



PBPC
ISSN 2674-9432



Qualis A3
CAPES 2021-2024



DOI - Crossref

Latindex

Indexado no
Google Acadêmico

Custo-efetividade de cirurgia robótica de adenocarcinoma na saúde suplementar

Carlos Bernardo Cola, Roberto Carlos Lyra da Silva, Joice Alves Cabral, Daniel Aragão Machado, Carlos Roberto Lyra da Silva, Vivian Schutz



<https://doi.org/10.36557/2674-9432.2026v5n3p59-84>

Artigo recebido em 3 de Março e publicado em 3 de Maio de 2026

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

Objetivo: Realizar uma análise de custo-efetividade da cirurgia assistida por robô no âmbito da Saúde Suplementar em portadores de adenocarcinoma colorretal, >18 anos, de ambos os sexos, submetidos a tratamento cirúrgico radical, comparando os custos e o resultado em tempo de permanência hospitalar e mortalidade em 3 anos com a via cirúrgica laparoscópica. Método: Avaliação econômica completa do tipo custo-efetividade. O modelo proposto foi uma Cadeia de Markov composto por cinco estados de saúde e 36 ciclos com duração de 30 (trinta) dias. O modelo considerou que o tratamento cirúrgico do adenocarcinoma colorretal poderia ser realizado por via videolaparoscópica ou assistida por robô. As incertezas do modelo foram tratadas pela análise de sensibilidade determinística e probabilística., utilizando simulações de Monte Carlo de segunda ordem. Resultados: A cirurgia robótica resultou em maior efetividade (1,5 vs 1,17 anos de vida ganho) e menor custo que a videolaparoscópica (R\$ R\$ 16.398,00 vs R\$ 17.2000,00), apresentando, portanto, maior benefício líquido monetário (R\$ 36.022,00 vs R\$ 23,643,00). Conclusão: O modelo analítico proposto sugere que a cirurgia assistida por robô pode ser uma opção custo-efetiva dependendo da disposição de pagar por ano de vida ganho.

Palavras-chave: Câncer; Cirurgia Robótica; Saúde Suplementar; Custo-efetividade; Cirurgia por Videolaparoscopia.

ABSTRACT

Objective: To perform a cost-effectiveness analysis of robot-assisted surgery in the context of Supplementary Health in patients with colorectal adenocarcinoma, >18 years old, of both sexes, undergoing radical surgical treatment, comparing the costs and the results in length of hospital stay and mortality in 3 years with the laparoscopic surgical route. **Method:** Complete economic evaluation of the cost-effectiveness type. The proposed model was a Markov Chain composed of five health states and 36 cycles lasting 30 (thirty) days. The model considered that the surgical treatment of colorectal adenocarcinoma could be performed by videolaparoscopic or robot-assisted approach. Model uncertainties were addressed by deterministic and probabilistic sensitivity analysis, using second-order Monte Carlo simulations. **Results:** Robot-assisted surgery resulted in greater effectiveness (1.5 vs. 1.17 life-years gained) with lower cost (R\$ 16,398.00 vs. R\$ 17,200.00) and greater net monetary benefit (R\$ 36,022.00 vs. R\$ 23,643.00). **Conclusion:** The proposed analytical model suggests that robot-assisted surgery may be a cost-effective option depending on the willingness to pay per life-year gained.

Keywords: Cancer; Robotic Surgery; Supplementary Health; Cost-effectiveness; Laparoscopic Surgery

Instituição afiliada – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Autor correspondente: *Carlos Bernardo Cola* <https://orcid.org/0000-0003-3445-7378>.

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



1 INTRODUÇÃO

O adenocarcinoma colorretal é a terceira causa de morte por câncer no Brasil e no ocidente, tendo estreita correlação com a baixa ingestão de fibras, alto consumo de gorduras saturadas e carboidratos simples, obesidade, sedentarismo e diabetes mellitus. As medidas de prevenção (primárias, secundárias e terciárias) e o tratamento adequado e racional são fundamentais para o controle e cura desse tipo de câncer, que é o mais comum do aparelho digestivo e segundo câncer mais prevalente (1).

A sobrevida específica em 5 anos do adenocarcinoma colorretal, adequadamente tratado, é de 90% para a doença localizada (restrita à parede intestinal: estádios I e II), 71% para a doença regional (linfonodos metastáticos: estágio III) e 14% para a doença metastática (estádio IV), tendo caído substancialmente na última década, às custas do surgimento de novos quimioterápicos e novos regimes terapêuticos oncológicos (2).

Graças à evolução tecnológica, atualmente possuímos três alternativas para o tratamento cirúrgico do adenocarcinoma colorretal, consistindo nas vias de acesso aberta (convencional), videolaparoscópica e robótica (laparoscopia assistida por robô).

A via de acesso robótica é mais cara que a laparoscópica, exigindo equipamentos permanentes e descartáveis importados exclusivamente dos Estados Unidos da América (EUA), fabricados e vendidos até o momento por uma única empresa (Intuitive Medical Devices, Sacramento, CA, EUA), com um custo estimado de R\$ 56.000.000,00 em 5 anos, para realização de 150 cirurgias por ano (3).

Antes da consolidação da via laparoscópica como padrão ouro na maioria dos centros oncológicos de referência, a via de acesso padrão era a aberta, até provar-se a não inferioridade e mesmo a superioridade da via laparoscópica, em relação ao prognóstico oncológico (sobrevida global e sobrevida livre de doença) e resultados pós-operatórios imediatos, respectivamente (4,5).

A incorporação de novas tecnologias tem impactos econômicos e consequências clínicas que precisam ser consideradas no processo de tomada de decisão quanto a essa incorporação ou até mesmo quanto ao desinvestimento em outra tecnologia defasada ou superada.

Embora internacionalmente reconhecida como uma técnica cirúrgica inovadora, segura e eficaz e bastante promissora, a incorporação desse procedimento no Brasil encontra barreiras econômicas e regulatórias. Como este procedimento não conta no Rol de procedimento da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS) os planos de saúde não estão obrigados a cobri-lo.

Não raramente os pacientes procuram a justiça e os juízes têm determinado a cobertura de cirurgia robótica pelo plano de saúde mesmo fora do rol da ANS, entendendo que o simples fato

de não estar dentro do rol da ANS não impede a cobertura pela operadora, desde que a recomendação esteja em acordo com a ciência.

O problema é que, com a judicialização da saúde, é possível que muitos procedimentos possam ser autorizados para o tratamento cirúrgico de algumas doenças, sobretudo, oncológicas, ainda que não haja necessariamente comprovação científica de que a cirurgia videolapaoscópica assistida por robô, seja de fato, além de segura e efetiva, custo-efetiva, o que de fato justificaria a princípio a sua incorporação.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar, em termos de custo-efetividade, o desempenho da cirurgia robótica comparada à cirurgia laparoscópica para o tratamento cirúrgico do adenocarcinoma colorretal no âmbito da saúde suplementar.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma avaliação de tecnologias em saúde delineado como uma análise econômica completa do tipo custo-efetividade para estimar a relação de custo-efetividade incremental da cirurgia minimamente invasiva (CMI) através de laparoscopia assistida por robô (robótica), comparada à laparoscopia convencional, para o tratamento de pacientes adultos com adenocarcinoma colorretal em estádios I a III.

A opção foi pelo desenvolvimento de um modelo econômico baseado em modelo de Markov usando o *software TreeAge Pro Healthcare 2021*. Com a finalidade de aumentar a transparência do estudo proposto, os principais aspectos dos estudos foram sumarizados conforme o *checklist CHEERS Task Force Report* (Figura 1). O desenho do estudo seguiu premissas das Diretrizes Metodológicas do Ministério da Saúde.

Antecedentes e objetivos	O objetivo desta análise econômica de custo-efetividade, baseada em um modelo de Markov, é avaliar se é custo-efetiva a utilização da cirurgia laparoscópica assistida por robô para tratamento cirúrgico de pacientes com adenocarcinoma colorretal estádios de I a III, em comparação com a utilização da via laparoscópica convencional.
População-alvo	Pacientes maiores de 18 anos, de ambos os sexos, portadores de adenocarcinoma colorretal em estádios I a III.

Perspetiva de análise	Saúde suplementar.
Comparadores	Cirurgia minimamente invasiva por via laparoscópica convencional.
Horizonte temporal	3 anos.
Taxa de desconto	5% para custos e efetividade.
Medidas de efetividade	Anos de vida ganhos (AVG).
Estimativa de custos	Apenas custos médicos diretos.
Moeda	Real (R\$).
Modelo escolhido	Modelo de Markov.
Análise de sensibilidade	Determinística (diagrama de Tornado) e probabilística (simulação de Monte Carlo).

Figura 1 – Características do modelo de análise de custo-efetividade. Rio de Janeiro, RJ, 2025

O modelo analítico proposto

Modelos são representações da realidade que no contexto da análise de custo-efetividade podem ser bastante úteis para informar decisões em saúde e alocação de recursos. Modelos não são a realidade em si. São ferramentas analíticas que permitem, a partir da análise de dois ou mais cenários, comparar diferentes estratégias ou tecnologias em saúde, de forma a estimar seus resultados e custos⁽⁶⁾.

O modelo proposto analisou os custos e as consequências de dois cenários possíveis de utilização de vias de acesso cirúrgico minimamente invasivas para o tratamento cirúrgico de pacientes portadores de adenocarcinoma colorretal estádios de I a III. O cenário que utiliza a laparoscopia convencional como via de acesso cirúrgico minimamente invasivo foi chamado de cenário de referência, justamente por ser a técnica mais frequentemente utilizada no mundo para as cirurgias colorretais⁽⁷⁻⁹⁾, enquanto a via laparoscópica assistida por robô, foi chamada de cenário alternativo, por ser uma técnica ainda pouco utilizada.

Na elaboração do modelo, a problemática do estudo consiste na possibilidade de utilização de uma das duas alternativas cirúrgicas para o tratamento do adenocarcinoma colorretal, em pacientes adultos em estádios I a III no âmbito da saúde suplementar, assumindo como

pressuposto que os custos os benefícios de cada uma delas são diferentes e que as alternativas são mutuamente excludentes.

A população-alvo foi composta por pacientes adultos de ambos os sexos portadores de adenocarcinoma colorretal em estádios I a III com indicação para tratamento cirúrgico. Esta avaliação econômica utilizou uma coorte hipotética para povoar o modelo.

A definição das características dos pacientes para entrada no modelo considerou o perfil dos indivíduos que participaram dos estudos de Van der Pas⁽¹⁰⁾, Holmer⁽¹¹⁾ e Park⁽¹²⁾, ou seja, pacientes adultos, com idade igual ou superior a 18 anos, portadores de adenocarcinoma retal até 15 cm da margem anal^(10,11) ou de cólon direito⁽¹²⁾, clinicamente aptos para o procedimento cirúrgico, até o estágio III (ou seja, sem sinais de metástases à distância) e sem outros cânceres prévios.

A abordagem adotada foi a da saúde suplementar em nível dos planos de saúde, e apenas os custos médicos diretos foram incluídos na análise, referente aos recursos médicos utilizados diretamente para a realização das cirurgias e os custos com o pós-operatório, com e sem complicações.

Não foram considerados os custos com a aquisição, treinamento, manutenção e depreciação do equipamento (robô) e nem de overhead, referentes às despesas indiretas necessárias para a operação do equipamento, como custos com energia elétrica, por exemplo, por duas razões básicas: primeiro por termos considerado apenas os custos médicos diretos, e segundo, pela dificuldade para conseguir esses dados com as operadoras de planos de saúde, que não aceitaram disponibilizar esses dados.

Entretanto, é preciso destacar que não termos imputado esses custos no modelo analítico proposto, sem dúvida, poderia subestimar os custos, favorecendo a cirurgia videolaparoscópica assistida por robô, devendo, portanto, ser considerada como uma importante limitação do estudo.

O horizonte temporal da análise no modelo de Markov foi de 3 anos, com ciclos markovianos de 30 dias, considerando que os desfechos de interesse na análise estão basicamente relacionados aos períodos intraoperatório e pós-operatório, podendo acontecer até 30º dia pós-operatório (complicações cirúrgicas, morte por complicações cirúrgicas) e em até 3 anos (sobrevida global).

A cirurgia laparoscópica assistida por robô (cirurgia robótica) foi avaliada em relação ao seu comparador, a partir da estimativa da razão de custo-efetividade incremental (RCEI) e do Benefício Líquido Monetário (BLM) considerando como medida de efetividade, os anos de vida ganhos (AVG) proporcionados por cada uma das alternativas analisadas no caso-base.

Custos

Optamos pela abordagem de macro custeio. O custo médio com a cirurgia laparoscópica



convencional foi estimado em R\$ 8.882,17, o que corresponde ao preço médio praticado na saúde suplementar pelos planos de saúde e inclui todos os materiais/insumos, equipamentos e medicamentos necessários a realização do procedimento. O custo médio com a cirurgia laparoscópica assistida por robô foi estimado em R\$ 30.394,74, o que corresponde ao preço médio praticado na saúde suplementar. Estes valores incluem todos os materiais/insumos, equipamentos e medicamentos necessários a realização do procedimento. Por uma questão de *compliance*, a fonte desses dados, uma grande operadora de planos de saúde, nos exigiu anonimato da fonte.

Diante da impossibilidade de acesso aos dados relativos aos custos com pós-operatório com ou sem complicações pela operadora do plano de saúde, estes dados foram extrapolados do relatório da Conitec de fevereiro de 2018⁽³⁾.

Cabe destacar que até o momento da publicação do referido Relatório da Conitec, em 2018, não havia incorporado ao SUS nenhum procedimento cirúrgico por videolaparoscopia assistida por robô. Sendo assim, no Relatório da Conitec, os custos foram estimados a partir de pesquisa de preços junto ao fornecedor autorizado da tecnologia no Brasil, corroborado pelos dados fornecidos pelo Núcleo de Avaliação de Tecnologias em Saúde (NATS) do Instituto Nacional do Câncer (INCA), que forneceu informações sobre os instrumentais e consumíveis utilizados por procedimento com o Sistema Da Vinci, alguns dos quais são passíveis de reprocessamento por esterilização, permitindo uma reutilização máxima de até 10 vezes.

Os custos associados ao pós-operatório foram estimados considerando se houve ou não complicações cirúrgicas. Esses custos correspondem, portanto, aos custos associados aos estados de saúde “pós-operatório com complicações” e “pós-operatório sem complicações” e foram extrapolados da lista de morbidade Classificação Internacional de Doenças (CID-10): neoplasia maligna do cólon, do Departamento de Informática do SUS (Data SUS)⁽¹³⁾.

O custo médio com o pós-operatório sem complicações foi estimado em R\$ 12.801,88 e o custo médio com o pós-operatório com complicações foi estimado em R\$ 25.603,76. Esse custo considera todos os medicamentos, insumos, equipamento e procedimentos clínicos e exames laboratoriais necessários ao manejo clínico do paciente. Não considerou, entretanto, os custos com eventual re-operação, diante da impossibilidade de se conseguir as probabilidades de ocorrência destes eventos nos cenários analisado.

Foram consideradas complicações pós-operatórias, quaisquer eventos adversos associados ao procedimento cirúrgico que pudessem resultar no aumento do tempo de permanência/internação hospitalar. O tempo médio de permanência em cada um dos cenários, segundo a literatura científica consultada, variou de 6 a 8.1 dias para a cirurgia laparoscópica e de 5 a 7 dias para a laparoscópica assistida por robô^(14,15).

Foram considerados arbitrariamente uma variação de $\pm 30\%$ sobre os custos com cada uma das alternativas de procedimentos cirúrgicos assim como os custos do pós-operatório, com ou sem complicações, diante da impossibilidade de disponibilidade e acesso aos custos das intervenções analisadas, de modo que fosse possível incorporar as incertezas paramétricas relativas aos custos, ao modelo analítico proposto⁽¹³⁾.

Efetividade

As taxas de conversão das cirurgias laparoscópica com ou sem assistência robótica para cirurgia aberta, bem como as taxas de complicações, a probabilidade de morte por complicações cirúrgicas e a sobrevida global em 3 anos associadas a cada uma das intervenções (cirurgias) foram consideradas como medidas de efetividade das intervenções, assim como as probabilidades de transição devido aos efeitos das intervenções foram consideradas no modelo de Markov.

Com exceção das taxas de morte nas cirurgias abertas e as probabilidades de sobrevida global de 3 anos, tanto para a cirurgia laparoscópica convencional quanto para a cirurgia laparoscópica assistida por robô, foram retiradas/extrapoladas respectivamente dos estudos publicados por Van Der Pas⁽¹⁰⁾ (observação: analisa apenas cirurgia aberta x laparoscópica) e Park⁽¹²⁾, todas as demais taxas foram retiradas/extrapoladas do estudo publicado por Holmer⁽¹¹⁾. A Tabela 1 apresenta as estimativas das taxas.

Tabela 1 – Variáveis do modelo relativas às taxas de conversão para cirurgia aberta, de complicações, de sobrevida global em 3 anos e de mortalidade por tipo de cirurgia analisada.

Rio de Janeiro, RJ, 2022

Código	Variável	Média	Mínima	Máxima	Desvio Padrão	Referência
P_Con_L	Probabilidade de conversão cirúrgica na laparoscópica	0.105	0.052	0.158	0.07	Holmer ⁽¹¹⁾
P_Con_R	Probabilidade de conversão cirúrgica na robótica	0.041	0	0.082	0.06	Holmer ⁽¹¹⁾

P_Com_L	Probabilidade de complicação na cirurgia laparoscópica	0.1087	0	0.2174	0.15	Holmer ⁽¹¹⁾
P_Com_R	Probabilidade de complicação na cirurgia robótica	0.0802	0	0.1605	0.11	Holmer ⁽¹¹⁾
P_M_C	Probabilidade de morte em 30 dias nas cirurgias robótica e laparoscópica	0.006	0	0.012	0.01	Holmer ⁽¹¹⁾
P_M_C_AB	Probabilidade de morte em cirurgia aberta	0.01	0	0.02	0.01	Van Der Pas ⁽¹⁰⁾
P_SG_R	Probabilidade de sobrevida global em 3 anos na robótica	0.9525	0.906	0.999	0.07	Park ⁽¹²⁾
P_SG_L	Probabilidade de sobrevida global em 3 anos na laparoscópica	0.9295	0.86	0.999	0.10	Park ⁽¹²⁾

Probabilidades de transição entre os estados de saúde considerados no modelo

Em relação aos estados de saúde, considerou-se no modelo, a cirurgia de colectomia total; como remissão pós-cirúrgica, a mesma condição assumida para remissão clínica e, como complicações pós-cirúrgicas, qualquer complicação cirúrgica da terapêutica das doenças colorretais que envolvem ressecções e anastomoses de extensões mórbidas variáveis que prolongam o período de internação hospitalar, como fístula, abscesso/infeção de sítio cirúrgico, sangramento etc.

A deiscência da anastomose (vazamento anastomótico grave, que ocorre geralmente entre o primeiro e quinto dia de pós-operatório ^(9,16), complicação com potencial de provocar consequências mais graves que podem resultar em peritonite generalizada e sepse, casos em

que os custos costumam ser bem maiores, não foi considerada no modelo.

A Tabela 2 apresenta as estimativas de probabilidades de transição dos indivíduos entre os estados de saúde no modelo de Markov, considerando cada uma das técnicas cirúrgicas.

Tabela 2 – Probabilidade de transição devido à via de acesso cirúrgico e respectivos desfechos.

Rio de Janeiro, RJ, 2025

Cirurgia	Intraoperatório			Pós-operatório			Complicação			Alta hospitalar			Morte		
	Mé- o	Me- nor	Maior	Mé- dio	Me- nor	Maior	Mé- dio	Me- nor	Maior	Mé- dio	Me- nor	Maior	Mé- dio	Me- nor	Maior
Laparoscópica															
Intraoperatório	-	-	-	0.994	0.988	1.0	-	-	-	-	-	-	0.006	0	0.012
Pós-operatório	-	-	-	-	-	-	0.109	0	0.217	0.891	0.783	1.0	-	-	-
Complicação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.994	0.988	1.0	0.006	0	0.012
Alta hospitalar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Robótica															
Intraoperatório	-	-	-	0.994	0.988	1.0	-	-	-	-	-	-	0.006	0	0.012
Pós-operatório	-	-	-	-	-	-	0.080	0	0.160	0.920	0.840		-	-	-
Complicação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.994	0.988	1.0	0.006	0	0.012
Alta hospitalar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Todas as estimativas de probabilidade de transição foram extrapoladas das respectivas taxas estimadas nos estudos de Holmer⁽¹¹⁾, Van Der Pas⁽¹⁰⁾ e Park⁽¹²⁾, considerando em alguns casos a fórmula 1 – a taxa estimada para cada uma das variáveis, para estimar as probabilidades de transição que envolvem o estado de saúde “alta”.

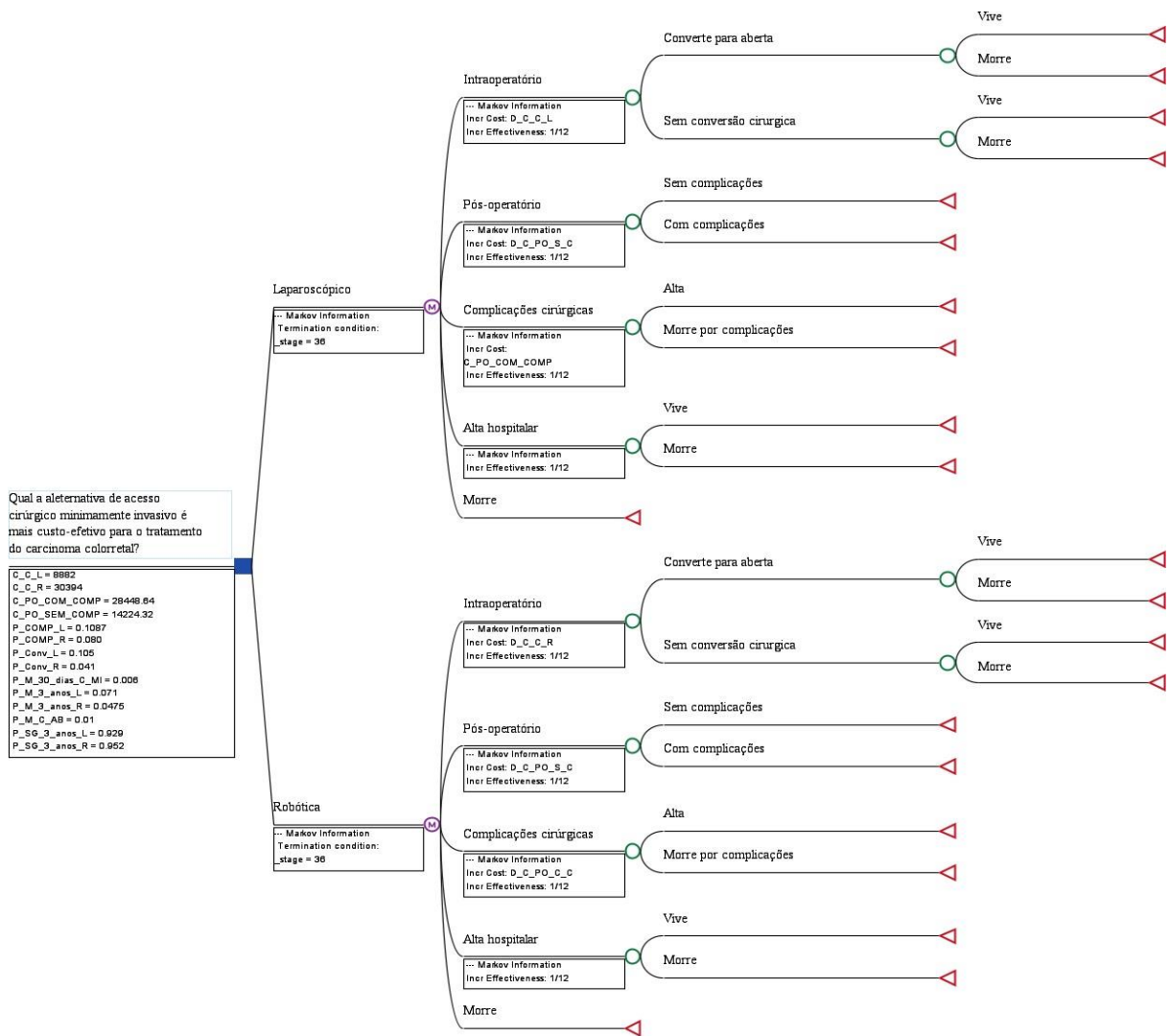
Pressupostos do modelo

Foram assumidos como pressupostos do modelo que todos os pacientes são adultos, de ambos os sexos, portadores de adenocarcinoma colorretal, em estágio I a III, independentemente de sua localização anatômica (sítio). Como o tratamento cirúrgico da doença pode ser precedido por tratamento quimioterápico /radioterápico (no caso do câncer retal avançado), assumimos no modelo que todos os pacientes poderiam ou não ter feito esse tipo de tratamento previamente a realização da cirurgia (tratamento neoadjuvante).

Também foi assumido como pressuposto que os pacientes seriam submetidos a uma única cirurgia colorretal, ainda que exista a possibilidade de re-operação, inclusive para ampliação da ressecção ou manejo de complicações cirúrgicas tardias. Portanto, em casos de complicações pós-operatórias, os pacientes não seriam submetidos a novas intervenções cirúrgicas, mas apenas ao manejo clínico das complicações. Em havendo complicações cirúrgicas, os pacientes deverão permanecer internados, em média, por pelo menos mais 6 dias para tratamento clínico das complicações.

Foi assumido que as probabilidades de morte por complicações associadas aos cenários nos quais as intervenções cirúrgicas foram realizadas, são iguais nos dois cenários, tendo em vista o fato da literatura consultada não ter evidenciado diferenças estatisticamente significativas^(10-12, 15, 17, 18).

Todos os pacientes entram no modelo de Markov (Figura 2), com neoplasia colorretal em estágio I a III, na fase intraoperatória.



Aqueles que sobrevivem ao período intraoperatório, a despeito de a CMI ter sido convertida ou não para cirurgia aberta, transacionam para o estado de saúde que compreende o período pós-operatório, que pode ou não resultar em complicações associadas ao período pós-operatório imediato e mediato. Caso haja complicações, os pacientes podem mudar ou não para o estado

de saúde que compreende a alta hospitalar, após tratadas e resolvidas as complicações identificadas, ou do contrário, podem passar para o estado de saúde “morte” (Figura 3).

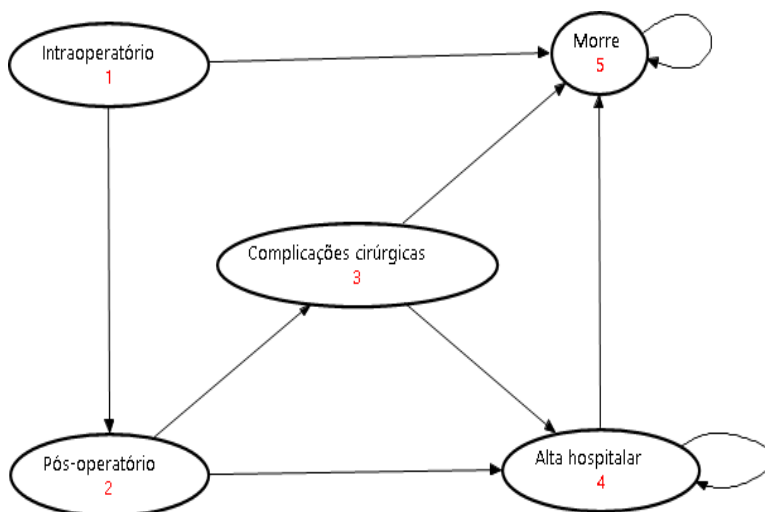


Figura 3 – Diagrama de transição do modelo de Markov.

Rio de Janeiro, RJ, 2025

No diagrama de transição do modelo (Figura 3), as setas representam as possíveis transições entre os estados de saúde. As variáveis imputadas no modelo, sua descrição e seus respectivos parâmetros são apresentados na Figura 4.

Nome	Descrição	Médio	Menor	Maior
C_C_L	Custos com a cirurgia laparoscópica (LAP)	8.882,0	7.936	9.235
C_C_R	Custos com cirurgia robótica (ROB)	30.394,0	29.390	36.600
C_PO_COM_COMP	Custos com PO com complicações	28.448,64	25.603,76	31.293,5
C_PO_SEM_C	Custos no PO sem	14.224,32	12.801,88	15.646,75

OMP	complicações			
P_CO MP_L	Probabilidade de complicação na cirurgia LAP	0.1087	0	0,217
P_CO MP_R	Probabilidade de complicação na cirurgia ROB	0.08	0	0,1605
P_Con v_L	Probabilidade de conversão na cirurgia LAP	0.105	0,052	0,158
P_Con v_R	Probabilidade de conversão na cirurgia ROB	0.041	0	0,082
P_M_3 0_dias _C_MI	Probabilidade de morte em 30 dias em ambas	0.006	0	0,012
P_M_3 _anos_ L	Probabilidade de morte em 3 anos na cirurgia LAP	0.071	0,001	0,14
P_M_3 _anos_ R	Probabilidade de morte em 3 anos na cirurgia ROB	0.0475	0,001	0,094
P_SG_ 3_anos _L	Probabilidade de sobrevida global em 3 anos na LAP	0.929	0,86	0,999

P_SG_3_anos_R	Probabilidade de sobrevida global em 3 anos na ROB	0.952	0,906	0,999
---------------	--	-------	-------	-------

Figura 4 – Variáveis consideradas no modelo e seus respectivos parâmetros. Rio de Janeiro, RJ, 2025

Nota: Os valores máximos e mínimos dos custos imputados no modelo correspondem a uma variação de $\pm 30\%$ dos valores médios na raiz do modelo no TreeAge®. * Considerou mínimas, média e máximas de entrada no modelo apenas para fins de análise de sensibilidade determinística. As médias dos custos dos medicamentos foram variados em 30%.

Legenda: C – Custos; COMP – Complicação; LAP – Cirurgia laparoscópica; P – Probabilidade; PO – Pós-operatório; ROB – Cirurgia robótica; U – Utilidade.

Análise de sensibilidade

A robustez do modelo foi avaliada a partir de análises de sensibilidade. Foram realizadas análises de sensibilidade probabilísticas (*probabilistic sensitivity analysis* – PSA) e análises de sensibilidade determinística multivariada (representação de gráfico de Tornado), a fim de analisar os impactos da variação dos parâmetros do modelo sobre os resultados da RCEI. O limiar de disposição de pagar foi considerado no modelo apenas para as análises de sensibilidade, tendo como referência o valor de um produto interno bruto (PIB) *per capita* em 2020⁽¹⁹⁾, igual a R\$ 35.172,00. No diagrama de Tornado, para a realização da análise de sensibilidade determinística, foram consideradas as variáveis e suas respectivas variações de parâmetros.

Para as PSA, realizadas utilizando simulações de Monte Carlo, as probabilidades de transição e de eventos (desfechos) foram variadas considerando a distribuição beta. Os Custos associados aos estados de saúde e as intervenções e manejo de complicações foram variados considerando a distribuição gama. A descrição de cada distribuição atribuída às variáveis do modelo e seus respectivos valores são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição atribuída às variáveis do modelo e seus respectivos valores. Rio de Janeiro, RJ, 2025

Nome	Descrição	Tipo	valor
D_C_C_L	Distribuição dos custos da cirurgia laparoscópica	Gamma	8882.0
D_P_Com_R	Distribuição da probabilidade de complicações na robótica	Beta	0.08

	Distribuição de probabilidade de sobrevida global em 3 anos robótica	Beta	0.9525
D_P_SG_3anos_R			
	Distribuição da probabilidade de conversão da robótica	Beta	0.041
D_P_Con_R			
	Distribuição dos custos na cirurgia robótica	Gamma	30394.0
D_C_C_R			
	Distribuição de probabilidade de sobrevida global em 3 anos laparoscopia	Beta	0.9295
D_P_SG_3anos_L			
	Distribuição da probabilidade de morte em cirurgias minimamente invasivas	Beta	0.006
D_P_M_C			
	Distribuição da probabilidade de morte na cirurgia aberta	Beta	0.01
D_P_M_C_A			
	Distribuição da probabilidade de complicação na laparoscópica	Beta	0.1085
D_P_Com_L			
	Distribuição da probabilidade de conversão da laparoscópica	Beta	0.105
D_P_Con_L			
	Distribuição dos custos no PO sem complicações	Gamma	14224.0
D_C_PO_S_C			
	Distribuição dos custos no PO com complicações	Gamma	28448.0
D_C_PO_C_C			

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Levando-se em consideração os custos apresentados, bem como as probabilidades de transição no modelo de Markov e os efeitos clínicos decorrentes da cirurgia robótica comparada à cirurgia laparoscópica, os resultados da análise de custo-efetividade sugerem que a cirurgia robótica, com um custo por AVG de R\$ 10.953,99, foi a opção de tratamento mais custo-efetiva, dominando absolutamente a cirurgia laparoscópica, conforme demonstrado no gráfico de custo-efetividade (Figura 5).

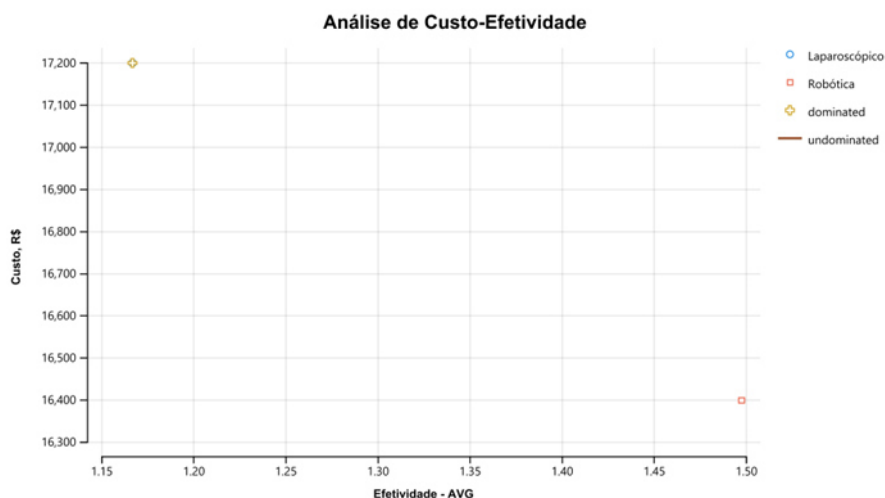


Figura 5 – Gráfico da análise de custo-efetividade. Rio de Janeiro, RJ, 2025

Legenda: AVG – Anos de vida ganhos.

O uso da cirurgia laparoscópica em relação à cirurgia robótica resultou em um incremento de custo por AVG ganho de R\$ 3.796,90. A Tabela 4 mostra o relatório sumário dos resultados da análise determinística de custo-utilidade.

Tabela 4 – Resultado da análise determinística de custo-efetividade. Rio de Janeiro, RJ, 2025

Tecnologia	Custo	Custo incremental (AVG)	Efetividade e (AVG)	Razão de Efetividade incremental RCEI (custo/AVG)	Custo incremental / AVG
Robótica	R\$16.398,13	*			
Laparoscópica	R\$17.199,54	R\$ 801,40	- 0.33	- R\$2.422,81	R\$ 3.796,90

Nota: * Tecnologias dominante (mais custo-efetiva).

Legenda: AVG – Anos de vida ganhos; RCEI – Razão de custo-efetividade incremental.

Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade determinística multivariada revelou que a variável que mais impactou o modelo, porém sem potencial para modificar o resultado da análise de custo-efetividade, foi o custo de pós-operatório com complicações.

O gráfico de dispersão de custo-efetividade incremental (Figura 6) mostra os resultados de

10.000 simulações de Monte Carlo.

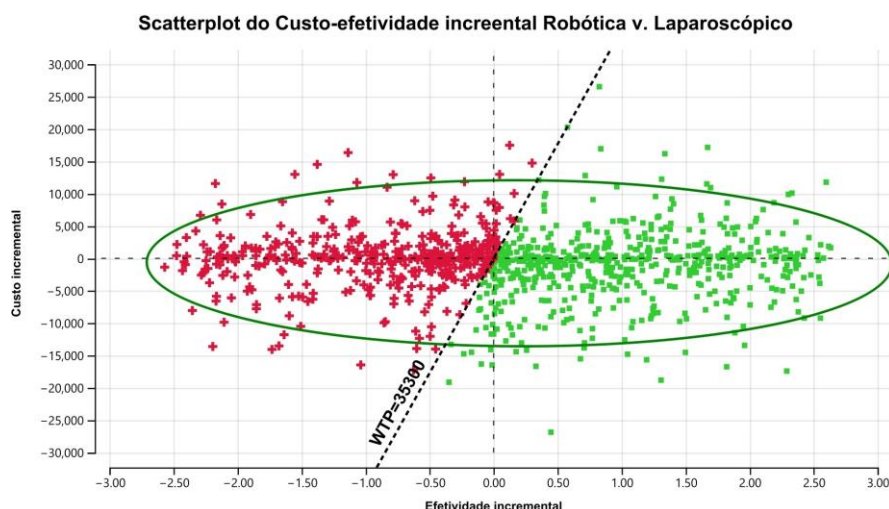


Figura 6 – Gráfico de dispersão da custo-efetividade incremental revelando a probabilidade de maior proporção de interações nos quadrantes superiores, e principalmente, à esquerda. Rio de Janeiro, RJ, 2025

A Tabela 5 mostra os resultados das 10.000 simulações de Monte Carlo, plotados no gráfico da Figura 6. A proporção de interações que colocam a cirurgia robótica em um componente superior (componente C1 quadrante IV) em termos de custo-efetividade em relação à cirurgia laparoscópica é de 29%, considerando um intervalo de confiança (IC) de 95%. Por outro lado, a proporção de iterações localizadas no componente C6 (inferior) e que colocam a cirurgia robótica em uma condição desfavorável em relação à laparoscópica, é de 21.19%.

Tabela 5 – Resultados das 10.000 simulações de Monte Carlo

Componente	Quadrante	Efet. Incr.	Custo Incr.	C/E Incr.	Frequência	Proporção
C1	IV	EI>0	CI<0	Superior	2907	0,2907
C2	I	EI>0	CI>0	C/E INCR<35300.0	2458	0,2458
C3	III	EI<0	CI<0	C/E INCR>35300.0	243	0,0243
C4	I	EI>0	CI>0	C/E INCR>35300.0	174	0,0174

C5	III	EI<0	CI<0	C/E INCR<35300.0	2099	0,2099
C6	II	EI<0	CI>0	Inferior	2119	0,2119
Indif.	Origem	EI=0	CI=0	0/0	0	0

Nota: O valor de R\$ 35.300,00 corresponde ao limiar de disposição de pagar definido na análise. Os resultados são referentes a 10.000 simulações de Monte Carlo e, portanto, a mil iterações.

Legenda: C/E INCR. – Custo-efetividade incremental; CI – Custo incremental; EI – Efetividade Incremental.

Limitações do modelo

Os resultados da análise de custo-efetividade devem ser interpretados com cautela, pois há incertezas quanto às probabilidades de transição no modelo econômico, bem como em relação à utilidade de cada estado de saúde, porque utilizamos extrapolações de resultados de estudos desenvolvidos em outros países, oriundos de ensaios clínicos randomizados e não de estudos baseados na realidade brasileira.

Sendo assim, podemos elencar algumas das principais limitações do modelo matemático em questão:

- O modelo matemático, além de considerar custos extrapolados de fonte diversa a da saúde suplementar, não levou em consideração os custos de over head e o custo de aquisição e treinamento da equipe especializada em cirurgia robótica de R\$ 33.200.000,00 (R\$ 56.000.000,00 - [R\$ 30.400,00 x 750 cirurgias] = R\$ 22.800.000,00), o que poderia favorecer a cirurgia robótica;
- Dentre os estudos selecionados para nossa revisão sistemática, poucos analisaram a sobrevida global ou a sobrevida livre de doença;
- Todos os parâmetros de probabilidades imputados no modelo de Markov tratam de realidade bem diversa da brasileira, sendo a maioria realizada em países desenvolvidos com PIB per capita superior ao brasileiro;
- Os custos da tecnologia robótica tendem a diminuir substancialmente ao longo dos próximos anos, graças ao aumento da concorrência e redução dos custos graças ao aumento da escala de produção e da demanda global;
- Os custos de depreciação não foram considerados na nossa análise diante da impossibilidade de acesso a esse dado;
- Os custos com re-operações ou re-internações não foram considerados, uma vez que

não foram identificados na literatura científica consultada.

DISCUSSÃO

Nos países desenvolvidos, o padrão-ouro atual para o tratamento do adenocarcinoma colorretal é a cirurgia laparoscópica, com benefícios bem estabelecidos na literatura. O presente estudo considerou a perspectiva da saúde suplementar, na qual, a maior dificuldade para o desenvolvimento de pesquisas desta natureza, está relacionada ao acesso aos dados necessários para imputar no modelo econômico, isto porque, não tornar público os dados de custo e de desfechos clínicos associados aos procedimentos, por questões de concorrência e posicionamento mercadológico, é a regra entre as operadoras de planos de saúde no Brasil, o que não raramente implica na necessidade de extrapolação de dados de realizadas e distintas, mesmo cientes dos riscos de vieses resultantes desta prática.

Na saúde suplementar, o acesso a esta tecnologia pode ser um desafio também para o paciente. Isto se deve, principalmente aos altos custos associados a realização do procedimento. Assim, como a cirurgia robótica não está explicitamente incluída no Rol de Procedimentos da ANS, e como ele não é taxativo, a operadora do plano de saúde pode se recusar em cobrir o procedimento, quando indicado, fazendo com que muitos usuários judicializem a demanda, exigindo a cobertura ou reembolso do procedimento.

Cabe destacar que até a revisão dos dados e finalização deste estudo, em maio de 2025, nenhum procedimento cirúrgico assistido por robô havia sido incorporado nem na saúde suplementar e no SUS. Portanto, as cirurgias realizadas no âmbito da saúde suplementar são autorizadas parcialmente, necessitando que o paciente assuma parte das despesas, geralmente com as pinças e aluguel da sala de cirurgia com o robô. Nos serviços de cirurgia em hospitais da rede pública que utilizam esta tecnologia, cabe ao hospital assumir integralmente os custos, uma vez que não existe ainda previsão de cobertura no Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos e OPM do SUS (SIGTAP). Sendo assim, a aquisição dos insumos necessários as realizações das cirurgias são adquiridas diretamente pelos hospitais, possivelmente por meio de licitações.

Para que este estudo fosse possível, somente após firmarmos termo de sigilo absoluto da fonte dos dados, conseguimos ter acesso a alguns dados agregados de custos com materiais descartáveis e valores praticados no mercado privado para cirurgia laparoscópica e robótica, razão pela qual, tivemos que optar pela abordagem de macro custeio, impossibilitando qualquer possibilidade de abordagem por micro custeio ou análises de sensibilidade considerando subgrupos, o que é impossível de ser feito a partir de dados agregados.

A literatura especializada ainda não é consensual quanto ao impacto e benefícios da tecnologia

robótica em termos de sobrevida global e livre de doença no tratamento do adenocarcinoma colorretal. Neste estudo, considerando os custos assumidos e as probabilidades de transição no modelo de Markov, levando em consideração os resultados clínicos da cirurgia robótica comparada à laparoscópica, obtivemos resultados favoráveis à tecnologia robótica na análise de custo-efetividade.

São escassas as evidências científicas com a robustez necessária, para avaliar os benefícios clínicos, bem como os custos e o impacto orçamentário da incorporação da cirurgia videolaparoscópica assistida por robô. Este estudo representa, portanto, uma experiência primeira, que dada as suas limitações, precisa ser complementada por outros estudos da mesma natureza.

A literatura científica citada e explorada na revisão de literatura sugere que sim, existem benefícios clínicos da cirurgia videolaparoscópica assistida por robô, em pacientes com tumor colo-retal, mas são todos internacionais. Mas parece não existir ainda, estudos que tenham avaliado se tais benefícios justificam os custos dos procedimentos, muito menos, estudos nacionais.

Muitos estudos, incluídos nos Relatórios de Recomendação da Conitec que compararam a terapia robótica com as técnicas aberta e laparoscópica para cirurgia de prostatectomia radical, reportaram a vantagem na redução de sangramento e melhora na recuperação, embora os dados ainda não sejam robustos o suficiente para confirmar sua superioridade clínica (20,21).

Várias foram as tentativas de incorporação de cirurgias videolaparóscópicas assistidas por robô no sistema único de saúde brasileiro, mas todas fracassaram diante das limitações das evidências científicas disponíveis. Nenhuma demanda para a cirurgia oncológica colo-retal foi feita até o momento, nem junto a Conitec e nem no âmbito da ANS, a despeito de alguns pacientes terem conseguido acesso a esta tecnologia pelo seu plano de saúde.

Em 2018, a Real e Benemérita Associação Portuguesa de Beneficência de São Paulo fez a primeira tentativa de incorporação do procedimento no SUS para cirurgia de próstata, mas o parecer da Conitec foi desfavorável, sobretudo diante da fragilidade das evidências científicas apresentadas. Havia preocupação também com relação aos custos e ao impacto orçamentário (3).

Em 2021, a Sociedade Brasileira de Urologia (SBU) fez nova solicitação para incorporação também para cirurgia urológica, mas as evidências clínicas, não demonstraram superioridade nos desfechos oncológicos de médio ou longo prazo, e o impacto orçamentário estimado em R\$ 140,5 milhões em 5 anos, podendo chegar a R\$ 584,2 milhões ao final do período, considerado muito elevado. Diante disso, o parecer da Conitec foi novamente desfavorável a

incorporação (20).

Mais recentemente, em 2024/2025, a empresa Strattner e Cia Ltda, demandou a Conitec, pedido de indicação das tecnologias para a realização de prostatectomia radical assistida por robô (PRAR), indicado, porém, para o tratamento de pacientes com câncer de próstata (CP) clinicamente localizado ou localmente avançado. A Conitec considerou que as evidências analisadas indicaram que a tecnologia demandada se associa a menor necessidade de transfusão sanguínea, menos complicações graves e melhor preservação da função urinária e sexual nos curto e médio prazos, sem diferenças nos desfechos oncológicos. A qualidade da evidência foi considerada de moderada a baixa. Do ponto de vista econômico, a razão de custo-efetividade incremental da PRAR foi de R\$ 8.619,18, considerando 400 cirurgias/ano versus a prostatectomia radical aberta (PRA); e dominante em relação à prostatectomia radical videolaparoscópica. A análise do impacto orçamentário (AIO) apontou que, com 400 cirurgias por ano, a incorporação da PRAR pode gerar economia de até R\$ 52,9 milhões ao SUS em cinco anos (21).

Pela terceira vez, a recomendação preliminar foi desfavorável, considerando que as evidências apresentadas são heterogêneas e de baixa qualidade, o que inviabiliza a comprovação de superioridade clínica consistente em relação às técnicas já existentes e disponíveis no SUS. Além disso, destacou a necessidade de revisar as análises de impacto orçamentário, incluindo de forma explícita os custos relacionados à aquisição do equipamento.

Embora no Brasil, todos os pedidos de incorporação da videolaparoscopia assistida por robô tenham sido feitos no âmbito da Conitec e não para a ANS e com indicação para prostatectomia radical e não para cirurgia colo-retal, objeto deste estudo, estes relatórios foram aqui citadas para demonstrar o quão incipientes e frágeis ainda são as evidências científicas disponíveis acerca da tecnologia, bem como para chamar a atenção para o fato de que, uma vez incorporada no SUS, a incorporação desta tecnologia na ANS se torna muito mais fácil e rápida, e quase automática, podendo, a partir desta incorporação, ser solicitada a ampliação do uso da tecnologia para outras condições clínicas, como o câncer colo-retal, por exemplo.

Apesar de sabermos que o Brasil ainda é um país em desenvolvimento, de dimensões continentais, que possui grande heterogeneidade de PIB per capita interestadual e inter-regional, além de grande iniquidade na oferta/cobertura assistencial em saúde, tanto pública quanto privada, acreditamos que precisamos sempre inovar e incentivar o desenvolvimento, aquisição e incorporação de novas tecnologias em saúde, mormente nos grandes centros urbanos, em busca de melhores resultados, a nível de desfechos em saúde (prognóstico, qualidade de vida, AVG, etc.) e a nível de custo-efetividade, com melhor uso dos recursos

financeiros.

Várias foram as tentativas de incorporação de cirurgias videolaparoscópicas assistidas por robô, no SUS em 2018, a Real e Benemerita Associação Portuguesa de Beneficência de São Paulo solicitou a incorporação do procedimento de PRAR no SUS. A análise, com base em 3 revisões sistemáticas, indicou possíveis benefícios da técnica robótica frente à PRA e PRL, como menor sangramento, necessidade reduzida de transfusão, melhor recuperação e função urinária e sexual. Contudo, devido à baixa qualidade e heterogeneidade dos estudos, não se confirmou superioridade clínica nem justificativa para os altos custos. O custo total de propriedade do equipamento foi estimado em mais de R\$ 45 milhões para 7 anos de uso. A CONITEC, em sua 66ª Reunião Ordinária (09/05/2018), recomendou, por unanimidade, a não criação de procedimento específico no SUS para uso do sistema robótico. Em 2021, a Sociedade Brasileira de Urologia (SBU) fez nova solicitação para incorporação da PRAR. A avaliação apontou evidências de qualidade moderada para melhores desfechos funcionais (função sexual e continência urinária) em comparação à PRA e PRL, mas sem superioridade nos desfechos oncológicos de médio ou longo prazo. O custo proposto por procedimento foi de R\$ 13.783,66, com impacto orçamentário estimado em R\$ 140,5 milhões em 5 anos, podendo chegar a R\$ 584,2 milhões ao final do período. Diante disso, na 100ª Reunião Ordinária (05/08/2021), a CONITEC deliberou por unanimidade pela não incorporação da PRAR no SUS para pacientes com CP localizado (Registro de Deliberação nº 658/2021).

Parece haver consenso de que as tecnologias avançadas como a videolaparoscopia assistida por robô devem integrar o parque tecnológico e ser concentradas em centros de alta complexidade, garantindo um volume cirúrgico adequado e treinamento especializado para reduzir riscos e otimizar resultados (8-12, 20, 21).

Acreditamos também que essa centralização poderá permitir, que seja no âmbito da saúde suplementar ou do SUS, a expansão das indicações de uso para outras áreas, como as cirurgias abdominais, incluindo o câncer colo-retal, por exemplo, e para a ginecologia e cirurgia torácica também.

Entretanto, há de se levar em consideração também a desigual distribuição de instituições, ainda que privados, de equipados com sistemas robóticos, concentrados principalmente nas regiões Sul e Sudeste, o que pode limitar o acesso, em um país de dimensões continentais como o Brasil.

4 CONCLUSÃO

Os resultados do modelo analítico proposto sugerem que a cirurgia de adenocarcinoma assistida

por técnica robótica, pode ser uma alternativa custo-efetiva na saúde suplementar, embora algumas incertezas estruturais e paramétricas não tenham sido exploradas nas análises de sensibilidade, razão pela qual, sugere-se a realização de novos estudos desta natureza, com utilização de dados mais confiáveis e com abordagem de micro custeio do tipo botton up, para garantir avaliações econômicas mais robustas, garantindo assim, a segurança, eficácia e sustentabilidade financeira da cirurgia robótica nos serviços de saúde brasileiro.

Conflitos de interesse

Não há conflito de interesses.

Fontes de financiamento

Sem fontes de financiamento.

5 REFERÊNCIAS

1. Instituto Nacional de Câncer. Estimativa 2020: incidência de câncer no Brasil [Internet]. Rio de Janeiro: INCA; 2019 [citado 2025 jan 12]. Disponível em: https://ninho.inca.gov.br/jspui/bitstream/123456789/3325/1/Estimativa_2020.pdf
2. American Cancer Society. Cancer facts & figures 2020 [Internet]. Atlanta: American Cancer Society; 2020 [citado 2025 mar 5]. Disponível em: <https://www.cancer.org/research/cancer-facts-statistics/all-cancer-facts-figures/cancer-facts-figures-2020.html>
3. Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no Sistema Único de Saúde. Relatório de Recomendação N. 366. Sistema cirúrgico robótico para cirurgia minimamente invasiva: prostatectomia radical [Internet]. Brasília: Conitec; 2018 [citado 2025 jun 27]. Disponível em: https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/relatorios/2018/recomendacao/relatorio_davinci_prostatectomia.pdf
4. Ji JF, Wu AW. [Thought of the present application situation and the future trends of minimally invasive surgery in colorectal cancer]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi. 2017;55(7):481-5. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28655073/>
5. Galli R, Rosenberg R. Chirurgische behandlung des kolon- und rektumkarzinoms [Surgical treatment of colorectal cancer]. Ther Umsch. 2018;75(10):607-14. <https://doi.org/10.1024/0040-5930/a001047>
6. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretrizes metodológicas: análise de impacto orçamentário: manual para o Sistema de Saúde do Brasil. Brasília: Ministério da Saúde; 2012.
7. Hollis RH, Cannon JA, Singletary BA, Korb ML, Hawn MT, Heslin MJ. Understanding the value of both laparoscopic and robotic approaches compared to the open approach in colorectal surgery. J Laparoendosc Adv Surg Tech A. 2016;26(11):850-6. <https://doi.org/10.1089/lap.2015.0620>
8. Zelhart M, Kaiser AM. Robotic versus laparoscopic versus open colorectal surgery: towards defining criteria to the right choice. Surg Endosc. 2018;32(1):24-38.

<https://doi.org/10.1007/s00464-017-5796-2>

9. Kim NK, Sugihara K, Liang J. Treatment of colorectal cancer: Asian perspectives on optimization and standardization [Internet]. Singapore: Springer Nature; 2018 [citado 2025 mar 30]. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5143-2>
10. van der Pas MHGM, Haglind E, Cuesta MA, Fürst A, Lacy AM, Hop WCJ, et al. Laparoscopic versus open surgery for rectal cancer (COLOR II): short-term outcomes of a randomised, phase 3 trial. *Lancet Oncol.* 2013;14(3):210-8. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(13\)70016-0](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(13)70016-0)
11. Holmer C, Kreis ME. Systematic review of robotic low anterior resection for rectal cancer. *Surg Endosc.* 2018;32(2):569-81. <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5978-y>
12. Park JS, Kang H, Park SY, Kim HJ, Woo IT, Park IK, et al. Long-term oncologic outcomes after robotic versus laparoscopic right colectomy: a prospective randomized study. *Surg Endosc.* 2019;33(9): 2975-81. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6563-8>
13. Ministério da Saúde (BR), Departamento de Informática do SUS. Morbidade Hospitalar do SUS: CID-10: lista de tabulação para morbidade [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; [citado 2025 jul 12]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sih/mxqid10lm.htm>
14. Crolla RMPH, Mulder PG, van der Schelling GP. Does robotic rectal cancer surgery improve the results of experienced laparoscopic surgeons? An observational single institution study comparing 168 robotic assisted with 184 laparoscopic rectal resections. *Surg Endosc.* 2018;32(11):4562-70. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6209-x>
15. Park EJ, Baik SH. Robotic surgery for colon and rectal cancer. *Curr Oncol Rep.* 2016;18(1):5. <https://doi.org/10.1007/s11912-015-0491-8>
16. Gallardo Gómez M, Álvarez-Chaver, P, Cepeda A, Regal P, Lamas A, Chiara L. Omics based biomarkers for CRC. In: Sierra AP, editor. *Foundations of colorectal cancer.* Cambridge: Academic Press; 2021. p. 249-63.
17. Moghadamyeghaneh Z, Hanna MH, Carmichael JC, Pigazzi A, Stamos MJ, Mills S. Comparison of open, laparoscopic, and robotic approaches for total abdominal colectomy. *Surg Endosc.* 2016;30(7):2792-8. <https://doi.org/10.1007/s00464-015-4552-8>
18. Fransgaard T, Pina I, Thygesen LC, Gögenur I. Association between robot-assisted surgery and resection quality in patients with colorectal cancer. *Surg Oncol.* 2018;27(2):177-84. <https://doi.org/10.1016/j.suronc.2018.03.003>
19. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PIB cai 4,1% em 2020 e fecha o ano em R\$ 7,4 trilhões [Internet]. [citado 2025 jul 12]. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/30165-pib-cai-4-1-em-2020-e-fecha-o-ano-em-r-7-4-trilhoes>
20. Brasil. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no SUS (Conitec). Relatório preliminar – Prostatectomia radical assistida por robô para o tratamento de pacientes com câncer de próstata clinicamente localizado ou localmente avançado [Internet]. Brasília (DF): Ministério da Saúde; maio 2025 [citado em 2025 Set 4]. Disponível em: <https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/consultas/relatorios/2025/relatorio-preliminar-prostatectomia-radical-assistida-por-robo-cp-50>