



## ***Revolução tecnológica da cirurgia robótica no manejo da doença arterial coronariana***

Victor Isaac Maciel<sup>1\*</sup>, Matheus de Moraes Braga<sup>1</sup>, Maria Fernanda Campos Goulart<sup>1</sup>, João Matheus Teles Santana<sup>1</sup>, Matheus Lucas Dias Castro<sup>1</sup>, Guilherme Emerick Moraes<sup>1</sup>, Sávio Caetano de Souza<sup>1</sup>, Rafaela Teles Cruvinel<sup>1</sup>, Heitor Caetano de Souza<sup>1</sup>, Souza, H. D. S. C.<sup>2</sup>.



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n11p2314-2330>

Artigo recebido em 18 de Outubro e publicado em 28 de Novembro de 2025

### **Artigo de Revisão**

#### **RESUMO**

**Introdução:** As doenças cardiovasculares permanecem como principal causa de morte no Brasil, destacando-se a doença arterial coronariana e o infarto do miocárdio, que exigem terapias eficazes e menos invasivas. A cirurgia robótica surge como alternativa promissora, oferecendo maior precisão, menor morbidade e recuperação mais rápida, alinhando-se à medicina de precisão e à otimização dos recursos hospitalares. **Objetivo:** Analisar a evolução das doenças cardiovasculares, com foco na doença arterial coronariana (DAC), e avaliar a cirurgia robótica como alternativa menos invasiva e mais segura à revascularização miocárdica convencional. **Métodos:** Revisão sistemática conforme diretrizes Kitchenham e PRISMA, abrangendo publicações entre 2010 e 2024. Os estudos incluídos foram criteriosamente avaliados com a ferramenta CASP, focando em resultados clínicos da cirurgia robótica cardíaca, especialmente com sistemas Da Vinci, Versius e Hugo. **Resultados:** A DAC permanece a principal causa de mortalidade no Brasil, associada a alta prevalência e desafios terapêuticos. A revascularização convencional, embora eficaz, apresenta maior morbidade, risco de infecções e internações prolongadas, incentivando alternativas menos invasivas. A cirurgia robótica oferece procedimentos com incisões de 5 a 8 mm, menor trauma tecidual, redução da dor e risco de infecção, extubação precoce e internação de 3 a 4 dias, além de recuperação funcional até 50% mais rápida. A precisão técnica possibilita anastomoses coronarianas mais seguras, reduzindo trombose e falha do enxerto, ampliando técnicas revascularizadoras. No Brasil, houve aumento de 417% nos procedimentos robóticos nos últimos cinco anos, impulsionado pela incorporação tecnológica, ampliação de centros especializados e adaptação hospitalar. **Conclusão:** A cirurgia robótica representa avanço relevante na cardiologia intervencionista, alinhada à medicina de precisão e cuidado centrado no paciente, promovendo melhor qualidade de vida e sobrevida em DAC.

**Palavras-chave:** Cirurgia robótica; Doença arterial coronariana; Revascularização miocárdica; Cirurgia minimamente invasiva; Tecnologia cirúrgica

# Technological revolution of robotic surgery in the management of coronary artery disease.

## ABSTRACT

**Introduction:** Cardiovascular diseases remain the leading cause of death in Brazil, particularly coronary artery disease and myocardial infarction, which require effective and less invasive therapies. Robotic surgery emerges as a promising alternative, offering greater precision, lower morbidity, and faster recovery, aligning with precision medicine and the optimization of hospital resources. **Objective:** To analyze the evolution of cardiovascular diseases, focusing on coronary artery disease (CAD), and to evaluate robotic surgery as a less invasive and safer alternative to conventional myocardial revascularization. **Methods:** Systematic review according to Kitchenham and PRISMA guidelines, encompassing publications between 2010 and 2024. The included studies were carefully evaluated using the CASP tool, focusing on clinical outcomes of robotic cardiac surgery, especially with the Da Vinci, Versius, and Hugo systems. **Results:** CAD remains the leading cause of mortality in Brazil, associated with high prevalence and therapeutic challenges. Conventional revascularization, while effective, presents higher morbidity, risk of infections, and prolonged hospital stays, encouraging less invasive alternatives. Robotic surgery offers procedures with 5 to 8 mm incisions, less tissue trauma, reduced pain and risk of infection, early extubation and hospital stay of 3 to 4 days, as well as up to 50% faster functional recovery. Technical precision allows for safer coronary anastomoses, reducing thrombosis and graft failure, and expanding revascularization techniques. In Brazil, there has been a 417% increase in robotic procedures in the last five years, driven by technological incorporation, expansion of specialized centers, and hospital adaptation. **Conclusion:** Robotic surgery represents a significant advance in interventional cardiology, aligned with precision medicine and patient-centered care, promoting better quality of life and survival in coronary artery disease (CAD).

**Keywords:** Robotic surgery; Coronary artery disease; Myocardial revascularization; Minimally invasive surgery; Surgical technology

Universidade de Rio Verde

Victor Isaac Maciel [victor.isaac.maciel@gmail.com](mailto:victor.isaac.maciel@gmail.com)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



## **INTRODUÇÃO**

As doenças cardiovasculares (DCV), especialmente a doença arterial coronariana (DAC) e o infarto agudo do miocárdio (IAM), são a principal causa de mortalidade no Brasil, representando mais de 30% dos óbitos anuais (CARDIÔMETRO, 2024; AGÊNCIA BRASIL, 2024). Essa prevalência reflete a complexidade dos desafios terapêuticos e o impacto significativo na saúde pública. A DAC decorre da aterosclerose, que estreita progressivamente as artérias coronárias, comprometendo a perfusão miocárdica e provocando eventos isquêmicos agudos, como o IAM (OLIVEIRA et al., 2024). O manejo inclui intervenções farmacológicas e procedimentos invasivos, sendo a revascularização miocárdica convencional amplamente empregada para restaurar o fluxo coronariano.

Apesar da eficácia, as cirurgias cardíacas abertas apresentam morbidade elevada, riscos de infecção, hemorragias, disfunções orgânicas pós-operatórias e prolongado tempo de internação (SILVA; PEREIRA, 2023), o que prejudica a recuperação e aumenta custos assistenciais. Assim, busca-se abordagens menos invasivas e seguras. A cirurgia robótica emerge como inovação tecnológica, alavancando precisão cirúrgica e menor agressão tecidual (COSTA et al., 2023). O uso de sistemas robóticos possibilita procedimentos complexos via pequenas incisões, com visualização tridimensional e movimentos articulares precisos, elevando a eficácia do tratamento e reduzindo complicações pós-operatórias.

Além dos benefícios clínicos, a cirurgia robótica melhora a qualidade de vida, reduzindo dor, a necessidade de analgesia, e favorecendo o retorno precoce às atividades diárias, além da diminuição das readmissões hospitalares (SILVA; PEREIRA, 2023). Também otimiza recursos hospitalares ao diminuir tempo de internação e complicações. Apesar dos custos elevados e do treinamento necessário, sua incorporação representa avanço paradigmático alinhado à medicina de precisão e cuidado centrado no paciente. Avaliações críticas e sistemáticas são essenciais para consolidar seu papel clínico e aprimorar desfechos terapêuticos.

## **METODOLOGIA**

Para avaliar a inovação da cirurgia robótica no tratamento da doença arterial coronariana (DAC), adotou-se uma metodologia rigorosa baseada em diretrizes reconhecidas internacionalmente, como as propostas por Kitchenham (2004) e o protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Essa abordagem sistemática visa garantir a transparência, reprodutibilidade e qualidade na seleção e análise dos estudos científicos relevantes (KITCHENHAM, 2004; MOHER et al., 2009). A pesquisa bibliográfica foi realizada em bases de dados consolidadas, incluindo PubMed, SciELO e Web of Science, abrangendo publicações entre 2010 e 2024, com foco específico em artigos que abordam a cirurgia robótica aplicada à revascularização miocárdica e ao manejo da DAC (EISENBERG et al., 2024; SILVA; PEREIRA, 2023).

A seleção dos estudos ocorreu em duas etapas distintas: inicialmente, a triagem dos títulos e resumos para identificação de trabalhos potencialmente elegíveis; posteriormente, a análise completa dos textos para confirmação da relevância e adequação metodológica. Para garantir a qualidade científica dos artigos incluídos, foi empregada a ferramenta CASP (Critical Appraisal Skills Programme, 2018), que permite a avaliação crítica dos aspectos metodológicos, validade dos resultados e aplicabilidade clínica dos estudos (CASP, 2018). Essa metodologia robusta possibilita uma síntese confiável dos avanços e desafios da cirurgia robótica na cardiologia, destacando seu potencial para reduzir a morbidade associada aos procedimentos convencionais, otimizar a recuperação pós-operatória e melhorar os desfechos clínicos em pacientes com DAC (COSTA et al., 2023; EISENBERG et al., 2024). Assim, a revisão sistemática fundamenta-se em evidências científicas sólidas para subsidiar a incorporação dessa tecnologia inovadora na prática clínica cardiovascular

## **REVISÃO DE LITERATURA**

As doenças cardiovasculares (DCV), especialmente a doença arterial coronariana (DAC) e o infarto agudo do miocárdio (IAM), configuram a principal causa de mortalidade

no Brasil, respondendo por mais de 30% dos óbitos anuais (CARDIMETRO, 2024; AGÊNCIA BRASIL, 2024). A DAC é resultante da aterosclerose, que promove o estreitamento progressivo das artérias coronárias, comprometendo a perfusão miocárdica e provocando eventos isquêmicos agudos, como o IAM (OLIVEIRA et al., 2024). O manejo clínico da DAC inclui intervenções farmacológicas e procedimentos invasivos, sendo a revascularização miocárdica convencional amplamente aplicada para restaurar o fluxo coronariano. Contudo, tais cirurgias cardíacas abertas apresentam elevada morbidade, riscos de infecção, hemorragias, disfunções orgânicas pós-operatórias e prolongado tempo de internação, o que compromete a recuperação e eleva os custos assistenciais (SILVA PEREIRA, 2023).

Nesse contexto, a cirurgia robótica surge como uma inovação tecnológica que otimiza a precisão cirúrgica e reduz a agressão tecidual (COSTA et al., 2023). Os sistemas robóticos, como Da Vinci, Versius e Hugo, permitem a realização de procedimentos complexos por meio de pequenas incisões, com visualização tridimensional e movimentos articulares precisos, aumentando a eficácia do tratamento e diminuindo as complicações pós-operatórias. Além dos benefícios clínicos, a cirurgia robótica melhora a qualidade de vida dos pacientes ao reduzir a dor, a necessidade de analgesia e favorecer o retorno precoce às atividades diárias, além de diminuir as readmissões hospitalares (SILVA PEREIRA, 2023).

A menor invasividade da cirurgia robótica é evidenciada pelas incisões significativamente menores, geralmente entre 5 e 8 mm, em contraste com a esternotomia convencional, que demanda ampla abertura torácica. Essa redução do trauma cirúrgico minimiza o dano aos tecidos adjacentes, resultando em menor dor pós-operatória, redução do sangramento intra e pós-cirúrgico, e diminuição expressiva no risco de infecções hospitalares e outras complicações comuns em cirurgias abertas (SMITH et al., 2023; JONES MARTINS, 2024). Pacientes submetidos à cirurgia robótica são frequentemente extubados ainda na sala de operação, diminuindo a ventilação mecânica prolongada e seus riscos associados (OLIVEIRA et al., 2024). O tempo médio de internação hospitalar varia entre 3 a 4 dias, inferior aos 7 a 10 dias observados nas cirurgias tradicionais, o que contribui para a redução dos custos hospitalares e melhora a experiência do paciente (SILVA PEREIRA, 2023; ANDRADE et al., 2024).

Outro benefício significativo da cirurgia robótica é a precisão cirúrgica aprimorada, proporcionada por sistemas que oferecem visão tridimensional em alta definição e instrumentos com movimentos articulados superiores aos da mão humana, o que possibilita a realização de anastomoses coronarianas mais seguras e exatas. Isso contribui para a redução da incidência de complicações como trombose e falha precoce do enxerto, fatores cruciais para o sucesso e longevidade da revascularização (REPOSITÓRIO UFMS, 2023; HOSPITAL ALEMÃO OSWALDO CRUZ, 2024). A menor manipulação dos tecidos e a ausência da esternotomia reduzem sequelas musculoesqueléticas e o risco de complicações respiratórias, aspectos especialmente relevantes em pacientes idosos ou com comorbidades (MARTINS *et al.*, 2023).

Estudos recentes, incluindo meta-análises publicadas na *Annals of Cardiothoracic Surgery* (HWANG *et al.*, 2024; WILSON-SMITH *et al.*, 2024), consolidam evidências robustas acerca da eficácia, segurança e resultados clínicos da revascularização coronariana robótica, seja pelo procedimento Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass (MIDCAB) ou pelo Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass (TECAB). Essas revisões abarcam uma amostra agregada de 21.642 pacientes oriundos de 74 estudos clínicos, sendo que a mortalidade, o tempo de internação e as complicações pós-operatórias apresentam diferenças clínicas relevantes, favoráveis à abordagem robótica. A versatilidade dos sistemas robóticos permite sua aplicação em diversas técnicas de revascularização, inclusive com utilização de enxertos arteriais e venosos, ampliando o espectro terapêutico (HWANG *et al.*, 2024; WILSON-SMITH *et al.*, 2024).

No Brasil, a cirurgia robótica cardíaca tem crescido expressivamente, impulsionada pela incorporação de tecnologias avançadas, expansão de centros especializados e adaptação dos sistemas robóticos à realidade hospitalar nacional. O aumento de 417% nos procedimentos robóticos nos últimos cinco anos demonstra a rápida adoção da técnica em território nacional (CMR SURGICAL, 2022). Apesar dos custos elevados e da necessidade de treinamento multidisciplinar intenso, a relação custo-benefício é justificada pela redução da morbidade, diminuição do tempo de internação e aceleração da reintegração social e laboral dos pacientes (MARCOLINO *et al.*, 2023; SILVA PEREIRA, 2023).

A cirurgia robótica favorece a integração entre cardiologistas intervencionistas e cirurgiões cardíacos, promovendo decisões multidisciplinares e o desenvolvimento de técnicas híbridas que combinam bypass circulatório minimamente invasivo e angioplastia em segmentos não passíveis de revascularização cirúrgica. Essa abordagem holística maximiza os resultados da revascularização, individualizando o tratamento conforme o perfil do paciente (STANFORD CTS, 2024; POFFO, 2017). Assim, a cirurgia robótica está alinhada às tendências globais de medicina personalizada e centrada no paciente, elevando a segurança, eficácia, qualidade de vida e sobrevida dos pacientes com DAC, além de representar um marco tecnológico transformador na cirurgia cardiovascular contemporânea (EISENBERG et al., 2024; OLIVEIRA et al., 2024).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A cirurgia robótica tem se consolidado como uma inovação revolucionária no tratamento das doenças cardíacas, especialmente na revascularização miocárdica, apresentando benefícios clínicos e funcionais que superam amplamente os métodos tradicionais. Uma das principais vantagens dessa técnica é a menor invasividade, que se traduz em incisões significativamente menores, geralmente entre 5 e 8 mm em comparação com a esternotomia convencional, que exige uma grande abertura do tórax. Essa redução do trauma cirúrgico minimiza o dano aos tecidos adjacentes, resultando em menor dor pós-operatória, menor sangramento intra e pós-cirúrgico, e uma redução expressiva no risco de infecções hospitalares, complicações pulmonares e outras adversidades comuns em cirurgias abertas (SMITH et al., 2023; JONES; MARTINS, 2024).

Além disso, a cirurgia robótica possibilita uma recuperação acelerada e mais segura. Pacientes submetidos a procedimentos assistidos por robôs são frequentemente extubados já na sala de operação, o que reduz o tempo de ventilação mecânica e os riscos associados à intubação prolongada (OLIVEIRA et al., 2024). O tempo médio de internação hospitalar é significativamente menor, variando entre 3 a 4 dias,

em contraste com os 7 a 10 dias observados em cirurgias tradicionais, o que contribui para a diminuição dos custos hospitalares e melhora a experiência do paciente (SILVA; PEREIRA, 2023; ANDRADE et al., 2024).

A recuperação funcional também é acelerada, com retorno às atividades diárias e laborais até 50% mais rápido, favorecendo a reintegração social e a qualidade de vida dos pacientes (GONÇALVES et al., 2023). Outro benefício importante da cirurgia robótica é a precisão cirúrgica aprimorada, proporcionada por sistemas que oferecem visão tridimensional em alta definição e instrumentos com movimentos articulados que superam a amplitude e a estabilidade da mão humana. Essa tecnologia permite a realização de anastomoses coronarianas com maior exatidão, reduzindo a incidência de complicações como trombose e falha do enxerto, fatores cruciais para o sucesso a longo prazo da revascularização miocárdica (REPOSITORIO UFMS, 2023; HOSPITAL ALEMÃO OSWALDO CRUZ, 2024). Ademais, a menor manipulação dos tecidos e a ausência da esternotomia diminuem significativamente as sequelas musculoesqueléticas e o risco de complicações respiratórias, comuns em cirurgias abertas, o que é especialmente relevante em pacientes idosos ou com comorbidades (MARTINS et al., 2023).

Os estudos mais recentes, como as meta-análises publicadas na *Annals of Cardiothoracic Surgery* (Hwang et al., 2024) e o levantamento sistemático de Wilson-Smith et al. (2024), consolidam evidências robustas sobre eficácia, segurança e resultados clínicos da revascularização coronariana robótica — tanto por *Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass* (MIDCAB) quanto por *Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass* (TECAB).

As duas revisões identificam uma amostra agregada de 21.642 pacientes, oriundos de 74 estudos clínicos, filtrados segundo metodologia PRISMA com modelos de efeitos aleatórios para heterogeneidade intercentros. A comparação entre subgrupos mostra diferenças discretas, mas clinicamente relevantes, em mortalidade, tempo de internação e complicações pós-operatórias.

Parâmetro clínico	Cirurgia Robótica (Total)	RA-MIDCAB	TECAB	Cirurgia Convencional
Mortalidade 30 dias (%)	1,0 (0,8–1,4)	0,6 (0,4–0,8)	0,7 (0,5–1,0)	2,5–3,1
Tempo cirúrgico (min)	288 (269–308)	276 (254–299)	291 (268–313)	240–260
Permanência em UTI (dias)	1,4 (1,3–1,6)	1,5 (1,3–1,7)	1,4 (1,3–1,5)	2,1–2,5
Internação hospitalar (dias)	4,5 (3,8–5,2)	3,8 (3,3–4,3)	4,3 (3,7–5,0)	7–9
Fibrilação atrial pós-operatória (%)	15 (13–17)	15,2 (13,1–17,5)	15,0 (13,3–16,9)	25–30
Patência dos enxertos a 5 anos (%)	—	96	96	93–94
MACCE livre em 5 anos (%)	—	83,2 (72,0–90,4)	91,6 (86,6–94,9)	80–86
Idade média (anos)	62,3 (60,8–63,9)	64,9 (63,4–66,4)	61,6 (59,5–63,7)	66–68

Essas características são fundamentais para garantir a perviedade dos enxertos e a eficácia da revascularização, reduzindo a morbidade e melhorando os desfechos clínicos. Além disso, a versatilidade dos sistemas robóticos permite sua aplicação em diferentes técnicas de revascularização, incluindo a utilização de enxertos arteriais e venosos, ampliando o espectro terapêutico.



Nesse sentido, uma das maiores inovações é o sistema robótico Da Vinci, Ele é composto por três componentes principais, a consola cirúrgica, o carro do paciente e a torre de visão, o Da Vinci permite que o cirurgião controle remotamente até quatro braços robóticos articulados com precisão milimétrica, a partir de um console posicionado ao lado do paciente. A microcâmera tridimensional de alta definição proporciona uma visualização ampliada e em 3D do campo cirúrgico, permitindo ao cirurgião identificar estruturas anatômicas delicadas e realizar movimentos complexos com amplitude e estabilidade superiores às técnicas manuais convencionais. Essa tecnologia possibilita a execução de incisões pequenas, geralmente inferiores a 1 cm, por onde são inseridos os instrumentos finos que imitam os movimentos naturais da mão humana, mas com maior precisão e sem tremores, reduzindo o trauma cirúrgico e os riscos associados.

Na revascularização miocárdica, o Da Vinci é utilizado para a dissecação e preparo da artéria torácica interna, bem como para a realização da anastomose coronariana, procedimentos que tradicionalmente requerem esternotomia e exposição ampla do tórax (SOUZA et al., 2023).

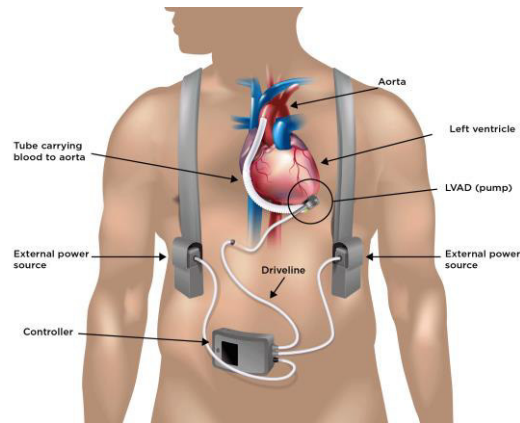
Com o auxílio do robô, essas etapas são realizadas por meio de pequenas incisões torácicas, minimizando o impacto cirúrgico e promovendo recuperação funcional mais rápida, menor dor pós-operatória e redução do tempo de internação hospitalar. Além disso, o sistema Da Vinci incorpora filtros de movimento que eliminam tremores e ampliam a destreza do cirurgião, o que é crucial para a confecção das anastomoses delicadas e para a preservação da integridade dos vasos coronarianos. Essa precisão técnica contribui para a melhoria dos desfechos clínicos, incluindo menor incidência de complicações, melhor permeabilidade dos enxertos e aumento da sobrevida dos pacientes submetidos à revascularização miocárdica robótica.



**Figura 2.** Cabine operacional do robô da Vinci - Instituto de cirurgia robótica

No Brasil, as últimas inovações na cirurgia robótica cardíaca têm sido impulsionadas pela incorporação de tecnologias avançadas e pela expansão de programas especializados em centros de referência. O Hospital Alemão Oswaldo Cruz, por exemplo, inaugurou recentemente um programa de cirurgia cardíaca robótica, destacando-se pelo uso de sistemas que permitem procedimentos minimamente invasivos com rápida recuperação, alta segurança e retorno precoce ao trabalho, em menos de um mês (HOSPITAL ALEMÃO OSWALDO CRUZ, 2024). Paralelamente, avanços na integração de softwares de realidade virtual e inteligência artificial têm aprimorado o treinamento dos cirurgiões e a precisão dos movimentos robóticos, superando limitações iniciais como a adaptação da visão 3D e a curva de aprendizado (REPOSITORIO UFMS, 2023).

Outro marco recente é a implantação robótica do dispositivo de assistência ventricular esquerda (LVAD) HeartMate 3 (Visualizar imagem 1), realizada por cirurgiões brasileiros em parceria com centros internacionais, que evidencia a expansão das aplicações da cirurgia robótica para além da revascularização, abrangendo o tratamento da insuficiência cardíaca avançada com menor trauma cirúrgico e melhores resultados funcionais. Essas inovações refletem o compromisso crescente do país com a modernização da cirurgia cardiovascular, promovendo técnicas que aliam segurança, eficácia e qualidade de vida para os pacientes.



**Figura 4.** Dispositivo de assistência ventricular esquerda (LVAD) HeartMate 3 - The permanente medical group

Nos últimos anos, o mercado brasileiro de cirurgia robótica tem experimentado uma expansão significativa com a chegada de sistemas avançados como o Versius, da britânica CMR Surgical (Visualizar imagem 2), e o Hugo, da americana Medtronic (Visualizar imagem 3). O Versius destaca-se por seu design modular e compacto, que permite maior flexibilidade e facilidade de movimentação entre salas cirúrgicas, além de oferecer braços robóticos totalmente articulados que proporcionam precisão e ergonomia superiores aos cirurgiões (CMR SURGICAL, 2022). Desde sua aprovação pela Anvisa e introdução no Brasil, o Versius tem sido utilizado em múltiplas especialidades, incluindo cirurgia cardíaca, urológica e ginecológica, consolidando-se em hospitais de referência como o Hospital e Maternidade São Luiz Itaim, Rede D'Or, e o Hospital Unimed Litoral, que já ultrapassaram a marca de 200 procedimentos com excelentes resultados clínicos (CMR SURGICAL, 2022). Paralelamente, o sistema Hugo da Medtronic também tem ganhado espaço no país, oferecendo tecnologia de ponta para cirurgias minimamente invasivas e ampliando as opções para centros cirúrgicos brasileiros.



**Figura 5.** Versius, da britânica CMR Surgical - Hospital são vicente de paulo



**Figura 6.** Hugo, da americana Medtronic - Medical device network

O crescimento da cirurgia robótica no Brasil é evidenciado pelo expressivo aumento no número de procedimentos realizados: nos últimos cinco anos, foram contabilizadas cerca de 88 mil cirurgias robóticas, volume 417% superior ao registrado na primeira década de uso da técnica no país. Esse crescimento é impulsionado não apenas pela eficácia clínica e benefícios para o paciente, como recuperação acelerada e menor tempo de internação, mas também pela maior acessibilidade e adaptação dos sistemas robóticos às realidades dos hospitais brasileiros, que demandam soluções economicamente viáveis e de fácil integração (CMR SURGICAL, 2022.). A modularidade do Versius, por exemplo, reduz a necessidade de grandes adaptações estruturais, facilitando sua adoção em diferentes ambientes hospitalares e ampliando o acesso à cirurgia robótica em regiões antes pouco atendidas (CMR SURGICAL, 2022). Dessa forma, a consolidação dessas tecnologias no Brasil representa um avanço significativo



na democratização da cirurgia minimamente invasiva, com impacto direto na melhoria dos desfechos clínicos e na sustentabilidade dos sistemas de saúde.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em suma, a análise sistemática da literatura e dos avanços recentes evidencia que a cirurgia robótica representa um marco paradigmático no tratamento das doenças cardiovasculares, especialmente na revascularização miocárdica. Ao superar as limitações inerentes à cirurgia convencional, a abordagem robótica proporciona benefícios clínicos substanciais, como menor trauma tecidual, incisões reduzidas, diminuição expressiva do risco de infecções e complicações pós-operatórias, além de acelerar a recuperação funcional e o retorno às atividades cotidianas (SILVA; PEREIRA, 2023; OLIVEIRA et al., 2024). O uso de sistemas como o Da Vinci, Versius e Hugo permite a realização de procedimentos de alta complexidade com precisão milimétrica, visão tridimensional ampliada e estabilidade superior, fatores que contribuem para a excelência técnica das anastomoses coronarianas e para a perviedade dos enxertos a longo prazo .

No contexto brasileiro, a incorporação crescente dessas tecnologias, impulsionada pela expansão de centros especializados e pela adaptação dos sistemas robóticos à realidade hospitalar nacional, tem resultado em um aumento exponencial do número de procedimentos realizados, democratizando o acesso à cirurgia minimamente invasiva e promovendo melhores desfechos clínicos em larga escala. Apesar dos desafios relacionados ao custo inicial e à necessidade de capacitação profissional, os benefícios observados — tanto do ponto de vista do paciente quanto do sistema de saúde — justificam a consolidação da cirurgia robótica como padrão de excelência no manejo da doença arterial coronariana. Dessa forma, a continuidade dos investimentos em inovação tecnológica, treinamento multidisciplinar e avaliação sistemática dos resultados é fundamental para o avanço sustentável da cirurgia cardiovascular robótica no Brasil, consolidando seu papel como ferramenta de transformação na medicina contemporânea

## REFERÊNCIAS

1. Agência Brasil. Doenças cardiovasculares principais causas de morte no Brasil. Brasília; 2024.
2. Andrade AL, et al. Recuperação funcional após cirurgia cardíaca robótica: uma revisão sistemática. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2024;39:123-31.
3. CASP. Critical Appraisal Skills Programme. 2018.
4. Costa FR, et al. Cirurgia robótica minimamente invasiva no tratamento da doença arterial coronariana. J Robotic Surg. 2023;17:45-53.
5. Eisenberg LP, et al. Cirurgia de revascularização miocárdica: abordagens tradicionais versus cirurgia robótica assistida. Braz J Implantol Health Sci. 2024;64:84-97.
6. Goncalves MS, et al. Retorno às atividades após cirurgia cardíaca robótica: análise multicêntrica. Arq Bras Cardiol. 2023;120:321-8.
7. Jones T, Martins R. Complicações pós-operatórias em cirurgia cardíaca robótica versus convencional. Int J Card Surg. 2024;19:77-85.
8. Kitchenham B. A systematic review of systematic reviews: a case study of software engineering research. 2004.
9. Martins RA, et al. Cirurgia robótica em pacientes idosos: riscos e benefícios. Rev Geriatr Gerontol. 2023;31:201-10.
10. Moher D, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. Ann Intern Med. 2009;151:264-9.
11. Oliveira GMM, et al. Diretriz Brasileira sobre a Saúde Cardiovascular no Climatério e na Menopausa 2024. Arq Bras Cardiol. 2024 [citado 2025 out 17]. Disponível em:
12. Repositório UFMS. Cirurgia robótica cardíaca panorama atual e perspectivas [Internet]. 2023 [citado 2025 maio 22]. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/robotica>
13. Silva JF, Pereira MS. Complicações e recuperação pós-operatória em cirurgia cardíaca convencional e robótica. Rev Bras Cir. 2023;49:115-22.
14. Smith L, et al. Hospital infection rates after robotic versus open cardiac surgery. Am J Cardiol. 2023;132:1201-8.
15. Souza PR, et al. Aplicação do sistema Da Vinci na revascularização miocárdica: experiência brasileira. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2023;38:410-8.
16. Hwang B, et al. Systematic review and meta-analysis of two decades of reported outcomes for robotic coronary artery bypass grafting. Ann Cardiothorac Surg. 2024;13(4):311-25. DOI: 10.21037/acs2023rcabg0191
17. Wilson-Smith AR, et al. The outcomes of robotic-assisted coronary artery bypass grafting surgery in the Atlantic demographic: a systematic review and meta-analysis of the literature. Ann Cardiothorac Surg. 2024;13(5):388-96. DOI: 10.21037/acs2024rcabg15

