. Nesse contexto, a cirurgia robótica oferece vantagens notáveis, como menor invasividade, melhor ergonomia, alta definição, visão tridimensional ampliada, câmera estável e guiada pelo cirurgião, amplitude superior de movimento e maior destreza na movimentação das pinças. A aplicação da plataforma robótica na cirurgia é considerada um dos avanços mais significativos da tecnologia médica nas últimas décadas.

O primeiro robô cirúrgico utilizado em seres humanos foi o *Programmable Universal Machine for Assembly* (PUMA), em 1985, para biópsias neurocirúrgicas. No entanto, o desenvolvimento mais marcante na área da cirurgia robótica foi a plataforma Da Vinci, criada em 1998 e ainda considerada a mais bem-sucedida até os dias atuais. O sistema Da Vinci permitiu a realização de diversos procedimentos, como retirada toracoscópica da artéria mamária interna, plastia valvar mitral, colecistectomias e funduplicatura a Nissen, tornando-se o primeiro robô cirúrgico operatório nos Estados Unidos (DUPEYRAT AC e BALLANTYNE GH, 2003).

No mundo moderno, a cirurgia robótica surge como uma resposta às demandas crescentes por avanços tecnológicos na área médica. A combinação da robótica, inteligência artificial e miniaturização de dispositivos abriu novas possibilidades na realização de procedimentos cirúrgicos complexos. A cirurgia robótica utiliza sistemas robóticos controlados por cirurgiões para executar intervenções precisas e minimamente invasivas. Um dos principais contextos que impulsionou o surgimento da cirurgia robótica foi a busca por procedimentos menos invasivos. As técnicas tradicionais, como a cirurgia aberta, muitas vezes envolvem grandes incisões e trauma significativo aos tecidos, resultando em dor intensa, riscos de infecção e tempo de recuperação prolongado. A cirurgia robótica oferece uma alternativa com incisões menores, manipulação mais precisa dos instrumentos cirúrgicos e uma visão tridimensional ampliada, proporcionando aos cirurgiões maior controle e precisão (LEE JR, 2014).

Além disso, a cirurgia robótica surge como uma solução para os desafios técnicos e ergonômicos enfrentados pelos cirurgiões nas cirurgias laparoscópicas tradicionais. A utilização de braços robóticos articulados e instrumentos cirúrgicos miniaturizados permite uma amplitude de movimentos maior e mais flexibilidade, superando as limitações das mãos humanas. Isso é particularmente benéfico em cirurgias delicadas e complexas, onde a precisão e a destreza são fundamentais (PAUL HÁ, et al., 1992).

Outro fator que contribui para o contexto da cirurgia robótica é a demanda por melhores resultados cirúrgicos e redução de complicações pós-operatórias. Os sistemas robóticos oferecem vantagens, como estabilidade, menor perda de sangue, menor risco de danos a tecidos saudáveis e menor tempo de internação

hospitalar. Esses benefícios têm impacto direto na qualidade de vida dos pacientes, permitindo uma recuperação mais rápida e retorno às atividades cotidianas (VALERO R, et al., 2014).

Além disso, a cirurgia robótica tem a capacidade de ultrapassar barreiras anatômicas e operar em locais de difícil acesso, como cirurgias cardíacas e neurológicas. A visualização 3D e o controle preciso dos instrumentos cirúrgicos permitem aos cirurgiões realizar procedimentos com maior segurança e eficácia nessas áreas desafiadoras. No contexto da medicina moderna, a cirurgia robótica representa um avanço tecnológico que está em constante evolução. Novas aplicações estão sendo exploradas, como a cirurgia assistida por robôs em áreas como oncologia, ortopedia e cirurgia pediátrica. Com o desenvolvimento contínuo de sistemas robóticos mais avançados, a cirurgia robótica tem o potencial de se tornar uma técnica amplamente utilizada em diversos procedimentos cirúrgicos (FONSECA AS, 2022).

Um dos principais benefícios da cirurgia robótica é a capacidade de realizar procedimentos com alta precisão. Os sistemas robóticos oferecem aos cirurgiões uma visualização tridimensional ampliada e uma capacidade de manipulação precisa dos instrumentos cirúrgicos. Isso permite a realização de movimentos delicados e precisos, minimizando o risco de danos aos tecidos circundantes. A precisão cirúrgica resultante ajuda a reduzir complicações, como sangramento excessivo, danos a órgãos adjacentes e infecções pós-operatórias (DEMAIO S, et al., 2011).

A cirurgia robótica supera as limitações das técnicas convencionais, permitindo o acesso a áreas anatomicamente desafiadoras. Os braços robóticos articulados e a visão tridimensional proporcionam aos cirurgiões uma maior flexibilidade e destreza na manipulação dos instrumentos cirúrgicos em espaços estreitos e de difícil acesso. Isso é especialmente relevante em cirurgias complexas, como cirurgias cardíacas, neurológicas e urológicas, em que o acesso preciso a estruturas específicas é essencial para o sucesso do procedimento (DAMLE A, 2017).

Os pacientes submetidos à cirurgia robótica geralmente experimentam uma recuperação mais rápida em comparação com procedimentos cirúrgicos tradicionais. As incisões menores e a precisão cirúrgica resultam em menos trauma aos tecidos circundantes, resultando em menos dor pós-operatória e uma resposta inflamatória reduzida. Isso contribui para uma recuperação mais rápida, permitindo que os pacientes retornem às suas atividades diárias normais em um tempo mais curto. Além disso, a menor incidência de complicações pós-operatórias também contribui para uma estadia hospitalar mais curta, reduzindo os custos e o desconforto associados à hospitalização prolongada (SANTANA BR, et al., 2022).

Segundo Borahay MA, et al. (2013), a cirurgia robótica tem o potencial de melhorar significativamente a qualidade de vida dos pacientes. A precisão cirúrgica e a redução de complicações levam a melhores resultados clínicos e funcionais. Os pacientes podem se beneficiar de menor dor, menor necessidade de medicação pós-operatória e uma recuperação mais rápida. Além disso, a abordagem minimamente invasiva da cirurgia robótica resulta em cicatrizes menores e esteticamente mais agradáveis, o que pode melhorar a autoestima e a imagem corporal dos pacientes. No entanto, o custo dos sistemas robóticos e a infraestrutura necessária para a cirurgia robótica são desafios significativos a serem considerados. A adoção da cirurgia robótica requer um investimento financeiro substancial, já que os sistemas robóticos são extremamente caros. Os hospitais e instituições de saúde precisam adquirir o equipamento cirúrgico robótico, que inclui o console do cirurgião, os braços robóticos e outros componentes necessários para o procedimento.

Além disso, a infraestrutura adequada deve ser estabelecida para suportar a cirurgia robótica. Isso inclui a criação de uma sala cirúrgica especializada com espaço suficiente para acomodar o equipamento e a equipe cirúrgica. A sala deve ser projetada para fornecer energia, refrigeração e ventilação adequadas para os sistemas robóticos. Também é necessário garantir que o ambiente esteja livre de interferências eletromagnéticas que possam afetar o funcionamento dos equipamentos (PITASSI C, et al., 2016).

Além dos custos iniciais de aquisição e instalação dos sistemas robóticos, há despesas contínuas relacionadas à manutenção e atualização dos equipamentos. Os hospitais precisam treinar e certificar cirurgiões e equipes de suporte para operar e manter os sistemas robóticos de forma adequada e segura. Isso requer investimento em programas de treinamento, além de atualizações regulares de software e

hardware para garantir a eficácia e a segurança dos sistemas. Devido ao alto custo dos sistemas robóticos e das demandas de infraestrutura, a disponibilidade da cirurgia robótica pode ser limitada em muitas instituições de saúde. Isso resulta em acesso desigual aos benefícios da cirurgia robótica, com hospitais de menor porte ou com recursos financeiros limitados enfrentando dificuldades para adotar essa tecnologia avançada (ARAUJO RLC, et al., 2020).

No entanto, é importante ressaltar que os custos podem diminuir ao longo do tempo à medida que a tecnologia se desenvolve e novas opções de sistemas robóticos são introduzidas no mercado. Além disso, esforços estão sendo feitos para tornar a cirurgia robótica mais acessível, incluindo o desenvolvimento de sistemas robóticos de menor custo e a exploração de modelos de compartilhamento de equipamentos entre instituições (TERRA RM, et al., 2020).

Além disso, o treinamento especializado e a curva de aprendizado representam desafios significativos na adoção da cirurgia robótica. A utilização dos sistemas robóticos requer que os cirurgiões adquiram habilidades específicas para operar com precisão e segurança. A curva de aprendizado para a cirurgia robótica pode ser longa e exigir um investimento de tempo considerável por parte dos cirurgiões (TERRA RM, et al., 2020).

O treinamento adequado para a cirurgia robótica envolve a participação em programas de educação e treinamento específicos, que podem variar de cursos básicos a programas avançados. Os cirurgiões precisam dominar as técnicas de manipulação dos braços robóticos, aprender a utilizar a interface do console cirúrgico e desenvolver uma compreensão profunda das capacidades e limitações do sistema. Além disso, a equipe de suporte cirúrgico também requer treinamento especializado para auxiliar efetivamente nas cirurgias robóticas (VALERO R, et al., 2011).

A curva de aprendizado é um processo gradual em que os cirurgiões adquirem habilidades e experiência na utilização da cirurgia robótica. Inicialmente, podem ocorrer períodos de adaptação e familiarização com o sistema, durante os quais os cirurgiões podem enfrentar desafios e dificuldades. Aumentar a destreza e a precisão na manipulação dos instrumentos robóticos requer prática e experiência prática. Além dos desafios do treinamento especializado, a adoção da cirurgia robótica também levanta questões éticas e regulamentações. É fundamental considerar a responsabilidade do cirurgião na tomada de decisões clínicas, mesmo quando utilizando a tecnologia robótica. Os cirurgiões devem ser capazes de garantir a segurança do paciente, respeitando os princípios éticos e as melhores práticas médicas (DOMENE CE, 2014).

As regulamentações relacionadas à cirurgia robótica variam em diferentes países e jurisdições. É importante estabelecer diretrizes claras e protocolos de segurança para garantir a qualidade e a eficácia dos procedimentos cirúrgicos robóticos. Além disso, a questão da responsabilidade legal em casos de complicações ou erros durante a cirurgia robótica também precisa ser considerada e abordada de forma adequada (MACHADO MAC, et al., 2021).

A garantia da segurança do paciente é uma preocupação central nas questões éticas e regulamentações da cirurgia robótica. Isso envolve a avaliação contínua dos resultados cirúrgicos, a transparência na divulgação de dados de segurança e a colaboração entre profissionais de saúde, reguladores e fabricantes de equipamentos para garantir a melhoria contínua da tecnologia e a minimização de riscos (MACHADO MAC, et al., 2021).

Dessa forma, a cirurgia robótica no mundo moderno apresenta desafios e benefícios significativos. Os desafios incluem o alto custo dos sistemas robóticos, a necessidade de treinamento especializado e a curva de aprendizado exigente. Além disso, questões éticas e regulamentações devem ser consideradas para garantir a segurança e a responsabilidade durante os procedimentos cirúrgicos robóticos. No entanto, os benefícios da cirurgia robótica são notáveis.

A precisão cirúrgica aprimorada e a redução de complicações levam a melhores resultados para os pacientes. O acesso a áreas anatomicamente desafiadoras é possível graças à flexibilidade e destreza dos braços robóticos. A recuperação mais rápida e o menor tempo de internação proporcionam uma experiência pós-operatória mais favorável.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A melhoria da qualidade de vida dos pacientes é um aspecto importante, pois a cirurgia robótica oferece menor dor, cicatrizes menores e melhores resultados estéticos. A capacidade de realizar procedimentos minimamente invasivos contribui para a recuperação física e emocional dos pacientes, além de melhorar sua autoestima e bem-estar geral. É crucial enfrentar os desafios da cirurgia robótica por meio de investimentos em treinamento, pesquisa e desenvolvimento de tecnologia acessível. A atualização de regulamentações e diretrizes éticas adequadas também é essencial para garantir a segurança e a qualidade dos procedimentos cirúrgicos robóticos. Embora apresente desafios, os benefícios substanciais que ela oferece aos pacientes e profissionais de saúde justificam a busca contínua por sua adoção e aprimoramento.

## REFERÊNCIAS

1. ARAÚJO RLC, et al. Visão geral e perspectivas sobre o processo de certificação em cirurgia robótica no Brasil: o novo regimento e uma pesquisa nacional online. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 2020; 47: 1-8.
2. BORAHAY MA, et al. Intraocular pressure and steep Trendelenburg during minimally invasive gynecologic surgery: Is there a risk? *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, 2013; 20(6): 819-824.
3. DAMLE A, et al. Diffusion of technology: Trends in robotic-assisted colorectal surgery. *The American Journal of Surgery*, 2017; 214(5): 820-824.
4. DEMAIO S. et al. The da Vinci Surgical System. In: Rosen J, et al. (Eds.). *Surgical Robotics: Systems Applications and Visions*. Boston, MA: Springer, 2011; 199-217.
5. DE SANTANA BR, et al. Cirurgia Robótica no Brasil. *Research, Society and Development*, 2022; 11(12): e138111233223.
6. DOMENE CE. Cirurgia Robótica - Um Passo Em Direção Ao Futuro. *Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*, 2014; 27(4): 233-233.
7. DUPEYRAT AC e BALLANTYNE GH. Sistema quirúrgicos robóticos y telebóticos para cirugía para abdominal. *Rev. Gastroenterol. Perú*, 2003; 23(1): 58-66.
8. FONSECA AS. Cirurgia robótica transoral em otorrinolaringologia: uma nova fronteira a ser conquistada. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 2022; 88: 821-822.
9. GROSS JL. Perspectivas da cirurgia robótica na área das doenças torácicas no Brasil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 2020; 46.
10. LEE JR. Anesthetic considerations for robotic surgery. *Korean Journal of Anesthesiology*, 2014; 66(1): 3-11.
11. LEITE PHC, et al. Cirurgia torácica robótica para doença pulmonar inflamatória e infecciosa: experiência inicial no Brasil. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 2021; 48.
12. MACHADO MAC, et al. Robotic anatomical resection of liver segment 4 with glissonian approach and selective hepatic artery clamping. *Arquivos de Gastroenterologia*, 2021; 58(1): 127-128.
13. MORRELL ALG, et al. Robotic Natural Orifice Specimen Extraction with Totally Intracorporeal Anastomosis Associated with Firefly Fluorescence: Bowel Resection for Deep Infiltrating Endometriosis. *Journal of Gynecological Surgery*, 2020; 36(3): 128-135.
14. OLIVEIRA MD, et al. Inovações em cirurgia robótica para manejo minimamente invasivo / Innovations in robotic surgery for minimally invasive management. *Brazilian Journal of Health Review*, 2022; 5(2): 6515–6529.
15. PAREKATTIL SJ e MORAN ME. Robotic instrumentation: evolution and microsurgical applications. *Indian Journal of Urology*, 2010; 26(3): 395-403.
16. PAUL HÁ, et al. Development of a surgical robot for cementless total hip arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1992; 285: 57-66.
17. PITASSI C, et al. A Cirurgia Robótica nas Organizações Públicas de Saúde: O Caso do Instituto Nacional do Câncer (INCA). *Administração Pública e Gestão Social*, 2016; 8(3): 186-203.
18. RAMOS JR e PARRA-DAVILA E. Cirurgia robótica para o tratamento do câncer do reto distal: sistematização técnica. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 2014; 41: 216-223.
19. SANTANA BR, et al. Cirurgia Robótica no Brasil. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 2022; 11(12): e138111233223.
20. STEENWYK B e LYERLY R. Advancements in robotic-assisted thoracic surgery. *Anesthesiology Clinics*, 2012; 30(4): 699-708.
21. TERRA RM, et al. Cirurgia torácica robótica no tratamento do câncer de pulmão de células não pequenas: experiência inicial no Brasil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 2020; 46(1): 1-7.
22. VALERO R, et al. Cirugía robótica: Historia e impacto en la enseñanza. *Actas Urológicas Españolas*, 2011; 35(9): 540-545.
23. YONEKURA H, et al. Comparison of anesthetic management and outcomes of robot-assisted vs pure laparoscopic radical prostatectomy. *Journal of Clinical Anesthesia*, 2016; 35: 281-286.