Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE

OPEN ACCESS

doi.org/10.51891/rease.v12i11.32286

CIRURGIA MINIMAMENTE INVASIVA: SISTEMA ROBÓTICO DA VINCI NA PRECISÃO OPERATÓRIA E NA RECUPERAÇÃO PÓS-CIRÚRGICA

MINIMALLY INVASIVE SURGERY: THE DA VINCI ROBOTIC SYSTEM IN OPERATIVE PRECISION AND POSTOPERATIVE RECOVERY

CIRUGÍA MÍNIMAMENTE INVASIVA: EL SISTEMA ROBÓTICO DA VINCI EN LA PRECISIÓN QUIRÚRGICA Y LA RECUPERACIÓN POSTOPERATORIA

Luís Felipe Gonçalves de Souza[1]
Julia Lima Correia[2]
Louise Santos de Souza Carvalho[3]
Anna Paula Thomé Spenciere[4]
Giovana Pereira Benevides[5]
Bianca Oliveira Bomfim[6]

RESUMO: Introdução: a assistência robótica introduz recursos de imagem e articulação instrumental, mas sua contribuição clínica varia conforme a operação. Objetivo: analisar criticamente a relação entre cirurgia robótica, precisão operatória e recuperação pós-cirúrgica em comparação com laparoscopia, videotoracoscopia e cirurgia aberta. Métodos: revisão narrativa crítica de ensaios randomizados, coortes comparativas e trabalhos de síntese pertinentes, com conferência dirigida de registros bibliográficos e publicações disponíveis até 2 de novembro de 2026. Os resultados foram organizados por procedimento, comparador, tipo de desfecho e desenho de estudo; não se realizou busca sistemática exaustiva nem metanálise própria. Resultados: ensaios em câncer retal, prostatectomia e cistectomia mostraram ganhos específicos em controle locorregional ou recuperação funcional, mas estudos em hérnia inguinal não identificaram benefício clínico de rotina frente à laparoscopia, com aumento de tempo operatório e custos. Na colecistectomia, coortes de grande escala apresentaram associações divergentes quanto à lesão biliar. Conclusão: a destreza tecnológica não demonstra, por si só, menor morbidade ou melhor prognóstico. A escolha da plataforma deve se apoiar no procedimento, na experiência da equipe, na comparação apropriada e em desfechos relevantes para o paciente.

Palavras-chave: Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos. Recuperação pós-operatória. Segurança do paciente.

ABSTRACT: Background: Robot-assisted surgery provides advanced imaging and wristed instruments, but clinical advantages depend on the procedure. Objective: To critically examine operative precision and postoperative recovery after robot-assisted surgery compared with laparoscopic, thoracoscopic, or open approaches. Methods: This narrative critical review drew on randomized trials, comparative cohorts, and relevant evidence syntheses, with targeted verification of indexed records and published reports available through November 2, 2026. Evidence was organized by procedure, comparator, outcome and study design. No exhaustive systematic search or original meta-analysis was performed. Results: Selected trials in rectal cancer, prostatectomy, and cystectomy found procedure-specific benefits in locoregional outcomes or functional recovery. For uncomplicated inguinal hernia repair, clinical advantages were not demonstrated despite longer operating times and higher costs. Large

[1] Médico, especialista em Psiquiatria - Faculdade CENBRAP.
[2] Médica, com residência em Clínica Médica - Hospital Municipal Souza Aguiar.
[3] Médica, com residência em Clínica Médica - Hospital Nossa Senhora do Carmo.
[4] Médica, graduada em Medicina - Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES).
[5] Graduanda em Medicina - Centro Universitário de Pinhais.
[6] Médica, graduada em Medicina - Universidade Evangélica de Goiás.

cholecystectomy cohorts yielded conflicting associations with bile duct injury. Conclusion: Technical dexterity alone does not establish improved morbidity, survival, or value. Clinical decisions should consider the operation, team experience, relevant comparators, and patient-centered outcomes.

Keywords: Minimally invasive surgical procedures. Postoperative recovery. Patient safety.

RESUMEN: Introducción: la cirugía asistida por robot ofrece mejor visualización y destreza instrumental, pero su utilidad clínica depende del procedimiento. Objetivo: analizar críticamente la precisión operatoria y la recuperación posoperatoria frente a la cirugía laparoscópica, toracoscópica o abierta. Métodos: revisión narrativa crítica de ensayos aleatorizados, cohortes comparativas y síntesis pertinentes, con verificación dirigida de registros indexados y publicaciones disponibles hasta el 2 de noviembre de 2026. Los hallazgos se organizaron por procedimiento, comparador, desenlace y diseño; no se realizó una búsqueda sistemática exhaustiva ni metaanálisis propio. Resultados: se identificaron beneficios específicos en cáncer rectal, prostatectomía y cistectomía, mientras que en la reparación convencional de hernia inguinal no se demostró beneficio clínico frente a la laparoscopia y aumentaron tiempo y costo. En colecistectomía, las cohortes presentaron asociaciones divergentes respecto a la lesión biliar. Conclusión: la precisión tecnológica no implica necesariamente menor morbilidad o mejor pronóstico. El valor de la cirugía robótica depende del contexto, de la experiencia del equipo y de los resultados relevantes para el paciente.

Palabras clave: Cirugía mínimamente invasiva. Recuperación posoperatoria. Seguridad del paciente.

1 INTRODUÇÃO

A incorporação de plataformas robóticas ao centro cirúrgico constitui uma das transformações mais visíveis da cirurgia contemporânea. Em diversos serviços, o sistema Da Vinci possibilitou a realização de dissecações complexas por via minimamente invasiva com visão tridimensional, instrumentos articulados e movimentos controlados a partir de um console. A atratividade tecnológica, entretanto, não substitui a necessidade de demonstrar benefício tangível ao paciente. A pergunta relevante não é apenas se a operação pode ser realizada por robô, mas se sua utilização melhora resultados quando comparada com uma técnica convencional bem executada.

A expressão “precisão operatória” costuma abranger conceitos diferentes: amplitude de movimento do instrumento, estabilidade da câmera, qualidade da dissecção, integridade das margens oncológicas, preservação neurovascular, menor sangramento e redução da necessidade de conversão para cirurgia aberta. Esses indicadores não são intercambiáveis. Um procedimento pode produzir dissecção anatomicamente refinada sem melhorar sobrevida; pode reduzir conversões e, simultaneamente, aumentar tempo de sala e custos; ou pode promover recuperação mais rápida em comparação à cirurgia aberta, mas não em comparação à laparoscopia. Portanto, a precisão deve ser operacionalizada em desfechos mensuráveis, com denominadores e tempos de seguimento definidos.

Do ponto de vista da recuperação, desfechos centrados no paciente incluem intensidade e duração da dor, necessidade de opioides, retorno da função intestinal, tempo até deambulação, complicações segundo Clavien-Dindo, infecção de ferida, readmissão, reoperação, tempo de internação, dias vivos e fora do hospital e recuperação de continência, potência ou funções urinária e intestinal. A simples permanência hospitalar, embora útil, é influenciada por protocolos locais, disponibilidade de leitos e critérios institucionais de alta. O benefício clínico deve ser interpretado a partir de uma combinação de medidas, e não de um único marcador.

A comparação entre cirurgia robótica, laparoscópica e aberta exige especial atenção à seleção dos pacientes. Cirurgias abertas frequentemente são empregadas em cenários mais complexos ou de maior gravidade, enquanto a adoção do robô pode ocorrer em centros de alta especialização e equipes com protocolos aprimorados. Mesmo quando coortes utilizam pareamento por escore de propensão, permanece a possibilidade de confusão residual. Por outro lado, ensaios randomizados oferecem maior proteção contra vieses de seleção, mas podem ter validade externa limitada quando recrutam exclusivamente cirurgiões muito experientes e pacientes de centros terciários.

A literatura recente permite contrastar cenários clínicos distintos. No câncer de reto, o ROLARR não encontrou redução estatisticamente significativa da conversão em comparação à laparoscopia, enquanto o ensaio REAL identificou diferenças em recorrência locorregional e recuperação funcional em um contexto específico. Na prostatectomia, o LAP-01 descreveu melhora de continência precoce, atenuada em acompanhamentos posteriores. Na cistectomia radical, o iROC documentou pequeno aumento de dias vivos fora do hospital; em hérnia inguinal simples, o RIVAL apontou maior custo e tempo cirúrgico sem benefício clínico detectável. Em colecistectomia, resultados observacionais são controversos (JAYNE et al., 2017; PRABHU et al., 2020; STOLZENBURG et al., 2021; CATTO et al., 2022; FENG et al., 2025; KALATA et al., 2023).

Diante da heterogeneidade das evidências, o objetivo desta revisão é examinar em quais cenários a assistência robótica apresenta vantagens demonstradas em precisão operatória e recuperação, sem equiparar características instrumentais a benefícios clínicos. Procura-se distinguir comparações com laparoscopia daquelas com cirurgia aberta, diferenciar achados randomizados de associações observacionais e discutir segurança, custos e curva de aprendizado.

O Da Vinci é uma plataforma teleoperada: as ações dos braços e instrumentos são comandadas pelo cirurgião, e não por um algoritmo que execute autonomamente a operação.

Sua arquitetura, com console, unidade de braços e sistema de imagem, proporciona visualização ampliada do campo e manipulação de instrumentos com articulações distais. Em procedimentos estreitos ou profundos, como dissecção pélvica, essa cinemática pode facilitar suturas e movimentos angulados. A vantagem mecânica é plausível, mas seu valor depende da patologia e do tipo de tarefa. A plataforma não elimina a necessidade de adequada identificação anatômica, julgamento clínico e adesão a princípios clássicos de segurança.

As gerações da plataforma não são equivalentes. Recursos como fluorescência por indocianina verde, visão aprimorada e, em configurações mais novas, sensores de força podem alterar a experiência operatória. O fabricante descreve, para o Da Vinci 5, funcionalidades de feedback de força, mas benefícios apresentados em materiais institucionais ou estudos de simulação não devem ser tratados como provas de redução de complicações clínicas em humanos. Também é incorreto atribuir automaticamente a estudos realizados com gerações anteriores recursos que não estavam disponíveis durante seu recrutamento (INTUITIVE, 2026).

O termo "precisão" apresenta ao menos quatro dimensões: precisão instrumental, relacionada à movimentação; precisão anatômica, ligada à preservação de planos; precisão patológica, expressa por margens e qualidade da peça; e precisão clínica, que corresponde à prevenção de dano e à melhoria dos resultados do paciente. A progressão de uma dimensão para outra requer validação empírica. A boa impressão visual no console não permite inferir menor lesão de ducto biliar, menor incontinência ou melhor controle de câncer, sem que esses desfechos tenham sido efetivamente medidos em comparações válidas.

A laparoscopia convencional já oferece redução de agressão parietal em relação à via aberta em muitas indicações. Portanto, a hipótese de benefício incremental da robótica diante da laparoscopia é mais exigente do que a hipótese diante da laparotomia. A comparação com cirurgia aberta incorpora vantagens próprias da via minimamente invasiva, como incisões menores; não autoriza imputar todo o ganho observado especificamente aos punhos articulados ou à visão tridimensional.

Os estudos precisam indicar se utilizam tempo de cirurgia total, tempo de console, tempo de docking ou tempo anestésico, pois seus significados logísticos são distintos. Também é necessário distinguir desfechos de curto prazo de medidas com significado prognóstico, como recorrência do tumor e sobrevida global. A positividade de margens, a quantidade de linfonodos e a conversão para operação aberta constituem sinais úteis de qualidade operatória, mas são

marcadores substitutos; sua relação com benefício duradouro varia entre tumores e contextos clínicos.

2 MÉTODOS

2.1 Delineamento e objetivo da síntese

Realizou-se revisão narrativa crítica de literatura sobre cirurgia assistida por robô em adultos, com atenção a desfechos de execução operatória, segurança e recuperação. A opção narrativa foi deliberada: o tema reúne especialidades, procedimentos, tecnologias, comparadores e tempos de seguimento distintos, o que exige interpretação estratificada. A redação foi organizada segundo princípios de clareza de objetivo, apresentação das fontes, hierarquização da evidência e exposição de resultados relevantes descritos na SANRA (BAETHGE; GOLDBECK-WOOD; MERTENS, 2019). Não foi atribuído escore SANRA ao próprio manuscrito.

2.2 Questão clínica e escopo

A questão orientadora foi: em pacientes adultos candidatos a procedimentos cirúrgicos abdominais, pélvicos, urológicos ou torácicos, como a cirurgia assistida por robô se compara à técnica minimamente invasiva convencional ou à cirurgia aberta quanto a desfechos operatórios e recuperação?

Quadro 1 – Pergunta clínica orientada por PICO

Elemento	Definição
P – População	Adultos submetidos a procedimentos cirúrgicos em especialidades selecionadas.
I – Intervenção	Cirurgia assistida por robô, com foco técnico no sistema Da Vinci quando a plataforma é identificável.
C – Comparação	Laparoscopia/videotoracoscopia convencional ou cirurgia aberta, analisadas em contrastes distintos.
O – Desfechos	Conversão, margens, sangramento, eventos graves, lesão anatômica, tempo operatório, internação, readmissão, retorno funcional, prognóstico e custos.

Fonte: elaboração dos autores, 2026.

2.3 Identificação e priorização das fontes

O levantamento foi dirigido a ensaios clínicos e coortes comparativas identificados em registros indexados do PubMed/MEDLINE e em páginas de periódicos científicos, com conferência de títulos, DOI, resultados e datas disponíveis até setembro de 2026. Foram

empregados como termos orientadores, em inglês, “robotic surgery”, “robot-assisted”, “da Vinci”, “laparoscopic”, “open surgery”, “randomized trial”, “postoperative recovery”, “conversion” e “complications”, acrescidos de nomes de procedimentos e de estudos de referência (ROLARR, REAL, LAP-01, iROC, RAZOR e RIVAL).

Foram priorizados ensaios randomizados de comparação direta publicados a partir de 2017, incluindo estudos multicêntricos e desfechos funcionais ou oncológicos. Coortes observacionais ajustadas de grande escala foram consideradas para complicações raras, efeitos de volume e implementação.

2.4 Extração e comparabilidade dos resultados

Para os estudos discutidos, foram registrados narrativamente procedimento, desenho, comparador, tamanho amostral relatado, desfecho principal, horizonte temporal, medidas de efeito publicadas e limitações centrais de validade. A síntese foi estratificada por especialidade e pela comparação robô versus laparoscopia/videotoracoscopia ou robô versus cirurgia aberta. Diferenças sem significância estatística não foram interpretadas como equivalência; achados de não inferioridade foram mantidos distintos de demonstrações de superioridade. Para estudos de coorte, foram considerados fatores que podem produzir confundimento residual: indicação clínica, gravidade, experiência do profissional, volume do hospital, período de adoção tecnológica e definição de desfecho.

3 RESULTADOS

3.1 Panorama dos estudos comparativos

Os estudos localizados abrangem cirurgia colorretal, urologia oncológica, cirurgia torácica, gastrectomia, duodenopancreatectomia, correção de hérnia inguinal e colecistectomia. Entre os desenhos estão ensaios controlados randomizados, alguns com desfechos de longo prazo, e coortes observacionais com pareamento ou ajuste multivariável. A variedade das indicações constitui simultaneamente uma força descritiva e um obstáculo para inferência global.

Nos ensaios, o tamanho da amostra e a natureza dos resultados diferem amplamente. O RIVAL contou com 102 pacientes analisados, enquanto o REAL avaliou 1.171 indivíduos em sua população de análise primária. O iROC incluiu 317 pessoas operadas e o RVlob randomizou 320 pacientes. Ensaios com poucos eventos raros podem ser insuficientemente precisos para

demonstrar diferenças em lesões inadvertidas, reoperações ou mortalidade; a ausência de significância estatística não prova equivalência. Por isso, foram privilegiadas medidas absolutas, intervalos de confiança e a definição de cada desfecho.

O nível de confiabilidade é heterogêneo também dentro dos ensaios: estudos com cegamento do paciente e análise por intenção de tratar podem apresentar maior proteção para resultados subjetivos, enquanto desfechos de função ou qualidade de vida permanecem sensíveis a perdas de acompanhamento e aos instrumentos escolhidos. Nas coortes, volume cirúrgico, gravidade e calendário de adoção tecnológica podem confundir associações. O contraste entre achados divergentes em colecistectomia exemplifica por que resultados favoráveis e desfavoráveis devem coexistir na síntese.

Quadro 2 – Ensaios randomizados selecionados e resultados relevantes

Estudo	Comparação e amostra	Resultado observado
ROLARR — Jayne et al., 2017	Ressecção retal; robô × laparoscopia; 471 randomizados	Conversão 8,1% × 12,2%; OR ajustada 0,61 (IC95% 0,31–1,21); p=0,16.
RAZOR — Parekh et al., 2018	Cistectomia radical; robô × aberta; 350 randomizados	Sobrevida livre de progressão aos 2 anos: 72,3% × 71,6%; não inferioridade oncológica.
RIVAL — Prabhu et al., 2020	Hérnia inguinal unilateral; robô × laparoscopia; 102 analisados	Desfechos clínicos semelhantes em 30 dias; tempo e custos maiores com robótica.
LAP-01 — Stolzenburg et al., 2021/2022	Prostatectomia; robô × laparoscopia; 782 randomizados	Continência aos 3 meses: 54% × 46%; p=0,027. Diferença não significativa aos 12 meses.
iROC — Catto et al., 2022	Cistectomia; robô intracorpóreo × aberta; 317 operados	Dias vivos e fora do hospital em 90 dias: mediana 82 × 80; diferença ajustada 2,2 dias.
Haapiainen et al., 2023	Prostatectomia; robô × laparoscopia 3D; 145 randomizados	Sem diferença significativa em continência EPIC-26 aos 12 meses; ensaio interrompido precocemente.
RVlob — Niu et al., 2024	Lobectomia; robô × videotoracoscopia; 320 randomizados	Sobrevida global de 3 anos não inferior; superioridade não demonstrada.
Lu et al., 2024	Gastrectomia distal; robô × laparoscopia; 300 randomizados	Sobrevida livre de doença aos 3 anos: 85,8% × 73,2% (p=0,011), em fase 2.
Liu et al., 2024	Duodenopancreatectomia; robô × aberta; 161 operados	Internação mediana 11 × 13,5 dias; eventos graves semelhantes.
REAL — Feng et al., 2025	Câncer de reto médio/baixo; 1.240 randomizados; 1.171 na análise principal	Recorrência locorregional em 3 anos: 1,6% × 4,0%; HR 0,45 (IC95% 0,22–0,92).

Fonte: elaboração dos autores, 2026.

3.2 Cirurgia colorretal

O ROLARR, ensaio multicêntrico publicado em 2017, comparou ressecção retal robótica e laparoscópica com 471 pacientes randomizados. A conversão para laparotomia ocorreu em 8,1% no grupo robótico e 12,2% no laparoscópico, sem significância estatística para o desfecho principal (p=0,16). O resultado é relevante porque demonstra que uma possibilidade técnica intuitiva — maior controle de instrumentos na pelve — não implica benefício comprovado em

todas as populações. A experiência cirúrgica heterogênea foi discutida como fator potencial de modificação de desempenho (JAYNE et al., 2017).

O ensaio REAL, publicado em 2025, avaliou câncer retal médio e baixo em ambiente multicêntrico chinês, com 1.171 participantes elegíveis para a análise primária. A recorrência locorregional em três anos foi de 1,6% no grupo robótico e 4,0% no laparoscópico, com HR 0,45 (IC95%: 0,22–0,92). A sobrevida livre de doença em três anos foi de 87,2% e 83,4%, respectivamente, com HR 0,74 (IC95%: 0,56–0,98). A sobrevida global em três anos não diferiu significativamente (94,7% versus 93,0%). O estudo ainda descreveu resultados funcionais melhores em períodos iniciais de seguimento, especialmente urinários e sexuais (FENG et al., 2025).

A coexistência desses resultados não deve ser tratada como contradição. As perguntas primárias dos ensaios eram distintas: conversão no ROLARR e recorrência locorregional no REAL. Diferiram também cronologia tecnológica, experiência dos operadores, elegibilidade e organização assistencial. Além disso, a análise primária do REAL excluiu indivíduos considerados inelegíveis após a randomização; embora tenham sido realizadas análises de sensibilidade, a generalização deve considerar a seleção e o cenário de alta expertise. Inferir que o robô reduz universalmente recorrência em todos os cânceres colorretais seria extrapolação. Assim, o sinal clínico mais consistente no campo colorretal é a redução de conversões em determinadas populações e, em alguns estudos, melhoria de marcadores patológicos.

3.3 Urologia: resultados funcionais e oncológicos

Na prostatectomia radical, a preservação de continência urinária e função erétil constitui resultado centrado no paciente e diretamente associado à qualidade de vida. O LAP-01, ensaio multicêntrico com 782 homens randomizados, relatou aos três meses continência em 54% dos operados por robô, comparados a 46% por laparoscopia (p=0,027). A vantagem permaneceu no ajuste apresentado pelos autores; no entanto, o seguimento de 12 meses mostrou diferença de continência não estatisticamente significativa (p=0,38), embora a recuperação de potência em subgrupos elegíveis à preservação neurovascular permanecesse favorecida em avaliações específicas (STOLZENBURG et al., 2021; 2022).

A interpretação temporal é decisiva. Melhorar a velocidade de recuperação funcional não equivale a aumentar a proporção final de pacientes continentes depois de um ano. Uma discussão responsável distingue benefício transitório, benefício persistente e ausência de

diferença com precisão limitada. Além disso, idade, preservação dos feixes neurovasculares, técnica anastomótica e estado funcional pré-operatório influenciam fortemente os resultados. Ao interpretar dados cirúrgicos, deve-se evitar apresentar a plataforma como causa isolada de uma recuperação cujo determinante pode ser o conjunto técnico e assistencial.

Em outro ensaio randomizado, que comparou prostatectomia robótica com laparoscopia tridimensional, 145 pacientes foram recrutados; o estudo foi interrompido após análise interina e não identificou diferença estatisticamente significativa no domínio de incontinência urinária do EPIC-26 aos 12 meses. Também não demonstrou diferença significativa em margens cirúrgicas positivas ou recidiva bioquímica nesse horizonte. O estudo é informativo porque o uso de laparoscopia tridimensional oferece comparador tecnologicamente mais próximo, reduzindo a distância entre sistemas quanto à visualização (HAAPIAINEN et al., 2023).

Na cistectomia radical por câncer de bexiga, o iROC randomizou 338 pacientes; 317 foram operados. O grupo robótico com derivação urinária intracorpórea apresentou mediana de 82 dias vivos e fora do hospital em 90 dias, contra 80 dias na abordagem aberta; diferença ajustada de 2,2 dias (IC95%: 0,50–3,85; p=0,01). Também ocorreram menos complicações de ferida e eventos tromboembólicos, mas a relevância clínica individual do ganho de pouco mais de dois dias permanece discutível. O desenho compara uma solução inteiramente minimamente invasiva com laparotomia e não identifica qual parcela do efeito decorre exclusivamente do robô (CATTO et al., 2022).

O ensaio RAZOR forneceu evidência randomizada de não inferioridade oncológica da cistectomia robótica frente à aberta em seu horizonte de avaliação. Esse tipo de achado é clinicamente importante, pois a aceitação de nova técnica para doença maligna exige não comprometer o controle tumoral. Contudo, não inferioridade oncológica não deve ser confundida com superioridade de precisão, recuperação ou sobrevida. A interpretação de margens, linfonodos e complicações exige conhecer os esquemas de derivação urinária e a experiência do centro (PAREKH et al., 2018).

Em conjunto, os estudos urológicos sustentam benefícios selecionados em recuperação precoce, com preservação da eficácia oncológica em cenários específicos. A decisão informada exige discutir resultados absolutos, horizonte de recuperação e habilidades da equipe, evitando transformar desfechos populacionais em garantias individuais.

3.4 Cirurgia torácica, gástrica e pancreática

Em câncer de pulmão de células não pequenas ressecável, o ensaio RVlob randomizou 320 pessoas para lobectomia robótica ou videotoracoscópica. A sobrevida global de três anos foi de 94,6% versus 91,5%, sem diferença estatisticamente significativa em análise de superioridade (HR 0,65; IC95%: 0,33–1,28; p=0,21), mas atendendo ao limite de não inferioridade previamente estabelecido. A sobrevida livre de doença foi de 88,7% e 85,4%, respectivamente, igualmente sem diferença significativa. O resultado sugere comparabilidade oncológica em um contexto específico; não deve ser reescrito como ganho comprovado de sobrevida com robótica (NIU et al., 2024).

Na duodenopancreatectomia, Liu e colaboradores publicaram ensaio multicêntrico com 161 pacientes operados, comparando abordagem robótica com a aberta. A internação pós-operatória apresentou mediana de 11 dias no grupo robótico e 13,5 dias no grupo aberto (p=0,029), sem diferença estatisticamente significativa em mortalidade em 90 dias ou complicações graves. É uma comparação importante entre vias cirúrgicas, mas o tempo de internação é vulnerável a rotinas locais e o estudo foi conduzido com cirurgiões que já haviam ultrapassado a curva de aprendizado. A vantagem não deve ser extrapolada a centros iniciantes (LIU et al., 2024).

Uma coorte europeia pareada comparando duodenopancreatectomia robótica e laparoscópica descreveu menor conversão na via robótica (6,7% versus 18,0%), ao mesmo tempo em que registrou resultados favoráveis à laparoscopia em fístula pancreática, retardo de esvaziamento gástrico e margens Ro. A coexistência de efeitos em sentidos diferentes mostra que um marcador isolado de destreza não determina a melhor técnica global e que os desfechos precisam ser ponderados pela gravidade e pela experiência dos operadores. A natureza observacional impõe cautela adicional (EMMEN et al., 2024).

A gastrectomia distal oncológica também apresentou achado relevante: em ensaio fase 2 com 300 randomizados, Lu e colaboradores observaram sobrevida livre de doença em três anos de 85,8% no grupo robótico e 73,2% no laparoscópico (p=0,011), com análise modificada por intenção de tratar em 283 pacientes. O sinal é importante, mas exige prudência quanto à reprodução em outros cenários, tamanhos amostrais maiores e diferenças de cuidado oncológico (LU et al., 2024).

Portanto, nos procedimentos de maior complexidade abdominal e torácica, a robótica pode contribuir para viabilidade da via minimamente invasiva e recuperação selecionada, mas não estabelece superioridade uniforme em morbidade grave, fístula, readmissão ou prognóstico.

A adoção deve ocorrer com avaliação de segurança assistencial, treinamento e monitoramento local dos resultados.

3.5 Hérnia inguinal: custo e efetividade

O ensaio RIVAL oferece contraponto especialmente relevante à difusão tecnológica. Em 102 pacientes com hérnia inguinal unilateral, a abordagem robótica não produziu diferenças significativas em dor, qualidade de vida, morbidade de ferida, mobilidade ou estética nos primeiros 30 dias em comparação à laparoscopia transabdominal pré-peritoneal. Entretanto, o tempo cirúrgico mediano foi de 75,5 minutos na operação robótica e 40,5 minutos na laparoscópica; o custo mediano relatado foi de US$ 3.258 versus US$ 1.421, respectivamente (PRABHU et al., 2020).

Esses dados não excluem que situações complexas, anatomia difícil, hérnias recorrentes ou perfis de treinamento distintos possam se beneficiar da instrumentação articulada. Porém, para hérnia unilateral não complicada em equipes experientes na via laparoscópica, o estudo não sustenta a suposição de recuperação superior por adoção do robô. A falta de diferença não deve ser interpretada como prova de equivalência absoluta, já que o RIVAL era um piloto e os eventos raros não poderiam ser avaliados com robustez.

O exemplo reforça uma regra de avaliação econômica: a inovação que adiciona despesa, tempo de sala e consumíveis precisa demonstrar incremento proporcional de benefício clínico ou ganho organizacional verificável. A existência de plataforma disponível no hospital, isoladamente, não configura indicação de uso para todos os procedimentos.

3.6 Colecistectomia: segurança e contrastes entre coortes

Na colecistectomia, particularmente em lesão de via biliar, a literatura recente ilustra risco de conclusões precipitadas. Em coorte de beneficiários do Medicare com 1.026.088 operações, Kalata e colaboradores encontraram maior risco de lesão biliar com necessidade de reparo definitivo após cirurgia robótica (0,7%) em comparação com laparoscópica (0,2%); risco relativo ajustado de 3,16 (IC95%: 2,57–3,75). A análise com variável instrumental também apontou associação no mesmo sentido, embora com estimativa menor. Por ser observacional, o estudo não prova causalidade isolada da plataforma, mas suscita preocupação legítima (KALATA et al., 2023).

Outra análise de atendimento cirúrgico agudo, com 844.428 pacientes na base original e 35.037 indivíduos por braço após pareamento, observou taxas semelhantes de lesão biliar — 0,37% na técnica robótica e 0,39% na laparoscópica (OR 0,93; IC95%: 0,73–1,18). Em contrapartida, o grupo robótico apresentou maior taxa de complicações maiores, 8,37% versus 5,50%, e mediana de internação de três versus dois dias. Essa investigação demonstra que até mesmo ausência de diferença no evento principal pode coexistir com sinais desfavoráveis em outras medidas relevantes (WOLDEHANA et al., 2025).

Em outubro de 2026, o projeto ROBOCOP relatou coorte de colecistectomias urgentes ou emergenciais, com 522.629 pacientes e 73.316 por grupo após pareamento. A lesão biliar em 30 dias ocorreu em 0,06% no grupo robótico versus 0,11% no laparoscópico (OR 0,56; IC95%: 0,39–0,81), com menor conversão e maior tempo operatório na abordagem robótica. Os autores reconheceram a possibilidade de confusão residual. O artigo incluiu profissionais vinculados ao fabricante da plataforma; isso não invalida automaticamente os resultados, mas reforça a necessidade de avaliar independência analítica, financiamento e acesso aos dados (BISSELL et al., 2026).

Em síntese, a ocorrência de lesão biliar permanece evento raro, com grande sensibilidade à população, gravidade, janela temporal e método de aferição. As coortes disponíveis não sustentam uma afirmação genérica de que a robótica é sempre mais segura ou sempre mais perigosa na colecistectomia. A análise definitiva requer subgrupos clinicamente comparáveis, auditoria de adjudicação de lesões, controle da curva de aprendizado e, idealmente, registros prospectivos padronizados.

Quadro 3 – Lesão de via biliar em coortes: diferentes populações e definições

Estudo	Contexto	Lesão biliar reportada	Interpretação
Kalata et al., 2023	Medicare 2010–2019; reparo definitivo em até 1 ano	0,7% robô × 0,2% laparoscopia	Associação desfavorável à robótica; faixa etária mais elevada e evento definido por reparo.
Woldehana et al., 2025	Cirurgia de urgência; 35.037 por braço pareado	0,37% robô × 0,39% laparoscopia	Sem diferença significativa; maior taxa de outras complicações maiores na robótica.
Kandil et al., 2026	Rede hospitalar; ajuste por gravidade e volume	0,65% robô × 1,02% laparoscopia	Associação favorável; população e classificação de lesões próprias.
Bissell et al., 2026	Urgência/emergência; 73.316 por braço pareado	0,06% robô × 0,11% laparoscopia em 30 dias	Associação favorável; evento raro, janela curta e vínculos com fabricante reportados.

Fonte: elaboração dos autores, 2026.

4 DISCUSSÃO

4.1 Precisão tecnológica e desfechos clínicos

A síntese permite distinguir três níveis de inferência. Primeiro, a plausibilidade mecânica: a articulação dos instrumentos e a visão ampliada favorecem movimentos controlados em espaços restritos. Segundo, a qualidade processual: menos conversões, melhor visualização de planos e margens cirúrgicas eventualmente mais favoráveis são indicadores que sugerem execução mais refinada. Terceiro, os resultados finalísticos: redução de complicações relevantes, melhor funcionalidade sustentada, maior sobrevida e menor sofrimento. A evidência para o primeiro nível é ampla, mas a passagem para o terceiro depende do procedimento e permanece desigual.

Na cirurgia retal, a melhoria de recorrência locorregional observada no REAL deve ser valorizada, pois é um desfecho mais próximo de benefício clínico do que tempo de console. Ao mesmo tempo, o resultado não apaga a falta de significância no desfecho primário do ROLARR. O avanço técnico entre diferentes gerações e a experiência concentrada em centros especializados podem explicar parte da trajetória de resultados, mas essa hipótese não pode ser tratada como demonstração causal sem análises próprias. A contribuição de uma revisão rigorosa consiste precisamente em preservar diferenças e explorar sua plausibilidade.

Na prostatectomia, o contraste entre continência aos três meses e aos 12 meses lembra que recuperação funcional é processo, não fotografia. Para pacientes, antecipar semanas ou meses de recuperação pode ter valor significativo mesmo que o resultado final seja semelhante; o valor, porém, precisa ser confrontado com efeitos adversos, custos e preferências. Estudos com escalas distintas de continência ou potência não podem ser comparados numericamente como se medíssemos o mesmo construto.

4.2 Recuperação funcional, dor e complicações

A recuperação após cirurgia depende de múltiplos componentes: acesso, anestesia, trauma tecidual, controle de dor, hemostasia, respostas inflamatórias, reabilitação, profilaxia tromboembólica e protocolos de recuperação aprimorada. A incorporação do robô frequentemente acompanha investimentos em treinamento e organização institucional; se a comparação for puramente observacional, pode ser difícil separar o efeito da tecnologia do efeito

do centro de excelência. Essa dificuldade justifica ensaios randomizados e estudos pragmáticos, com reporte de protocolos perioperatórios compartilhados entre braços.

O iROC exemplifica uma escolha de desfecho clínico mais abrangente do que permanência hospitalar isolada: dias vivos e fora do hospital acumulam efeitos de tempo de alta, readmissões e mortalidade. O ganho ajustado de 2,2 dias em 90 dias foi estatisticamente significativo, mas os autores reconheceram incerteza sobre sua relevância clínica. Tal nuance é importante porque p pequeno não equivale necessariamente a efeito grande ou prioritário para o paciente. Uma diferença pequena pode ser relevante em um procedimento de alta morbidade e pouco relevante diante de custos extremamente maiores, dependendo dos valores atribuídos pelos usuários e gestores.

A análise de morbidade também exige observar eventos graves separadamente. Uma redução de eventos leves pode não compensar aumento de uma complicação rara, porém incapacitante, como lesão de via biliar. Indicadores compostos podem ocultar essa distribuição. Em cirurgia oncológica, sangramento e tempo de internação são importantes, mas não devem substituir segurança de margens, preservação funcional e controle da doença. Recomenda-se que novos ensaios reportem tanto desfechos específicos quanto resultados compostos e medidas de qualidade de vida padronizadas.

4.3 Experiência, volume e curva de aprendizado

A curva de aprendizado é um dos determinantes mais relevantes para a implementação segura. O desempenho pode evoluir ao longo da familiarização com o console, acoplamento dos braços, troca de instrumentos, comunicação com o assistente de mesa e manejo de intercorrências. O risco não decorre apenas do cirurgião individual: treinamento da equipe, disponibilidade de suporte técnico e padronização das etapas influenciam o resultado. Comparações entre uma equipe experiente em laparoscopia e outra no começo da robótica podem medir, em parte, diferença de treinamento, e não diferença intrínseca de tecnologia.

Em coorte publicada em 2026 de 185.924 operações robóticas gerais, maior volume anual individual foi associado, em procedimentos eletivos, a menores chances ajustadas de conversão (OR ajustada 0,45 no grupo de volume muito alto em comparação ao de baixo volume), além de diferenças favoráveis em complicações, readmissão, internação e custos. Os dados são observacionais e não estabelecem um ponto de corte universal para credenciamento, mas

sustentam a adoção de auditoria por cirurgião, procedimento e volume (HOUSHMAND et al., 2026).

A implementação responsável requer fase de treinamento simulada, proctoria, indicadores de processo, protocolos de conversão imediata e revisão de complicações. Programas institucionais devem definir o número de casos supervisionados e métricas adequadas à especialidade, em vez de supor que a certificação em uma operação se transfere automaticamente a outra. Da perspectiva de segurança, a disponibilidade de laparoscopia ou técnica aberta como plano alternativo é parte da competência robótica e não um sinal de fracasso.

A interpretação do estudo de volume deve registrar que o desenho não foi randomizado e que um dos coautores declarou vínculo institucional com a fabricante. Os resultados demonstram associação entre volume e desempenho, mas não identificam um número mínimo universal de casos nem provam que aumentar volume, isoladamente, causará redução de morbidade (HOUSHMAND et al., 2026).

4.4 Custos, equidade e tomada de decisão

O custo da cirurgia robótica inclui aquisição, contratos de manutenção, instrumentais, descartáveis, tempo de sala, esterilização, treinamento e amortização da estrutura. O custo marginal é diferente do custo total e varia com volume e capacidade instalada. Um hospital com plataforma subutilizada apresenta custo fixo distribuído por poucos pacientes; um serviço de alto volume pode reduzir custo médio, mas isso não implica necessariamente custo-efetividade superior diante de laparoscopia bem estabelecida. A análise econômica deve considerar complicações evitadas, readmissões e qualidade de vida, e não apenas o gasto no dia da operação.

No RIVAL, a diferença de custo mediano entre robótica e laparoscopia em hérnia inguinal simples foi expressiva, sem benefício clínico detectável em 30 dias. O exemplo ajuda a discutir alocação de recursos em sistemas de saúde com demanda reprimida. A incorporação indiscriminada da plataforma pode deslocar recursos destinados a cirurgia segura, instrumentais convencionais, equipes e acesso oportuno. Em contrapartida, quando o robô viabiliza procedimentos minimamente invasivos de alta complexidade que seriam abertos, parte do custo pode ser compensada por morbidade ou tempo de recuperação, a depender de evidência específica.

4.5 Validade das comparações e incerteza remanescente

Os achados de colecistectomia expõem o impacto da definição de população e da mensuração do evento. Coortes baseadas em dados administrativos podem usar códigos diagnósticos ou de intervenção como substitutos de lesão confirmada por revisão cirúrgica. Diferenças em urgência, gravidade da colecistite, história cirúrgica, ano de operação e volume do profissional influenciam resultados. Mesmo quando os autores utilizam pareamento, as variáveis não observadas podem permanecer desbalanceadas. A divergência é, portanto, uma razão para melhorar desenhos futuros, não para selecionar apenas o estudo favorável ao argumento de preferência.

Em termos de qualidade de evidência, ensaios randomizados reduzem a vulnerabilidade a confundimento, mas não dispensam análise de cegamento, perdas de seguimento, desvios de protocolo, desfechos secundários e precisão dos intervalos.

4.6 Aplicação clínica e consentimento informado

O consentimento informado deve apresentar riscos e vantagens de forma comparativa, incluindo alternativas de cirurgia aberta e laparoscópica, experiência da equipe e possível conversão. A discussão precisa distinguir o que é evidência de ensaio, o que é associação observacional e o que é característica anunciada pelo fabricante. Indicações tecnicamente plausíveis podem ser discutidas como hipóteses, mas não devem ser tratadas como benefícios garantidos. Para o paciente, faz mais sentido conhecer sua chance de voltar às atividades, recuperar função ou sofrer complicação do que receber apenas a informação de que a cirurgia será conduzida com equipamento avançado.

Para gestores e serviços, a avaliação deve incluir taxas locais de conversão, infecção, complicações maiores, readmissão, retorno funcional, tempo de sala e custo por episódio. Indicadores podem ser apresentados em dashboards por especialidade e estratificados por risco, além de passar por revisão de pares. A implementação com monitoramento contínuo é mais segura do que a adoção baseada exclusivamente em reputação tecnológica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A assistência robótica representa recurso operatório capaz de facilitar movimentos articulados e dissecações em espaços restritos, mas sua superioridade clínica não é universal. Estudos randomizados demonstram benefícios específicos em certos procedimentos — como

recuperação funcional inicial após prostatectomia, dias vivos fora do hospital após cistectomia e recorrência locorregional no câncer retal médio/baixo — enquanto comparações em hérnia inguinal simples não demonstraram benefício clínico de rotina diante da laparoscopia.

Os resultados dependem do comparador e do desfecho escolhido. Lesão de via biliar após colecistectomia, por exemplo, apresenta associações observacionais conflitantes que exigem interpretação segundo gravidade, população e período de aferição. Experiência da equipe, curva de aprendizado, custos e acesso são dimensões centrais da avaliação de valor da robótica.

Conclui-se que a indicação da cirurgia assistida por robô deve se apoiar em evidência específica para o procedimento, competência da equipe, transparência sobre riscos e decisão compartilhada. A precisão instrumental é uma capacidade tecnológica; a melhoria de recuperação e prognóstico precisa ser demonstrada em resultados clínicos concretos.

REFERÊNCIAS

BAETHGE, C.; GOLDBECK-WOOD, S.; MERTENS, S. SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. Research Integrity and Peer Review, v. 4, art. 5, 2019. DOI: 10.1186/s41073-019-0064-8.

BISSELL, J. N. R. et al. Robotic Care Outcomes Project (ROBOCOP): Emergency Cholecystectomy and Bile Duct Injury. Journal of the American College of Surgeons, 2026. DOI: 10.1097/XCS.0000000000002249. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42861728/. Acesso em: 2 nov. 2026.

CATTO, J. W. F. et al. Effect of Robot-Assisted Radical Cystectomy With Intracorporeal Urinary Diversion vs Open Radical Cystectomy on 90-Day Morbidity and Mortality Among Patients With Bladder Cancer: A Randomized Clinical Trial. JAMA, v. 327, n. 21, p. 2092–2103, 2022. DOI: 10.1001/jama.2022.7393.

EMMEN, A. M. L. H. et al. Robot-assisted versus laparoscopic pancreatoduodenectomy: a pan-European multicenter propensity-matched study. Surgery, v. 175, n. 6, p. 1587–1594, 2024. DOI: 10.1016/j.surg.2024.02.015.

FENG, Q. et al. Robotic vs Laparoscopic Surgery for Middle and Low Rectal Cancer: The REAL Randomized Clinical Trial. JAMA, v. 334, n. 2, p. 136–148, 2025. DOI: 10.1001/jama.2025.8123.

HAAPIAINEN, H. et al. Robot-assisted versus three-dimensional laparoscopic radical prostatectomy: 12-month outcomes of a randomised controlled trial. BJU International, v. 132, n. 5, p. 505–511, 2023. DOI: 10.1111/bju.16132.

HOUSHMAND, N. et al. Surgeon Volume and Clinical Outcomes After Robotic Elective and Emergency General Surgery. JAMA Network Open, v. 9, n. 5, e2611774, 2026. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2026.11774. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42113516/. Acesso em: 2 nov. 2026.

INTUITIVE. Meet the da Vinci 5 robotic surgical system. 2026. Disponível em: https://www.intuitive.com/en-us/products-and-services/da-vinci/5. Acesso em: 2 nov. 2026. Fonte técnico-institucional, sem substituir evidência clínica independente.

JAYNE, D. et al. Effect of Robotic-Assisted vs Conventional Laparoscopic Surgery on Risk of Conversion to Open Laparotomy Among Patients Undergoing Resection for Rectal Cancer: The ROLARR Randomized Clinical Trial. JAMA, v. 318, n. 16, p. 1569–1580, 2017. DOI: 10.1001/jama.2017.7219.

KALATA, S. et al. Comparative Safety of Robotic-Assisted vs Laparoscopic Cholecystectomy. JAMA Surgery, v. 158, n. 12, p. 1303–1310, 2023. DOI: 10.1001/jamasurg.2023.4389.

KANDIL, O. et al. Robotic vs Laparoscopic Cholecystectomy: Preoperative and Intraoperative Severity-Adjusted Outcomes with Strasberg-Classified Bile Duct Injury. Journal of the American College of Surgeons, 2026. DOI: 10.1097/XCS.0000000000002118.

LIU, Q. et al. Effect of robotic versus open pancreaticoduodenectomy on postoperative length of hospital stay and complications for pancreatic head or periampullary tumours: a multicentre, open-label randomised controlled trial. The Lancet Gastroenterology & Hepatology, 2024. DOI: 10.1016/S2468-1253(24)00005-0.

LU, J. et al. Robotic versus laparoscopic distal gastrectomy for resectable gastric cancer: a randomized phase 2 trial. Nature Communications, v. 15, art. 4668, 2024. DOI: 10.1038/s41467-024-49013-6.

NIU, Z. et al. Robotic-assisted versus video-assisted lobectomy for resectable non-small-cell lung cancer: the RVlob randomized controlled trial. EClinicalMedicine, v. 74, art. 102707, 2024. DOI: 10.1016/j.eclinm.2024.102707.

PAREKH, D. J. et al. Robot-assisted radical cystectomy versus open radical cystectomy in patients with bladder cancer (RAZOR): an open-label, randomised, phase 3, non-inferiority trial. The Lancet, v. 391, n. 10139, p. 2525–2536, 2018. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30996-6.

PRABHU, A. S. et al. Robotic Inguinal vs Transabdominal Laparoscopic Inguinal Hernia Repair: The RIVAL Randomized Clinical Trial. JAMA Surgery, v. 155, n. 5, p. 380–387, 2020. DOI: 10.1001/jamasurg.2020.0034.