

A TECNOLOGIA NA MEDICINA E O ROBÔ DA VINCI: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

SILVA, Breno Toledo Fischer da¹
BULIGON, Isabella Müller²
FREDERICO, Luiza Stampini³
MADUREIRA, Eduardo Miguel Prata⁴

RESUMO

A cirurgia assistida pelo robô Da Vinci é uma técnica minimamente invasiva que permite aos médicos realizar procedimentos complexos com maior precisão, proporcionando benefícios significativos para os pacientes, como menor tempo de recuperação e menos complicações. Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo refletir sobre a utilização da cirurgia robótica na área médica, com enfoque na utilização do robô Da Vinci e suas repercussões. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, a partir de levantamento de dados em bases científicas, como o Scielo e o Google Acadêmico, utilizando como descritores a Cirurgia Robótica, a Medicina e o robô Da Vinci. Diante dessas constatações, foi possível identificar os benefícios e riscos associados à cirurgia assistida pelo robô Da Vinci, bem como a forma de atribuição de responsabilidade entre os diversos agentes envolvidos, tais como médicos, hospitais, equipes de enfermagem e fabricantes. A robótica cirúrgica tem o potencial de revolucionar a medicina, mas ainda há muitas questões a serem resolvidas, como a responsabilidade civil, a formação adequada dos profissionais, a infraestrutura necessária e a regulamentação da prática. Estes são aspectos que necessitam de mais estudos e discussões para garantir a segurança e eficácia deste avanço tecnológico na área da saúde. Conclui-se que a cirurgia robótica assistida pelo robô Da Vinci representa um avanço significativo na medicina moderna, sendo que a implementação bem-sucedida dessa tecnologia requer regulamentação adequada, formação profissional e infraestrutura de saúde aprimorada. À medida que avançamos, é essencial que continuemos a explorar e entender essa tecnologia, garantindo que ela seja usada de maneira ética e eficaz para o benefício dos pacientes em todo o mundo.

PALAVRAS-CHAVE: Medicina, Tecnologia, Robótica, Robô Da Vinci, Inteligência Artificial.

1. INTRODUÇÃO

A cirurgia robótica tem se tornado uma parte cada vez mais importante da medicina moderna, com o sistema Da Vinci sendo um dos exemplos mais notáveis dessa tecnologia (KAO *et al.*, 2022); (D'ETTORRE, 2021). Desde a primeira concepção de ideias na década de 1970 até hoje, mais de 7 milhões de procedimentos foram realizados utilizando Sistemas Cirúrgicos Assistidos por Robôs (RASS) (KLODMANN, 2021).

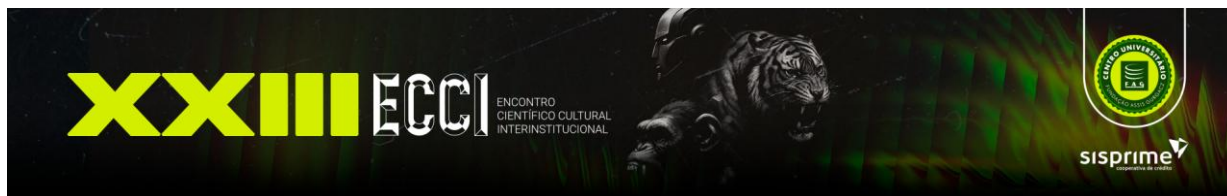
O sistema Da Vinci, desenvolvido pela Intuitive Surgical, é um dos sistemas cirúrgicos robóticos mais amplamente utilizados atualmente (KAO *et al.*, 2022; D'ETTORRE, 2021). Ele permite que os cirurgiões realizem procedimentos complexos com maior precisão e controle, melhorando os resultados para os pacientes (KAO *et al.*, 2022; D'ETTORRE, 2021).

¹ Acadêmico de Medicina do Centro Universitário FAG. E-mail: btfsilva@minha.fag.edu.br

² Acadêmica de Medicina do Centro Universitário FAG. E-mail: imbuligon@minha.fag.edu.br

³ Acadêmica de Medicina do Centro Universitário FAG. E-mail: lsfrederico@minha.fag.edu.br

⁴ Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio. Professor do Centro Universitário FAG. E-mail: eduardo@fag.edu.br



No entanto, o DaVinci não é o único sistema cirúrgico robótico disponível. Outros sistemas, como o Ion da Intuitive Surgical, o Sistema Cirúrgico Senhance da Asensus Surgical e o software Actin SDK da Energid Technologies, também estão sendo usados para realizar uma variedade de procedimentos cirúrgicos (D'ETTORRE, 2021).

Este artigo pretende revisar a literatura existente sobre o sistema DaVinci e outros sistemas cirúrgicos robóticos, explorando seu desenvolvimento, aplicações e impacto na medicina moderna. Através desta revisão, esperamos fornecer uma visão abrangente do estado atual da cirurgia robótica e identificar áreas para futuras pesquisas e desenvolvimento.

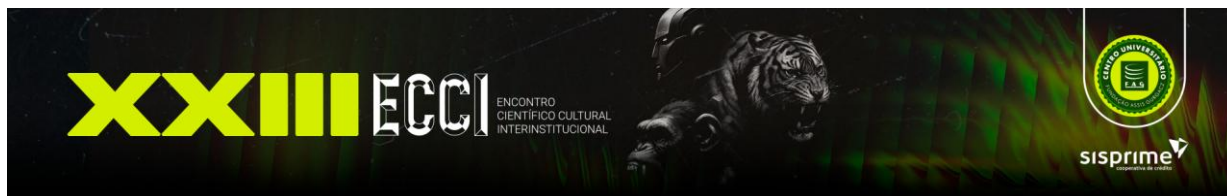
Para uma compreensão mais aprofundada do tópico, recomendamos a leitura de “Robotic Surgery” e “Medical Robotics: Minimally Invasive Surgery”, que fornecem uma visão detalhada dos princípios fundamentais, aplicações clínicas e resultados a longo prazo da cirurgia robótica (BAIK, 2010; GOMES, 2012).

2. A CIRURGIA ROBÓTICA NA MEDICINA

A cirurgia robótica é um avanço tecnológico significativo que tem revolucionado a medicina. Esta forma de cirurgia minimamente invasiva utiliza robôs para auxiliar os cirurgiões em procedimentos complexos, oferecendo uma série de benefícios em comparação com as técnicas tradicionais (PITASSI, 2016).

A ideia de robôs realizando ou auxiliando tarefas humanas é relativamente recente. O termo “robô” foi criado originalmente por Joseph Capek, no ano de 1921. A palavra é de origem tcheca (“robota”) e possui significado de “trabalho”. Ainda mais recentemente, o termo robô, bem como os termos realidade virtual, automação e assistência computacional, ganharam força dentro da área médica (LEAL GHEZZI; CAMPOS CORLETA, 2016).

Os primeiros registros de cirurgia robótica realizada datam dos anos 80. Especificamente, o primeiro robô cirúrgico, PUMA 560, foi usado em um procedimento de biópsia cerebral. A cirurgia robótica de 1985 levou ao primeiro procedimento laparoscópico envolvendo um sistema robótico, uma colestectomia, em 1987. Em seguida, em 1988, o PROBOT, desenvolvido no Imperial College London, foi usado para fazer várias incisões repetitivas durante uma cirurgia transuretral da próstata. Em 2000, o Sistema de Cirurgia da Vinci abriu novos caminhos ao se tornar o primeiro sistema de cirurgia robótica aprovado pelo FDA para cirurgia laparoscópica geral (MORRELL *et al.*, 2021).



Um marco importante na história da cirurgia robótica foi a introdução do Sistema de Cirurgia Da Vinci pela Intuitive Surgical em 2000¹. Este sistema, que continua a ser um dos mais utilizados na cirurgia robótica, permite aos cirurgiões realizar procedimentos complexos com maior precisão e controle do que nunca (PITASSI, 2016).

Em 2001, um grande passo na cirurgia robótica ocorreu no que foi chamado de a Operação Lindberg. Foi uma cirurgia robótica que permitia ao cirurgião utilizar estação remota de operação para controlar o braço robótico localizado do outro lado do Atlântico. No ano de 2003, as empresas Computer Motion e Intuitive Surgical se uniram para produzir uma plataforma de cirurgia robótica mais eficaz e assim o primeiro protótipo do robô Da Vinci é desenvolvido. No ano 2000, surge o primeiro robô Da Vinci, composto por três braços, com endoscópio acoplado a um, e dois instrumentos (MORRELL *et al.*, 2021).

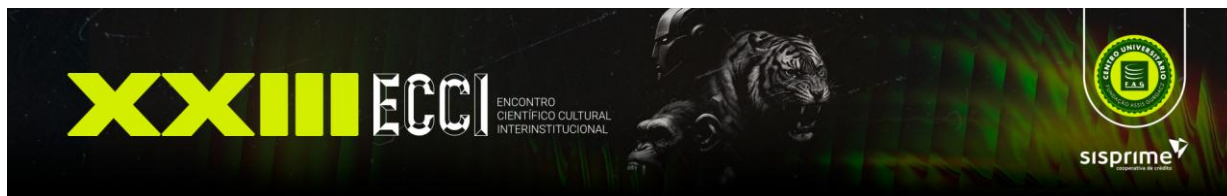
A aplicação de robôs em cirurgia data de aproximadamente 35 anos, experimentando um crescimento significativo nas últimas duas décadas impulsionado pelo advento de novas tecnologias e seus resultados. Apesar de seu status breve comparado à longevidade da história da cirurgia, a tecnologia robótica já provou seus potenciais benefícios com visualização aprimorada, destreza superior e maior precisão durante procedimentos minimamente invasivos (MORRELL *et al.*, 2021).

2.1 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA MEDICINA

A IA na medicina é aplicada em várias atividades, como no auxílio à prescrição de medicamentos, no acompanhamento a distância de casos, nas técnicas de prevenção e diagnóstico, na otimização dos processos de trabalho e na evolução da experiência dos pacientes. A IA na saúde já traz muitos benefícios, permitindo visualizar como serão os hospitais do futuro e os ganhos em velocidade e precisão de diagnósticos e tratamentos (SOARES *et al.*, 2023).

A IA tem sido cada vez mais aplicada na medicina, com o objetivo de melhorar o atendimento ao paciente e aperfeiçoar os processos clínicos. A capacidade de armazenamento e processamento de dados aumentou exponencialmente ao longo dos anos recentes, criando o conceito de big data. A IA processa esses dados por meio de algoritmos, que tendem a se aperfeiçoar pelo seu próprio funcionamento (self learning) e a propor hipóteses diagnósticas cada vez mais precisas (LOBO, 2017).

A ideia de IA foi idealizada em 1950 por Alan Turing, um dos fundadores da moderna ciência da computação. A IA busca criar condições para que os computadores realizem funções consideradas



exclusivas dos seres humanos, como aprender, praticar linguagem escrita ou falada, reconhecer expressões faciais e outras (NASCIMENTO; FREITAS, 2021).

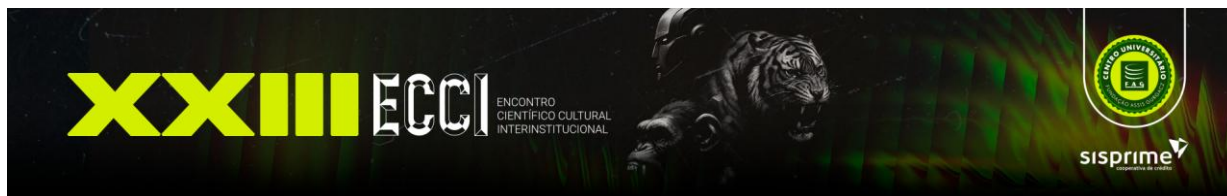
A IA na medicina começou a ganhar força com o aumento da velocidade de processamento e de armazenamento de informação dos computadores, permitindo analisar um grande volume de dados em nanosegundos propondo soluções de problemas, orientando a proposta e tomada de decisões, realizando tarefas sem receber instruções diretas de humanos (LOBO, 2017).

Em saúde, a IA analisa dados disponíveis em bases de dados de nascimentos, mortalidade, hospitalizações, doenças de notificação compulsória e de dados de pacientes registrados em prontuários eletrônicos. A IA busca, seja indicar a prevalência e evolução de enfermidades, possibilitando antecipar surtos epidêmicos e propor medidas preventivas com oportunidade, seja analisar, por exemplo, a coerência entre uma hipótese diagnóstica de um paciente e exames solicitados e terapia prescrita (LOBO, 2017).

A Inteligência Artificial (IA) e a cirurgia robótica são campos em rápido crescimento na medicina, com potencial para transformar muitos aspectos do cuidado ao paciente. A IA, um ramo da ciência da computação que usa algoritmos definidos por especialistas, é capaz de reconhecer um problema, analisar dados e tomar decisões, simulando a capacidade humana (LOBO, 2017). A cirurgia robótica, por outro lado, utiliza robôs controlados por cirurgiões para realizar procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos (MORRELL *et al.*, 2021).

Um exemplo notável do uso da IA na medicina é o supercomputador Watson da IBM, que armazenou um volume extraordinário de informações em saúde, criando redes neurais de processamento de dados em vários campos, como a oncologia e a genética. Outro exemplo é o supercomputador inglês Deep Mind, da Google, que registrou informações de 1,6 milhão de pacientes atendidos no National Health Service (NHS), permitindo desenvolver novos sistemas de apoio à decisão clínica (LOBO, 2017).

A IA e a cirurgia robótica têm o potencial de transformar a medicina, melhorando a precisão do diagnóstico e do tratamento, reduzindo a invasividade dos procedimentos cirúrgicos e melhorando os resultados para os pacientes. No entanto, também apresentam desafios, incluindo questões éticas e regulatórias, a necessidade de treinamento adequado para os profissionais de saúde e o alto custo das tecnologias (LOBO, 2017).



3. CIRURGIA ROBÓTICA ASSISTIDA PELO DAVINCI

O Sistema Cirúrgico Da Vinci foi criado pela empresa Intuitive Surgical, Inc. no final dos anos 90. O sistema foi aprovado pela Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos em 2000 para uso em procedimentos cirúrgicos urológicos, procedimentos cirúrgicos laparoscópicos gerais, procedimentos cirúrgicos laparoscópicos ginecológicos, procedimentos cirúrgicos toracoscópicos gerais não cardiovasculares e procedimentos de cardiectomia assistidos por toracoscopia (ELIZABETH; GOH, 2022).

O robô DaVinci foi inspirado nos estudos de anatomia humana e máquinas de Leonardo Da Vinci, que criou um robô humanóide no século XV (MORRELL *et al.*, 2021). O sistema cirúrgico DaVinci foi aprimorado desde os anos 1980 e atualmente opera com o DaVinci XI, a plataforma robótica mais utilizada em todo o mundo (CARVALHO, 2021).

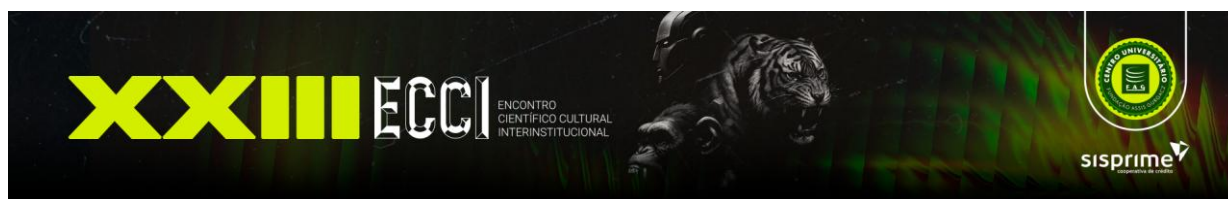
O Sistema Cirúrgico Da Vinci utiliza tecnologias avançadas, robóticas, computacionais e ópticas para auxiliar o cirurgião durante a operação. O cirurgião realiza a cirurgia com o Da Vinci usando instrumentos que ele ou ela guia por meio de um console. O sistema Da Vinci traduz os movimentos da mão do cirurgião no console em tempo real, dobrando e girando os instrumentos durante o procedimento. Os minúsculos instrumentos de pulso se movem como uma mão humana, mas com uma maior amplitude de movimento. O sistema de visão Da Vinci também oferece visões altamente ampliadas, 3D e de alta definição da área cirúrgica (ELIZABETH; GOH, 2022).

O DaVinci possui quatro braços e uma câmera, aumentando a capacidade de visualização da região, além de mais precisão nos movimentos para corte e sutura (SANT'ANNA, 2004). O sistema cirúrgico da Vinci funciona de forma totalmente dependente da ação e do controle do médico cirurgião para realizar um procedimento (CARVALHO, 2021).

Um robô Da Vinci não é um sistema cirúrgico automatizado; ao contrário, é controlado remotamente por um cirurgião humano, que normalmente se senta ao lado dele, na sala de operações com o paciente. O sistema sempre requer um operador humano (ELIZABETH; GOH, 2022).

A operação do robô DaVinci requer treinamento e certificação específicos. O sistema cirúrgico da Vinci é controlado por um médico à longa distância do local. O médico alia técnica, conhecimento, experiência e alta tecnologia para oferecer excelentes resultados (CARVALHO, 2021).

Para se qualificar para um Certificado de Treinamento do Sistema Da Vinci, um residente ou bolsista deve satisfazer todos os critérios listados abaixo. A conclusão de cada atividade deve ser



documentada em uma planilha de Rastreador de Habilidades da Vinci para Residentes e Bolsistas (Intuitive PN1024649) (ELIZABETH; GOH, 2022).

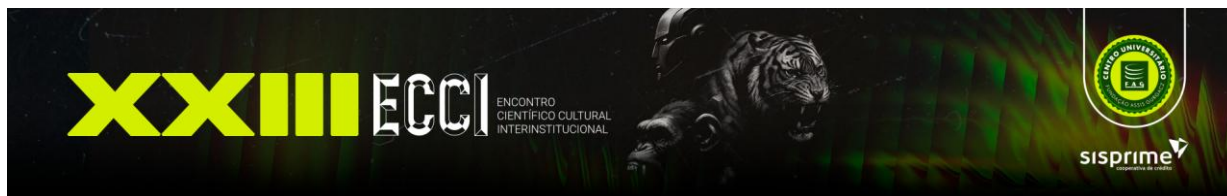
O sistema é usado para prostatectomias, cada vez mais para reparo de válvulas cardíacas e para procedimentos cirúrgicos renais e ginecológicos. Foi usado em uma estimativa de 200.000 cirurgias em 2012, mais comumente para histerectomias e remoções de próstata (ELIZABETH; GOH, 2022).

A robótica vem ganhando espaço em diversas especialidades médicas, por ser minimamente invasiva e de alta precisão. Entre as áreas de maior aplicabilidade, destaca-se a urologia, com mais de 1 milhão de procedimentos realizados mundialmente até 2019. Estudos mostram que a especialidade se destacou nos seguintes procedimentos: Prostatectomia simples e radical, Nefrectomia simples e parcial, Linfadenectomia Pélvica e retroperitoneal, Cistectomia simples e radical, Pieloplastia e Promontofixação. Além disso, a cirurgia robótica vem sendo utilizada com sucesso em outras áreas, como a Ginecologia, (Miomectomias, Histerectomias, Ooforectomias, Ooforoplastia, Salpingectomias, Retiradas de bridas pélvicas e tratamento para endometriose), Cirurgias cardíacas, Gastrointestinais (Gastroplastia), Oncologia (Ressecção de Tumores), Cirurgia Torácica (lobectomia pulmonar), Cirurgia de Cabeça e Pescoço, Cirurgia geral e Cirurgia do aparelho digestivo (hepatectomia, correção de hérnia de hiato, gastrectomia, retossigmoidectomia e pancreatectomia). A aplicação da tecnologia robótica em áreas e procedimentos delicados, trouxe para pacientes e médicos mais qualidade de vida e segurança no procedimento, fazendo com que seja considerada uma cirurgia de precisão (BALDISSERA *et al.*, 2023).

O robô DaVinci é mais comumente utilizado para cirurgias urológicas, em especial para prostatectomia (cirurgias para retirar a próstata, para câncer de próstata, por exemplo). Estudos já estão demonstrando benefício no uso do robô para essas cirurgias. O robô também é utilizado em outras áreas, como em cirurgias digestivas, ginecológicas, proctológicas, entre outras (SILVA *et al.*, 2014).

3.1 OS BENEFÍCIOS

A cirurgia robótica, particularmente a assistida pelo robô DaVinci, tem revolucionado a medicina moderna, oferecendo uma série de benefícios que vão além da precisão e eficiência (SKINOVSKY; CHIBATA; SIQUEIRA, 2008).



3.1.1 Precisão e Eficácia

O sistema cirúrgico DaVinci, com seus quatro braços e uma câmera, proporciona uma visualização superior da região operada e uma precisão sem precedentes nos movimentos para corte e sutura. Isso resulta em procedimentos mais eficientes, com menos complicações e tempos de recuperação mais curtos (SKINOVSKY; CHIBATA; SIQUEIRA, 2008).

O sistema da Vinci traduz os movimentos da mão do cirurgião em movimentos precisos dentro do paciente. Isso pode reduzir o risco de erros cirúrgicos causados por tremores ou movimentos imprecisos (TAYLOR, 2023; LIMA *et al.*, 2023).

3.1.2 Menor Invasão

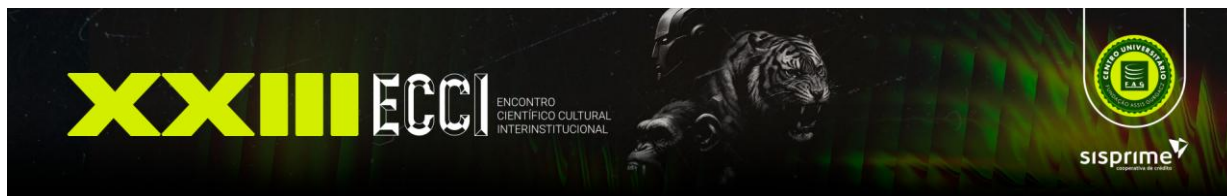
As cirurgias assistidas por robôs são minimamente invasivas, o que significa que elas requerem incisões menores do que as cirurgias tradicionais. Isso pode levar a menos dor e desconforto para o paciente, bem como a uma recuperação mais rápida (SANTANA *et al.*, 2022).

3.1.3 Ergonomia Para o Cirurgião

Os cirurgiões que utilizam o sistema da Vinci operam a partir de uma consola ergonômica, com visualização 3D de alta definição do campo cirúrgico. Isso permite que eles realizem procedimentos complexos com movimentos naturais e precisos, reduzindo a fadiga e o desconforto físico associados à cirurgia convencional (TAYLOR, 2023).

A consola do da Vinci é projetada para proporcionar conforto ao cirurgião, permitindo que ele se sente em uma posição ergonômica durante a cirurgia. Isso pode reduzir a tensão física e a fadiga, permitindo que o cirurgião se concentre melhor no procedimento (LIMA *et al.*, 2023).

A cirurgia robótica pode reduzir o risco de lesões ocupacionais, como dores nas costas e no pescoço, que são comuns entre os cirurgiões que realizam cirurgias convencionais (LIMA *et al.*, 2023).



3.1.4 Treinamento e Certificação

Embora a operação do robô DaVinci exija treinamento e certificação específicos, esses requisitos garantem que apenas profissionais altamente qualificados estejam realizando esses procedimentos. Isso contribui para a segurança do paciente e para a eficácia geral da cirurgia (SANTANA *et al.*, 2022).

3.1.5 Aplicações Diversas

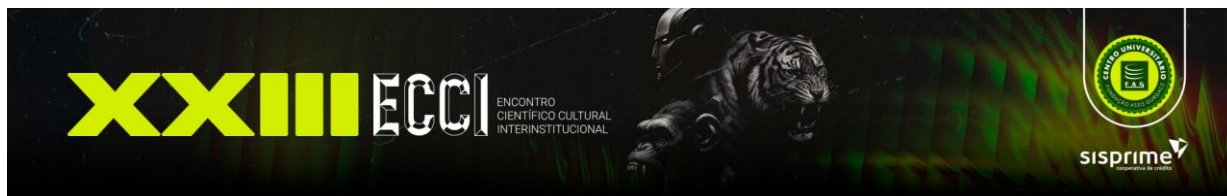
O robô DaVinci tem uma ampla gama de aplicações, sendo comumente utilizado em cirurgias urológicas, ginecológicas, proctológicas, entre outras. Isso demonstra a versatilidade desta tecnologia e seu potencial para beneficiar uma ampla gama de pacientes (SKINOVSKY; CHIBATA; SIQUEIRA, 2008).

3.2 AS DESVANTAGENS

A cirurgia robótica é uma tecnologia médica em constante evolução desde sua criação nos anos 80 e atualmente é uma nova forma de atendimento em diversas especialidades médicas. No entanto, apesar dos benefícios, como menor perda de sangue e danos aos tecidos circundantes, a necessidade de especialização e o alto custo são desafios para a técnica (MATOS *et al.*, 2023).

A grande crítica em relação ao robô é o seu custo (de até 7 milhões de reais pelo console, além do custo aumentado de cada cirurgia). Além disso, a análise da responsabilidade civil na cirurgia robótica é complexa, sobretudo, na determinação da causa eficiente do dano – e a quem se atribui o dever de indenizar (MORRELL *et al.*, 2021).

As cirurgias robóticas possuem pontos negativos, como o alto custo do equipamento, manutenção e do procedimento cirúrgico, bem como a necessidade de materiais específicos para cada procedimento realizado. No entanto, esse valor é recompensado em menor tempo de internação e alta rotatividade de pacientes eletivos para os procedimentos (MORRELL *et al.*, 2021).



3.2.1 Custo Elevado

Uma das principais desvantagens da cirurgia robótica é o custo elevado. A aquisição do sistema da Vinci, bem como a manutenção e os custos operacionais, podem ser proibitivos para muitos hospitais. Além disso, o custo dos procedimentos cirúrgicos robóticos pode ser significativamente maior do que os procedimentos cirúrgicos convencionais (MORRELL *et al.*, 2020).

3.2.2 Treinamento e Curva de Aprendizado

O treinamento para se tornar proficiente na utilização do sistema da Vinci pode ser demorado e caro. A curva de aprendizado para a cirurgia robótica é significativa, exigindo que os cirurgiões realizem um número específico de procedimentos antes de atingirem a competência (MORRELL *et al.*, 2021).

3.2.3 Limitações Técnicas

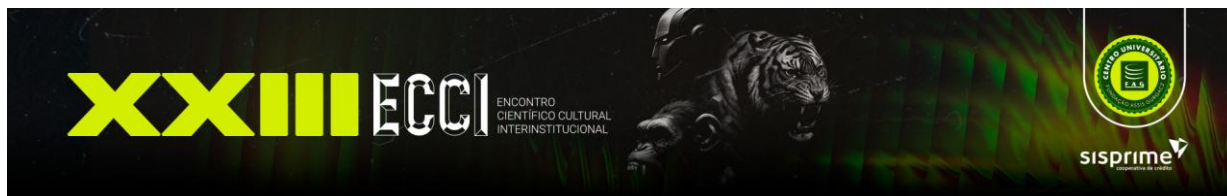
Embora o sistema da Vinci ofereça muitos benefícios, ele também tem suas limitações técnicas. Por exemplo, o sistema não oferece feedback tátil (háptico), o que pode dificultar a avaliação da tensão nos tecidos durante a sutura e a ligadura (MORRELL *et al.*, 2020). Além disso, o robô é volumoso e pode limitar o acesso ao paciente durante a cirurgia (MORRELL *et al.*, 2021).

3.2.4 Complicações Potenciais

Como qualquer procedimento cirúrgico, a cirurgia robótica não está isenta de riscos. Embora as complicações sejam raras, elas podem incluir lesões em órgãos adjacentes, sangramento e infecção. Além disso, em casos raros, pode haver falha do equipamento, o que pode exigir a conversão para cirurgia aberta (DOMENE, 2014).

3.2.5 Acessibilidade

A disponibilidade da cirurgia robótica é limitada em muitas partes do mundo devido ao alto custo do equipamento. Isso pode criar disparidades no acesso aos cuidados, com pacientes em áreas



rurais ou países de baixa renda sendo menos propensos a ter acesso a essa tecnologia (DOMENE, 2014).

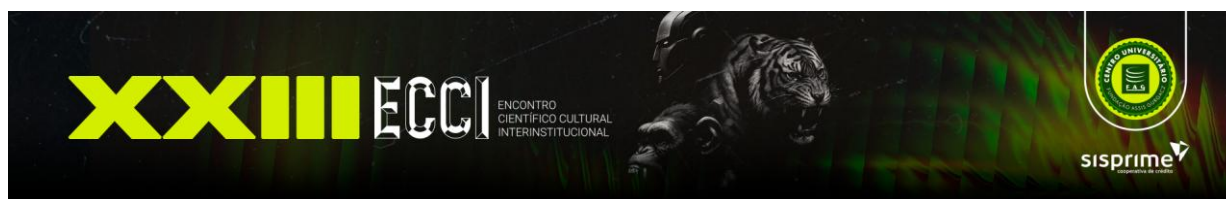
As implicações dessas complicações são significativas. O custo inicial da plataforma robótica mais comum para os procedimentos cirúrgicos é de US\$ 1,5 milhão, sem contar os custos adicionais para manutenção ou treinamento de profissionais que operam um robô. Esses custos podem ser proibitivos para muitos hospitais e clínicas, limitando o acesso dos pacientes a esses procedimentos. Além disso, o tempo de operação mais longo pode aumentar o risco de complicações para o paciente (MATOS *et al.*, 2023).

A cirurgia robótica é a concretização da modernidade inserida na medicina, marcando a evolução técnica e maior segurança a pacientes e profissionais. Vale lembrar, que a tecnologia não substitui e nunca substituirá o contato ou o conhecimento humano, mas deve ser usada a favor de melhorar o atendimento, tornando-o mais seguro e eficaz. Entretanto, não se pode ignorar os desafios enfrentados para sua ampla utilização, como o alto custo e a necessidade de especialização, sendo importante avaliar cuidadosamente cada caso para determinar se a cirurgia robótica é a melhor opção (MATOS *et al.*, 2023).

4. CONCLUSÃO

A tecnologia na medicina, exemplificada pela cirurgia robótica assistida pelo Da Vinci, apresenta um potencial revolucionário nos procedimentos cirúrgicos, apesar dos desafios como alto custo e questões de responsabilidade. Essa abordagem, ainda em sua infância, oferece amplo espaço para melhorias e refinamentos, concretizando a modernidade na medicina e proporcionando maior segurança e conforto. O funcionamento complexo da cirurgia robótica permite ao médico realizar procedimentos com maior precisão, flexibilidade e controle, superando limitações tradicionais.

A interseção entre inteligência artificial (IA) e medicina, especialmente na cirurgia robótica assistida pelo Da Vinci, é um ponto crucial na evolução médica. Os benefícios, como diagnósticos precisos e procedimentos avançados, prometem elevar a qualidade dos cuidados, embora desafios éticos e a necessidade contínua de supervisão humana sejam imperativos. O equilíbrio entre inovação e ética destaca-se, enfatizando a importância de diretrizes e regulamentações para uma implementação responsável da IA na medicina. O diálogo constante entre profissionais, pesquisadores e desenvolvedores é crucial para aprimorar a IA, mantendo a integridade e a segurança dos pacientes em foco.



REFERÊNCIAS

BAIK, Seung Hyuk. **Robot surgery**. BoD–Books on Demand, 2010.

BALDISSERA, N. *et al.* Perspectivas em cirurgia robótica – a visão do cirurgião. *Clinical & Biomedical Research*, Porto Alegre- Rio Grande do Sul, v. 4, n. 4, p. 41-46, mar./2023. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/issue/view/4670/1250>. Acesso em: 25/09/2024.

CARVALHO, A. C. P. L. F. Inteligência Artificial: riscos, benefícios e uso responsável. **Estudos Avançados**, v. 35 n. 101, p. 21–36, 2021.

D’ETTORRE, Claudia *et al.* Accelerating surgical robotics research: A review of 10 years with the da vinci research kit. **IEEE Robotics & Automation Magazine**, v. 28, n. 4, p. 56-78, 2021.

DOMENE, C. E. Robotic surgery - a step into the future. **Arquivos brasileiros de cirurgia digestiva**, v. 27, n. 4, p. 233–233, 2014.

ELIZABETH, Z.; GOH, T. A. Robotic surgery: an evolution in practice, **Journal of Surgical Protocols and Research Methodologies**, v. 2022, I. 1, January 2022.

GOMES, Paula (Ed.). **Medical robotics: Minimally invasive surgery**. Elsevier, 2012.

KAO, Hao-Yun *et al.* When does Da Vinci robotic surgical systems come into play? **Frontiers in public health**, v. 10, 2022.

KLODMANN, Julian *et al.* An introduction to robotically assisted surgical systems: Current developments and focus areas of research. **Current Robotics Reports**, v. 2, n. 3, p. 321-332, 2021

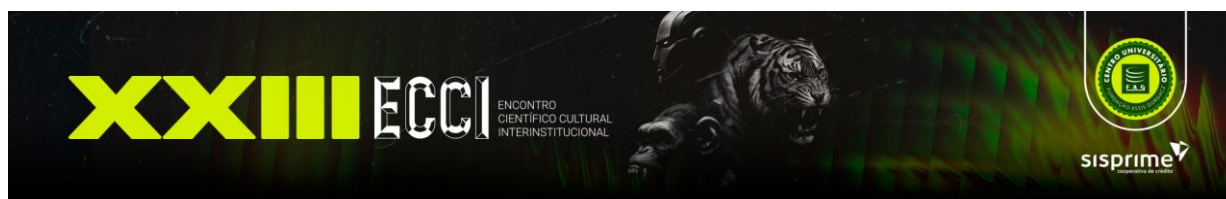
LEAL GHEZZI, T.; CAMPOS CORLETA, O. 30 Years of Robotic Surgery. **World J Surg**. v. 40, n. 10, p. 2550-7, oct, 2016.

LIMA, M. J. A. *et al.* **Os estudos de Leonardo da Vinci e sua ação precursora na ergonomia**. 2023. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/b5b72/pdf/silva-9788579831201-02.pdf>. Acesso em: 25/09/2024.

LOBO, L. C. Inteligência Artificial e Medicina. **Revista Brasileira De Educação Médica**, v. 41, n. 2, p. 185-193, 2017.

MATOS, H. M. *et al.* Cirurgia Robótica: benefícios e malefícios da medicina moderna. **Zenodo**, 2023.

MORRELL, A. L. G. *et al.* Evolução e história da cirurgia robótica: da ilusão à realidade. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgias**, v. 48, 2021.



MORRELL, A. L. G. *et al.* Manejo intraoperatório em cirurgia laparoscópica ou robótica para minimizar a dispersão de aerossóis: Adaptações ao contexto da pandemia por COVID-19. **Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgioes**, v. 47, 2020.

MORRELL, A. L. G. *et al.* Technical essential aspects in robotic colorectal surgery: mastering the Da Vinci Si and Xi platforms. **Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgioes**, v. 48, 2021.

NASCIMENTO, G. M.; FREITAS, J. A. **A Inteligência Artificial na medicina diagnóstica: revisão integrativa da literatura**. 2021.

PITASSI, Claudio *et al.* A cirurgia robótica nas organizações públicas de saúde: O caso do instituto nacional do câncer (inca). **Administração Pública e Gestão Social**, v. 8, n. 3, p. 187-197, 2016.

REIS, N. R. S.; SOUZA, L. H. R. **Robótica no Brasil**: relatos de pesquisa e desenvolvimento. 2023. Disponível em: <https://www.17snhct.sbhc.org.br/resources/anais/11/snhct2020/1599878133_ARQUIVO_249261821280538eb5ef8357d4079f68.pdf>. Acesso em: 25/09/2024.

SANT'ANNA, R. T. *et al.* Emprego de sistemas robóticos na cirurgia cardiovascular. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 19, n. 2, p. 171–178, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-76382004000200012>. Acesso em: 25/09/2024.

SANTANA, B. R. *et al.* Cirurgia Robótica no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, 2022.

SILVA, J. O. *et al.* **Robótica aplicada à Saúde**: uma revisão histórica e comparativa da cirurgia robótica. 2014. Disponível em: <http://www.fepeg2014.unimontes.br/sites/default/files/resumos/arquivo_pdf_anais/robotica_aplicada_a_saude_uma_revisao_historica_e_comparativa_da_cirurgia_robotica.pdf>. Acesso em: 25/09/2024.

SKINOVSKY, J.; CHIBATA, M.; SIQUEIRA, D. E. D. Realidade virtual e robótica em cirurgia: aonde chegamos e para onde vamos?. **Revista Do Colégio Brasileiro De Cirurgiões**, v. 35, n. 5, p. 334-337, 2008.

SOARES, R. A. *et al.* O uso da inteligência artificial na medicina: aplicações e benefícios. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 4, 2023.

TAYLOR, W. F. **Da organização científica à ergonomia**. 2023. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/b5b72/pdf/silva-9788579831201-05.pdf>. Acesso em: 25/09/2024.