

Risco de complicações em cirurgia vascular: desenvolvimento de modelo clínico preditivo

Risk of complications in vascular surgery: development of a clinical predictive model

Juliana Peres¹ , Jeferson Freitas Toregeani² , Ana Julia Vendrametto¹ 

Resumo

Contexto: Complicações pós-operatórias em cirurgia vascular estão associadas a elevada morbimortalidade e custos hospitalares, exigindo ferramentas preditivas confiáveis para estratificação de risco. **Objetivos:** Desenvolver e validar um modelo clínico para estimar o risco de complicações pós-operatórias em cirurgia vascular. **Métodos:** Estudo retrospectivo com 510 doentes submetidos a cirurgias vasculares entre 2021 e 2024, divididos em subgrupos arteriais, venosos e de acesso vascular. Variáveis clínicas e cirúrgicas foram analisadas por regressão logística multivariada, e o desempenho avaliado por meio da curva ROC. **Resultados:** A taxa global de complicações foi de 17,6%, sendo maior nos procedimentos arteriais (35,6%) do que nos venosos (11,3%) e de acesso vascular (6,9%). Na amostra total, idade (*odds ratio* [OR] 1,03; $p = 0,006$), injúria renal crônica (OR 9,94; $p < 0,001$), tabagismo (OR 3,29; $p = 0,001$) e tempo de procedimento ($p = 0,038$) foram preditores independentes, enquanto o uso contínuo de anticoagulantes teve efeito protetor (OR 0,39; $p = 0,036$). Nos modelos específicos, diabetes melito tipo 2 (OR 13,54; $p < 0,001$) e injúria renal crônica (OR 15,30; $p = 0,007$) foram determinantes no grupo venoso; o tabagismo associou-se ao risco no grupo de acesso vascular (OR 9,57; $p = 0,081$); e a injúria renal crônica manteve significância no grupo arterial (OR 6,50; $p < 0,001$). O modelo demonstrou bom desempenho discriminativo (área sob a curva ROC [AUC] total = 0,806). **Conclusões:** O modelo proposto mostrou boa acurácia e aplicabilidade clínica, permitindo estratificação de risco individualizada em diferentes contextos da cirurgia vascular. A validação externa é necessária para confirmar sua utilidade.

Palavras-chave: cirurgia vascular; complicações pós-operatórias; avaliação de risco.

Abstract

Background: Postoperative complications in vascular surgery are associated with high morbidity, mortality, and hospital costs, highlighting the need for reliable predictive tools for risk stratification. **Objectives:** To develop and validate a clinical model to estimate the risk of postoperative complications in vascular surgery. **Methods:** This retrospective study included 510 patients who underwent vascular surgeries between 2021 and 2024, divided into arterial, venous, and vascular access subgroups. Clinical and surgical variables were analyzed using multivariate logistic regression, and model performance was evaluated using the receiver operating characteristic curve. **Results:** The overall complication rate was 17.6%, being higher in arterial procedures (35.6%) than venous procedures (11.3%) or vascular access surgeries (6.9%). In the total sample, age (*odds ratio* [OR] 1.03; $p = 0.006$), chronic kidney disease (OR 9.94; $p < 0.001$), smoking (OR 3.29; $p = 0.001$), and procedure time ($p = 0.038$) were independent predictors, while chronic anticoagulant use had a protective effect (OR 0.39; $p = 0.036$). In the specific subgroup models, type 2 diabetes mellitus (OR 13.54; $p < 0.001$) and chronic kidney disease (OR 15.30; $p = 0.007$) were significant predictors in the venous access group, smoking was associated with risk in the vascular access group (OR 9.57; $p = 0.081$), and chronic kidney disease was significant in the arterial group (OR 6.50; $p < 0.001$). The model showed good discriminatory performance (overall area under the curve [AUC] = 0.806). **Conclusions:** The proposed model demonstrated good accuracy and clinical applicability, allowing individualized risk stratification across different vascular surgery contexts. External validation is needed to confirm its usefulness.

Keywords: vascular surgery; postoperative complications; risk assessment.

Como citar: Peres J, Toregeani JF, Vendrametto AJ. Risco de complicações em cirurgia vascular: desenvolvimento de modelo clínico preditivo. *J Vasc Bras.* 2026;25:e20250181. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.20250181>

¹ Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG, Cascavel, PR, Brasil.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Os autores declararam não haver conflitos de interesse que precisam ser informados.

Submetido em: Setembro 30, 2025. Aceito em: Janeiro 29, 2026.

O estudo foi realizado no Fundação Hospitalar São Lucas, Cascavel, PR, Brasil.

Aprovação do comitê de ética: O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG), número de parecer substanciado: 7.149.647, sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética número 83271224.7.0000.5219.

Copyright© 2026 Os autores. Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

■ INTRODUÇÃO

A cirurgia vascular representa um campo essencial e em constante evolução da medicina, abordando uma vasta gama de doenças que afetam o sistema circulatório, desde doenças arteriais obstrutivas periféricas até a correção de aneurismas complexos e a revascularização de territórios nobres, como as artérias carótidas^{1,2}. Nas últimas décadas, os avanços nas técnicas cirúrgicas, tanto abertas quanto endovasculares, e o aprimoramento do manejo perioperatório têm permitido o tratamento de pacientes cada vez mais complexos e com múltiplas comorbidades^{3,4}. No entanto, apesar desses progressos, as complicações pós-operatórias continuam a ser um desafio significativo, com um impacto profundo na morbidade, mortalidade e qualidade de vida dos pacientes⁵⁻⁷.

Estudos multicêntricos e registros de grande escala, como o National Vascular Registry, do Reino Unido, demonstram que a incidência de complicações em cirurgia vascular permanece elevada, com taxas que podem variar de 15 a 30%, dependendo do tipo de procedimento, do caráter de urgência da cirurgia e das condições clínicas basais do paciente^{8,9}. Complicações como infecção do sítio cirúrgico, eventos cardiovasculares maiores (infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral), insuficiência renal aguda, complicações respiratórias e necessidade de reintervenção são frequentemente relatadas, mesmo em centros de excelência¹⁰⁻¹⁴. Em particular, a lesão miocárdica após cirurgia não cardíaca tem sido identificada como uma complicação comum e com forte associação com o aumento da mortalidade em curto e longo prazo^{7,15}.

O perfil dos pacientes submetidos a cirurgia vascular é caracterizado por uma alta prevalência de fatores de risco cardiovascular, como idade avançada, diabetes melito, hipertensão arterial sistêmica, doença renal crônica e tabagismo^{13,16}. Essas comorbidades não apenas aumentam a complexidade do manejo clínico, mas também são preditores independentes de desfechos adversos^{17,18}. O impacto dessas condições preexistentes no prognóstico é amplamente documentado, com estudos demonstrando que pacientes com múltiplas comorbidades apresentam maior risco de complicações infecciosas, respiratórias e cardiovasculares, além de maior tempo de internação hospitalar e custos associados^{19,20}.

Diante desse cenário, a estratificação de risco individualizada torna-se uma ferramenta fundamental para a tomada de decisão clínica, o planejamento cirúrgico e a otimização do cuidado perioperatório¹². Diversos escores de risco foram desenvolvidos e aplicados em cirurgia geral e cardíaca, como o Revised Cardiac Risk Index (RCRI)²¹ e o escore da American Society of Anesthesiologists²². No entanto, a aplicabilidade e a acurácia desses modelos em

coortes de pacientes vasculares são frequentemente limitadas, podendo subestimar o risco em populações de alta complexidade²³⁻²⁶.

Como resposta a essa lacuna, ferramentas específicas para a cirurgia vascular têm sido propostas, como o Vascular Study Group of New England Cardiac Risk Index (VSG-CRI)²⁷ e o New Zealand Vascular Surgical Risk Tool (NZRISK-VASC)²⁸, que demonstraram melhor desempenho em populações específicas^{29,30}. Mais recentemente, modelos baseados em aprendizado de máquina e inteligência artificial têm surgido como alternativas promissoras, oferecendo predição dinâmica e personalizada com base em um grande volume de dados^{31,32}. Contudo, muitas dessas ferramentas ainda carecem de validação externa ampla ou não são facilmente acessíveis na prática clínica diária.

Portanto, o desenvolvimento de uma calculadora de risco que seja prática, acessível, validada e especificamente desenhada para a população de pacientes submetidos à cirurgia vascular em nosso meio continua a ser uma necessidade premente. O objetivo do presente trabalho é propor a criação de uma ferramenta leve, baseada em preditores independentes de complicações pós-operatórias, que seja clínica e imediatamente aplicável. Tal iniciativa tem potencial de contribuir para a redução de complicações, a melhoria da qualidade assistencial e a segurança do paciente no contexto da cirurgia vascular^{28,33,34}.

■ MÉTODOS

Tipo e local de estudo

Este estudo observacional retrospectivo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG), sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética número 83271224.7.0000.5219, e número de parecer consubstanciado 7.149.647. Conduzido ao longo de 1 ano, objetivou analisar prontuários de doentes submetidos a cirurgias vasculares em um hospital da região Oeste do Paraná. Considerando sua natureza retrospectiva e a ampla população envolvida no estudo, houve dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme aprovação ética.

População do estudo

Este estudo utilizou o método de seleção consecutiva, incluindo todos os doentes submetidos a procedimentos de cirurgia vascular no período de 2021 a 2024, em um hospital escola no Oeste do Paraná. Foram excluídos do estudo sujeitos com idade inferior a 18 anos e aqueles que não possuíam dados pré ou pós-operatórios essenciais para a determinação do desfecho, definido como a ocorrência de complicação pós-operatória.

Para minimizar o risco de seleção, os critérios de inclusão e exclusão foram padronizados e apresentados na Figura 1, garantindo a representatividade da amostra sem interferências subjetivas. As exclusões foram limitadas a casos que poderiam comprometer a análise da pesquisa de complicação, evitando distorções nos resultados. A análise por regressão logística multivariada permitiu o controle de fatores de confusão, tornando a avaliação mais precisa e confiável.

No total, foram selecionados 602 indivíduos, dos quais 92 foram excluídos. Destes, 51 não possuíam registros pós-operatórios suficientes para indicar se houve complicação, 12 perderam o seguimento clínico após a cirurgia no hospital, e 29 apresentavam registros incompletos quanto à análise epidemiológica.

Para garantir um poder estatístico acordante, calculou-se o tamanho amostral mínimo de 142 participantes, com base em uma fórmula para populações finitas apresentado na Equação 1, considerando incidência de complicações pós cirúrgicas = 15%^{8,9,11,21}, $n = 510$, IC95%, erro = 5%. Entretanto, optou-se por incluir todos os 510 casos elegíveis para aumentar a precisão das estimativas.

Equação 1:

$$n = \left[510 \times 0,15 \times (1 - 0,15) \times (1,96)^2 \right] / \left\{ \left[(510 - 1) \times (0,05)^2 \right] + \left[0,15 \times (1 - 0,15) \times (1,96)^2 \right] \right\} \quad (1)$$

Variáveis analisadas

As variáveis coletadas por meio dos prontuários eletrônicos foram: sexo, idade, peso, etnia, comorbidades

preexistentes, como hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes melito tipo 2 (DM2), doença arterial coronariana (DAC), injúria renal crônica (IRC), dislipidemia, histórico de trombose e tabagismo, além do tipo de procedimento vascular, tempo de procedimento, tipo de anestesia realizada e a ocorrência de complicações pós-operatórias.

Desfecho principal

O desfecho principal foi a ocorrência de complicações pós-operatórias em pacientes submetidos a cirurgias vasculares. Foram consideradas complicações eventos como necessidade de transfusão sanguínea, infecção de ferida operatória, reintervenção cirúrgica, eventos trombóticos, complicações cardiovasculares e óbito no período pós-operatório imediato. Adicionalmente, buscou-se desenvolver um modelo preditivo de risco, baseado em variáveis clínicas, demográficas e cirúrgicas, com análise estratificada por subgrupos de procedimentos arteriais, venosos e de acesso vascular, a fim de permitir estratificação individualizada do risco e identificação de fatores específicos associados a cada tipo de cirurgia.

Análise de dados

Os dados coletados foram sintetizados e organizados em uma planilha de Excel®, e analisados na forma descritiva e inferencial. As variáveis contínuas (idade, peso e tempo de procedimento) foram apresentadas como média \pm desvio-padrão (DP) para distribuições normais, e como mediana e intervalo interquartil para distribuições não normais. A normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. As variáveis categóricas foram

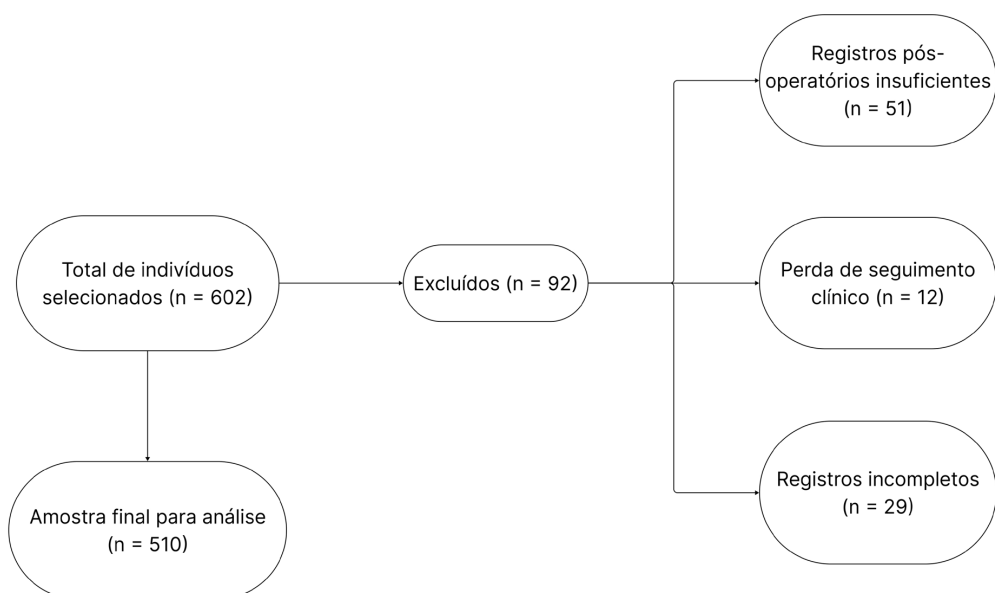


Figura 1. Fluxograma da seleção de pacientes.

expressas como frequências absolutas e percentuais. As comparações entre grupos (doentes com e sem complicações pós-operatórias após cirurgia vascular) para variáveis contínuas foram realizadas utilizando o teste de Mann-Whitney (não paramétrico), em análise por casos completos (*listwise*), em razão da ausência de distribuição normal. As variáveis categóricas foram comparadas utilizando o teste qui-quadrado ou o teste exato de Fisher, quando apropriado. Para identificar fatores associados à ocorrência de complicações pós-operatórias, empregou-se análise de regressão logística binomial, utilizando o método *backward stepwise* e a estatística de Wald. Foram apresentados os valores de *odds ratio* (OR) e respectivos intervalos de confiança de 95% para quantificar a magnitude das associações. Um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo em todas as análises.

As análises descritivas e bivariadas foram realizadas no GraphPad Prism® (versão 10.3.9) e no Jamovi® (versão 2.4). A regressão logística multivariada foi executada no Jamovi®, módulo de regressão, com extração dos coeficientes (β), OR e medidas de ajuste.

O cálculo do risco individual baseou-se nos resultados da regressão logística binária, em que as probabilidades previstas foram categorizadas em baixo (< 20%), intermediário (20-50%) e alto (> 50%) risco, o que facilita a aplicabilidade clínica do escore. As variáveis candidatas ao modelo foram selecionadas a partir de relevância clínica e associação estatística na análise bivariada. O método *backward stepwise*, com estatística de Wald, definiu o modelo final. A função logística

aplicou os coeficientes estimados aos preditores clínicos incluídos. As variáveis contínuas foram inseridas em sua forma original (idade em anos), e as categóricas foram codificadas como dicotômicas (0 = ausência; 1 = presença). A calibração e a discriminação do modelo foram avaliadas pela curva ROC, e o ponto de corte para classificação binária (alto *versus* baixo risco) foi definido pelo índice de Youden³⁵ ($J = \text{sensibilidade} + \text{especificidade} - 1$), que busca o melhor equilíbrio entre sensibilidade e especificidade. Para fins de apresentação, as probabilidades previstas também foram categorizadas em faixas de risco (baixo, intermediário e alto), segundo recomendações da literatura²³.

RESULTADOS

Foram avaliados 602 doentes submetidos a procedimentos vasculares, dos quais 92 foram excluídos (51 sem registro pós-operatório, 12 por perda de seguimento e 29 por dados incompletos), totalizando 510 incluídos na análise com informações completas. Devido à heterogeneidade clínica entre os procedimentos da cirurgia vascular, a análise foi estratificada em três subgrupos: arteriais e doenças ateroscleróticas ($n = 146$), venosos ($n = 292$) e acessos vasculares ($n = 72$). Observou-se predomínio do sexo feminino (67,8%) e da raça branca (81,2%). A idade variou entre 18 e 94 anos, com média de $58,8 \pm 15,6$ anos e mediana de 60. O peso corporal oscilou entre 39 e 150 kg, com média de $73,1 \pm 14,2$ kg e mediana de 70,2 kg. As características demográficas e clínicas separadas por subgrupos estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características demográficas e clínicas da amostra de 510 pacientes submetidos a procedimentos de cirurgia vascular no período de 2021 a 2024, em um Hospital Escola no Oeste do Paraná, Brasil.

Variáveis demográficas	Venoso (n = 292)	Acesso vascular (n = 72)	Arterial (n = 146)
	n (%) ou média \pm DP		
Idade (anos)	52,4 \pm 13,8	63,4 \pm 15,9	69,2 \pm 12,1
Peso (kg)	74,9 \pm 14,5	72,0 \pm 13,0	70,0 \pm 13,5
Sexo feminino	232 (79,4%)	39 (54,2%)	75 (51,4%)
Sexo masculino	60 (20,6%)	33 (45,8%)	71 (48,6%)
Branco	232 (79,5%)	66 (91,7%)	116 (79,5%)
Negro	2 (0,7%)	1 (1,4%)	1 (0,7%)
Pardo	48 (16,4%)	5 (6,9%)	28 (19,2%)
Amarelo	10 (3,4%)	0	1 (0,7%)
Variáveis clínicas diagnosticadas previamente ao procedimento vascular			
Hipertensão	45 (15,4%)	22 (30,6%)	114 (78,1%)
Diabetes melito tipo 2	22 (7,5%)	5 (6,9%)	70 (47,9%)
Doença arterial crônica	3 (1,0%)	2 (2,8%)	23 (15,8%)
Injúria renal crônica	12 (4,1%)	59 (81,9%)	22 (15,1%)
Dislipidemia	16 (5,5%)	7 (9,7%)	78 (53,4%)
Tabagismo	11 (3,8%)	5 (6,9%)	48 (32,9%)
Uso contínuo de anticoagulantes/antiagregantes	9 (3,1%)	0	56 (38,4%)
Paciente com histórico de evento trombótico prévio	9 (3,1%)	4 (5,6%)	38 (26,0%)

DP = desvio-padrão.

Fonte: dados da pesquisa.

O procedimento mais frequente foi a cirurgia de varizes bilaterais (57,3%), seguida pela confecção de fistula arteriovenosa (12,5%) e pela revascularização fêmoro-distal (6,7%). Procedimentos de maior complexidade, como reparo de aneurisma de aorta abdominal roto (1,8%) e endarterectomia de carótida (5,5%), também estiveram presentes, embora em menor proporção. Quanto ao manejo anestésico, a técnica predominante variou significativamente entre os grupos. A raqui-anestesia associada à sedação foi a mais utilizada no grupo venoso (n = 256; 87,7%) e arterial (n = 43; 29,5%), enquanto a anestesia local associada à sedação foi a principal no grupo de acesso vascular (n = 51; 70,8%). A anestesia geral foi mais prevalente no grupo arterial (n = 95; 65,1%). Em relação ao tempo de procedimento, o grupo arterial demonstrou o maior tempo médio, com média de 164 minutos (DP 68,5 min) e mediana de 150 minutos. Em contraste, os grupos venoso e de acesso vascular apresentaram tempos mais curtos, com médias de 102 minutos (DP 41,0 min) e 84,4 minutos (DP 45,2 min), respectivamente.

A taxa de complicação pós-operatória foi de 17,6% (n = 90) na amostra total, com grande disparidade entre os subgrupos. O grupo arterial apresentou a maior taxa de complicações (n = 52; 35,6%), seguido pelo grupo venoso (n = 33; 11,3%) e pelo grupo de acesso vascular (n = 5; 6,9%). Entre os eventos específicos, a necessidade de reoperação foi mais frequente nos grupos arterial (n = 13; 8,9%) e venoso (n = 14; 4,8%), sendo rara no grupo de acessos vasculares (n = 2; 2,8%). A infecção de ferida operatória ou má cicatrização ocorreu em 5,8% dos pacientes arteriais (n = 14) e 5,8% dos venosos (n = 17). Eventos graves, como trombose pós-operatória (n = 11; 7,5%), perda sanguínea intensa intraoperatória (n = 22; 15,1%) e necessidade de transfusão (n = 23;

15,8%), concentraram-se quase exclusivamente no grupo arterial. A injúria renal aguda também foi mais prevalente no grupo arterial (n = 19; 13,0%), e o óbito hospitalar ocorreu apenas nesse subgrupo (n = 7; 4,8%).

Na análise bivariada entre as variáveis clínicas e a ocorrência de complicações pós-operatórias, na amostra total, a idade foi significativamente maior entre os pacientes com complicações (U = 12.513; p < 0,001), assim como o tempo de procedimento (U = 13.924; p < 0,001). Entre as variáveis categóricas, houve associação com complicações para HAS ($\chi^2 = 19,2$; p < 0,001), DM2 ($\chi^2 = 41,9$; p < 0,001), IRC ($\chi^2 = 16,7$; p < 0,001), dislipidemia ($\chi^2 = 22,2$; p < 0,001) e tabagismo ($\chi^2 = 23,1$; p < 0,001). Ao segmentar a análise por subgrupos, os fatores de risco associados à complicação variaram consideravelmente. No grupo de procedimentos venosos, a idade (U = 2.174; p < 0,001), a presença de DM2 ($\chi^2 = 65,01$; p < 0,001) e de IRC ($\chi^2 = 64,78$; p < 0,001) foram os únicos fatores de risco que se associaram significativamente à ocorrência de complicações.

Para o grupo de procedimentos de acessos vasculares, a dislipidemia ($\chi^2 = 5,61$; p = 0,018), o tabagismo ($\chi^2 = 9,09$; p = 0,003) e o peso (U = 57,0; p = 0,015) foram os preditores mais relevantes. Já no grupo de procedimentos arteriais, a IRC ($\chi^2 = 15,56$; p < 0,001) e o tempo de procedimento (U = 1.956; p = 0,046) foram as variáveis que apresentaram associação estatisticamente significativa com a complicação pós-operatória.

O tipo de procedimento cirúrgico ($\chi^2 = 69,6$; p < 0,001) e o tipo de anestesia ($\chi^2 = 5,88$; p = 0,118) foram avaliados apenas na amostra total, sendo o primeiro significativamente associado à complicação. Os resultados completos da análise bivariada, incluindo os valores de p para cada subgrupo, estão detalhados na Tabela 2.

Tabela 2. Associação entre variáveis clínicas e complicações pós-operatórias por subgrupos submetidos a procedimentos de cirurgia vascular no período de 2021 a 2024, em um hospital escola no Oeste do Paraná.

Variável	Amostra total	Grupo venoso	Grupo de acesso vascular	Grupo arterial
Idade	< 0,001	< 0,001	0,09	0,08
Peso	0,18	0,70	0,01	0,73
Raça	0,45	0,50	1,00	0,38
Sexo	0,31	0,31	0,78	0,25
Paciente com diagnóstico de HAS	< 0,001	0,96	0,63	0,31
Paciente com diagnóstico de DM2	< 0,001	< 0,001	0,23	0,74
Paciente com diagnóstico de IRC	< 0,001	< 0,001	0,90	< 0,001
Paciente com diagnóstico de DAC	0,29	0,22	0,69	0,29
Paciente com diagnóstico de dislipidemia	< 0,001	0,07	0,01	0,93
Paciente com histórico de evento trombótico prévio	0,12	0,29	0,57	0,31
Uso contínuo de anticoagulantes/antiagregantes	0,05	0,95	1,00	0,61
Tabagismo	< 0,001	0,81	0,003	0,07
Tempo de procedimento (min)	< 0,001	0,22	0,25	0,04

HAS = hipertensão arterial sistêmica; DM2 = diabetes melito tipo 2; IRC = injúria renal crônica; DAC = doença arterial crônica.

Fonte: dados da pesquisa.

Através da análise por regressão logística binária multivariada, um modelo preditivo foi construído para identificar os fatores independentes associados às complicações pós-operatórias na amostra total (n = 510). As variáveis mantidas no modelo final foram idade, DM2, IRC, dislipidemia, tabagismo, uso contínuo de anticoagulantes ou antiagregantes, duração do procedimento e tipo de procedimento. No modelo final (Tabela 3), cada aumento de 1 ano na idade elevou o risco em 3,3%, confirmando a idade como um fator de risco independente². A presença de IRC foi associada a um aumento substancial de 9,94 vezes na chance de complicações, consolidando-se como um dos mais fortes preditores¹³, seguido pelo tabagismo e pela idade. O uso contínuo de anticoagulantes ou antiagregantes apresentou um efeito protetor significativo. A duração do procedimento demonstrou uma associação modesta com a elevação do risco. Em relação ao tipo de procedimento, tomando o grupo venoso como referência, observou-se que a categoria de acessos vasculares apresentou menor risco de complicações, enquanto o grupo arterial não demonstrou associação significativa.

A construção do cálculo de risco fundamentou-se no modelo de regressão logística multivariada. Cada coeficiente estimado no modelo representa a contribuição independente de uma variável preditora sobre a chance de complicação. Para transformar esses coeficientes

(*log odds*) em probabilidade clínica, utilizou-se a função logística $P(\text{complicação}) = 1 / [1 + e^{-X\beta}]$, em que $X\beta$ corresponde à soma do intercepto e dos produtos entre os coeficientes do modelo e os valores das variáveis. Assim, o risco individual em relação à população total do estudo é calculado a partir da equação:

Probabilidade de complicação = $1 / [1 + \exp(-(-4,64403 + (0,03254 \times \text{idade}) + (0,47558 \times \text{DM2}) + (2,29688 \times \text{IRC}) + (1,19200 \times \text{tabagismo}) + (0,00494 \times \text{duração do procedimento em minutos}) - (0,92193 \times \text{anticoagulantes/antiagregantes}) + \text{coeficiente do subgrupo})]$

O desempenho do modelo foi avaliado pela área sob a curva ROC (AUC, *area under the curve*). A AUC quantifica a capacidade discriminativa do modelo, ou seja, o quão bem ele separa pacientes que apresentaram complicações daqueles que não apresentaram. O valor obtido (Tabela 4) indica um bom desempenho do modelo (AUC = 0,806; valores entre 0,8-0,9 são considerados bons)³⁶. O ponto de corte ótimo identificado pelo índice de Youden foi 0,181, com sensibilidade de 68,9% e especificidade de 83,3%.

Adicionalmente, foram construídos modelos específicos para os subgrupos de procedimentos venosos, de acesso vascular e arteriais. No grupo de procedimentos venosos, IRC (OR 15,30; p = 0,007) e DM2 (OR 13,54; p < 0,001) foram os principais preditores, enquanto idade e dislipidemia não permaneceram significativas.

Tabela 3. Regressão logística multivariada para complicações pós-operatórias em 510 pacientes submetidos a procedimentos de cirurgia vascular no período de 2021 a 2024, em um hospital escola no Oeste do Paraná.

Variáveis	Estimativas	p (< 0,05)	OR	IC95%
Idade (anos)	0,03	0,006	1,03	1,00-1,05
HAS (sim versus não)	-0,32	0,373	0,72	0,35-1,47
DM2 (sim versus não)	0,47	0,181	1,60	0,80-3,23
IRC (sim versus não)	2,29	< 0,001	9,94	4,06-24,3
Dislipidemia (sim versus não)	0,16	0,681	1,17	0,54-2,55
Tabagismo (sim versus não)	1,19	0,001	3,29	1,61-6,70
Duração do procedimento	0,004	0,038	1,00	1,00-1,01
Uso de anticoagulantes ou antiagregantes de forma contínua (sim versus não)	-0,92	0,036	0,39	0,16-0,94
Tipo de cirurgias (versus procedimentos venosos)				
Procedimento de acesso vascular	-2,73	<0,001	0,06	0,01-0,23
Procedimentos arteriais	0,40	0,338	1,49	0,65-3,40

DM2 = diabetes melito tipo 2; HAS = hipertensão arterial sistêmica; IRC = injúria renal crônica; OR = *odds ratio*; IC95% = intervalo de confiança de 95%.
Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 4. Desempenho discriminativo dos modelos preditivos nos diferentes subgrupos de cirurgia vascular.

Modelo	n	AUC (IC95%)	Ponto de corte (Youden)	Sens.	Espec.	Acurácia
Amostra total	510	0,806 (0,750-0,863)	0,181	68,9%	83,3%	80,8%
Grupo venoso	292	0,803 (0,716-0,891)	0,229	51,5%	96,1%	91,1%
Grupo de procedimento para acessos vasculares	72	0,848 (0,702-0,993)	0,051	100,0%	68,7%	70,8%
Grupo arterial	146	0,686 (0,588-0,784)	0,320	63,5%	74,5%	70,6%

AUC = *area under the curve* (área sob a curva); Sens. = sensibilidade; Espec. = especificidade.
Fonte: dados da pesquisa.

O modelo apresentou desempenho satisfatório, com AUC = 0,803. A probabilidade de complicação no subgrupo venoso foi estimada por $P = 1 / [1 + \exp(-(-4,0895 + (0,0255 \times \text{idade}) + (2,6058 \times \text{DM2}) + (2,7281 \times \text{IRC}) - (0,3466 \times \text{dislipidemia})))]$.

No grupo de procedimentos para acessos vasculares, observou-se tendência de associação para tabagismo (OR 9,57; $p = 0,081$), embora sem significância. Peso e dislipidemia não se associaram ao desfecho. O modelo demonstrou boa capacidade discriminativa, com AUC = 0,848. A probabilidade de complicação no subgrupo de acessos vasculares foi estimada por $P = 1 / [1 + \exp(- (5,753 - (0,137 \times \text{peso}) + (2,259 \times \text{tabagismo}) + (0,509 \times \text{dislipidemia})))]$.

Já no subgrupo arterial, a IRC foi o único preditor significativamente associado às complicações (OR 6,50; $p < 0,001$), enquanto a duração do procedimento apresentou tendência *borderline* (OR 1,36; $p = 0,051$). A AUC do modelo arterial foi 0,686. A probabilidade de complicação no subgrupo arterial foi estimada por $P = 1 / [1 + \exp(- (-1,762 + (1,871 \times \text{DRC}) + (0,310 \times \text{duração})))]$.

■ DISCUSSÃO

A taxa de complicações pós-operatórias no estudo foi de 17,6%, um valor consistente com a literatura nacional e internacional, que reporta taxas variando entre 15 e 30%, a depender da complexidade dos procedimentos e do perfil de risco dos pacientes⁸. Essa incidência reforça a relevância clínica do problema e a necessidade de ferramentas que auxiliem na identificação de pacientes de maior risco. A avaliação de risco pré-operatória é crucial para a segurança do paciente, permitindo a implementação de estratégias preventivas e a otimização do cuidado³⁷.

O modelo preditivo da amostra total identificou oito variáveis independentes associadas à ocorrência de complicações pós-operatórias: idade, DM2, IRC, dislipidemia, tabagismo, uso contínuo de anticoagulantes ou antiagregantes, duração do procedimento e tipo de procedimento cirúrgico. O desempenho global foi considerado satisfatório (AUC = 0,806), demonstrando adequada capacidade discriminativa para diferenciar pacientes com risco real de complicações daqueles com evolução favorável³⁶.

Devido à heterogeneidade clínica inerente às diferentes categorias da cirurgia vascular, a análise estratificada revelou comportamentos distintos entre os subgrupos avaliados. O grupo venoso apresentou AUC = 0,803, o grupo de acessos vasculares, AUC = 0,848, e o grupo arterial, AUC = 0,686, evidenciando boa performance dos modelos específicos e reforçando a importância da segmentação por tipo de procedimento. Entre as variáveis, DM2, IRC, idade e tempo cirúrgico foram

os principais preditores de complicação nos diferentes grupos, enquanto o uso de anticoagulantes demonstrou efeito protetor.

A idade avançada foi um preditor independente de complicações na amostra total ($p < 0,001$) e no grupo venoso ($p < 0,001$), com aumento de 3,3% no risco a cada ano adicional (OR 1,03; $p = 0,006$). Nos grupos de acesso vascular ($p = 0,09$) e arterial ($p = 0,08$), observou-se tendência de associação, embora sem significância estatística. A literatura confirma amplamente a idade como fator de risco para desfechos adversos em cirurgia vascular^{38,39}. Doentes idosos apresentam maior prevalência de comorbidades, menor reserva fisiológica e maior fragilidade, o que os torna mais suscetíveis a complicações^{7,38,40}. O manejo dessa população exige avaliação pré-operatória minuciosa e estratégias otimizadas para mitigar os riscos associados à idade avançada.

A Diretriz de Avaliação Cardiovascular Perioperatória da Sociedade Brasileira de Cardiologia – 2024³⁷ também ressalta a importância da idade como fator de risco, embora, isoladamente, possa ter baixo poder preditivo. No entanto, quando combinada com outras comorbidades, a idade se torna um preditor robusto, como observado no modelo.

Entre as comorbidades, o DM2 apresentou associação robusta com complicações ($p < 0,001$), sobretudo no subgrupo venoso, no qual foi o principal determinante de risco. Essa associação reflete o impacto do DM2 sobre a micro e a macrovasculatura, além de alterações na resposta inflamatória e imunológica⁴¹. Doentes diabéticos apresentam doença arterial periférica mais difusa e calcificada, bem como complicações crônicas, como neuropatia e nefropatia, que dificultam o manejo perioperatório e elevam o risco de infecções, cicatrização deficiente e eventos cardiovasculares. Evidências recentes confirmam que o DM acelera a progressão da doença arterial periférica, aumentando a probabilidade de amputações e de mortalidade cardiovascular⁴². O manejo multidisciplinar é fundamental.

A IRC foi um dos preditores mais potentes, tanto na análise global quanto nos subgrupos arterial e venoso ($p < 0,001$), o que está em consonância com estudos que a descrevem como fator independente de morbimortalidade em cirurgia vascular⁴³. Doentes com IRC apresentam elevada carga de comorbidades cardiovasculares e redução da sobrevida proporcional à gravidade da disfunção renal. Estudos demonstram que a presença de IRC e a diminuição da taxa de filtração glomerular estimada estão associadas a maior tempo de internação hospitalar, aumento de complicações pós-operatórias e necessidade de manejo perioperatório mais intensivo, especialmente em procedimentos vasculares complexos, como a correção de aneurisma de aorta abdominal, o que explica sua forte interação

com o subgrupo arterial⁴⁴. Mesmo em estágios iniciais, a disfunção renal demanda manejo individualizado, com ajuste de doses de medicamentos e monitoramento rigoroso da função renal, reforçando a necessidade de atenção redobrada no planejamento cirúrgico⁴⁵.

O tabagismo teve associação significativa com complicações tanto na amostra total ($p < 0,001$) quanto no subgrupo de acesso vascular ($p = 0,03$). O hábito de fumar está associado a maior morbimortalidade perioperatória, incluindo atraso na cicatrização, alterações da coagulação e complicações cardiovasculares e pulmonares. Pacientes tabagistas apresentam risco aumentado de infecções e outros desfechos adversos após procedimentos cirúrgicos⁴⁶. A cessação do tabagismo no período pré-operatório tem demonstrado reduzir significativamente esses riscos, especialmente quando combinada com intervenções estruturadas que associam aconselhamento, farmacoterapia e reposição de nicotina⁴⁷. Assim, o período em torno da cirurgia deve ser encarado como uma oportunidade estratégica para estimular a mudança de comportamento e otimizar os resultados clínicos.

Os subgrupos cirúrgicos apresentaram comportamentos distintos em relação ao risco de complicações pós-operatórias. Embora os procedimentos arteriais tenham ocorrido com maior frequência entre os pacientes que evoluíram com complicações, essa associação não se manteve significativa após o ajuste multivariado ($p = 0,338$; OR 1,49), sugerindo que o maior risco observado nesse grupo está mais relacionado ao perfil clínico dos pacientes do que ao tipo de cirurgia em si. No entanto, o procedimento de acesso vascular apresentou efeito protetor ($p < 0,001$; OR 0,06), compatível com sua natureza eletiva e menor complexidade técnica. Quando analisado isoladamente, o subgrupo arterial manteve associação estatística com o desfecho apenas para a IRC e o tempo de procedimento, o que pode ser atribuído à homogeneidade clínica entre os pacientes arteriais e à consequente redução do poder estatístico para detectar outras associações³⁹.

A dislipidemia mostrou associação significativa com complicações, especialmente no grupo de acesso vascular ($p = 0,01$). A literatura reconhece que a dislipidemia contribui para a progressão da doença aterosclerótica e para a piora dos desfechos vasculares, ainda que, em modelos ajustados, sua significância possa ser atenuada por confundimento com outras variáveis^{27,37}. Portanto, seu impacto clínico pode ser interpretado como reflexo da interdependência complexa entre os múltiplos preditores de risco que compõem o perfil dos pacientes vasculares.

Por outro lado, HAS e DAC não mantiveram significância independente nos modelos ajustados por subgrupos ($p > 0,05$ em todos os casos). Embora sejam

reconhecidos como fatores de risco cardiovascular, seus efeitos podem ter sido mascarados por preditores mais fortes, como idade, IRC e DM2. Esse fenômeno já foi demonstrado em modelos como o NZRISK-VASC e o VSG-CRI, nos quais variáveis tradicionais perdem significância estatística após ajuste, sem que isso diminua sua relevância clínica²⁸. Assim, a ausência de significância estatística não implica ausência de efeito, mas reflete a complexidade da interação entre múltiplos fatores em populações vasculares⁴⁸.

O tempo de procedimento cirúrgico também apresentou relação significativa com complicações ($p < 0,001$ na amostra total e $p = 0,04$ nas cirurgias arteriais). Procedimentos mais longos aumentam a exposição anestésica e a manipulação tecidual, elevando o risco de sangramento, infecção e injúria orgânica. Uma revisão sistemática e meta-análise envolvendo diferentes especialidades cirúrgicas demonstrou que a duração do procedimento está diretamente associada ao aumento da morbidade, com risco quase duplicado de complicações em cirurgias com duração superior a duas horas, e que a cada 30 minutos adicionais de tempo operatório há incremento de até 14% no risco de complicação⁴⁸, reforçando a importância da otimização técnica e logística intraoperatória.

O uso contínuo de anticoagulantes ou antiagregantes demonstrou efeito protetor na análise global, sugerindo que a manutenção controlada desses agentes pode reduzir eventos trombóticos sem aumento expressivo do risco hemorrágico. Esse resultado está em concordância com estudos que destacam a segurança do manejo criterioso dessas medicações no perioperatório de pacientes com alto risco cardiovascular⁴⁹.

O modelo preditivo desenvolvido apresentou uma AUC de 0,806, considerada boa em termos de discriminação, conforme critérios estabelecidos para modelos clínicos e descritos em diretrizes metodológicas^{35,48,50}. Esse desempenho sugere que o modelo é capaz de distinguir de maneira confiável pacientes em risco de complicações daqueles sem risco, parâmetro essencial para ferramentas preditivas aplicáveis na prática.

Esse achado é consistente com evidências de que modelos específicos para cirurgia vascular tendem a superar²⁸ escores genéricos, como o RCRI. O NZRISK-VASC demonstrou melhor acurácia na predição de mortalidade perioperatória, enquanto o VSG-CRI mostrou maior capacidade de identificar complicações cardíacas quando comparado ao RCRI²⁷. Isso reforça que modelos direcionados ao perfil vascular capturam melhor os determinantes de risco dessa população.

A determinação do ponto de corte ótimo por meio do índice de Youden é uma prática consolidada na literatura para equilibrar sensibilidade e especificidade³⁶.

No presente estudo, esse critério definiu uma sensibilidade de 68,9% e especificidade de 83,3%, evidenciando equilíbrio adequado e boa capacidade de identificar pacientes que realmente apresentarão complicações, ao mesmo tempo em que reduz o risco de falsos positivos e, consequentemente, de intervenções desnecessárias.

Quando analisado por subgrupos, observou-se variação do desempenho discriminativo. O grupo venoso apresentou alta especificidade (96,1%), o que reflete excelente capacidade de exclusão de complicações em pacientes de baixo risco; o grupo de acessos vasculares manteve equilíbrio entre sensibilidade (68,7%) e especificidade (70,8%); e o grupo arterial, embora com sensibilidade moderada (63,5%), demonstrou desempenho global satisfatório (AUC = 0,686), compatível com a maior complexidade clínica e técnica desses pacientes. Esses achados reforçam a validade do modelo para diferentes contextos cirúrgicos e seu potencial de aplicabilidade como ferramenta de estratificação de risco personalizada.

A estratificação do risco em faixas amplia a utilidade prática do modelo. Essa abordagem facilita não apenas a interpretação pelos clínicos, mas também a comunicação com pacientes e familiares, aspecto fundamental no processo de tomada de decisão compartilhada. Modelos de risco como o proposto podem contribuir para decisões clínicas mais individualizadas, permitindo identificar precocemente pacientes que se beneficiarão de medidas preventivas e de monitorização intensiva. Revisões metodológicas destacam que ferramentas preditivas bem calibradas e validadas têm potencial para reduzir eventos adversos e otimizar recursos no contexto perioperatório⁵⁰.

Este estudo apresenta limitações inerentes ao seu desenho retrospectivo e à sua natureza de centro único. Embora a amostra total seja adequada e os critérios de inclusão e exclusão sejam rigorosos, a divisão em subgrupos reduz o tamanho amostral de cada categoria, o que limita o poder estatístico para detectar associações adicionais dentro de cada tipo de procedimento. Assim, a generalização dos resultados para outras populações e contextos cirúrgicos deve ser interpretada com cautela. Além disso, a ausência de variáveis potencialmente relevantes, como parâmetros nutricionais e marcadores inflamatórios, também pode ter influenciado o desempenho preditivo do modelo. A validação externa em diferentes coortes é necessária para confirmar a aplicabilidade. Além disso, o desenvolvimento de uma interface digital para a calculadora facilitaria a utilização clínica, tornando-a uma ferramenta prática para estratificação de risco em cirurgia vascular.

CONCLUSÃO

O estudo desenvolveu um modelo preditivo capaz de estimar complicações pós-operatórias em cirurgia vascular considerando a amostra total, com boa acurácia (AUC = 0,806) e consistência entre os subgrupos de procedimentos venosos (AUC = 0,803), de acessos vasculares (AUC = 0,848) e arteriais (AUC = 0,686). Na amostra total, idade avançada, DM2, IRC, tempo de procedimento e tabagismo foram preditores independentes de complicações, enquanto o uso contínuo de anticoagulantes ou antiagregantes demonstrou efeito protetor.

Nos modelos específicos, observou-se que DM2 e IRC foram os principais determinantes de risco no subgrupo venoso, enquanto o tabagismo apresentou tendência de associação no grupo de acessos vasculares. Já no subgrupo arterial, a IRC manteve-se como o fator de maior impacto, com a duração do procedimento mostrando tendência limítrofe. O modelo apresenta aplicabilidade prática para estratificação de risco e planejamento perioperatório, podendo orientar medidas preventivas e otimizar recursos assistenciais. Adicionalmente, necessita de validação externa para confirmação e aprimoramento.

DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados que sustentam este estudo estão disponíveis mediante solicitação à autora correspondente, J.P., devido a restrições éticas e de privacidade.

REFERÊNCIAS

1. Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A, et al. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA). *Eur Heart J*. 2014;35(35):2383-431. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu282>. PMID:25086026.
2. Devereaux PJ, Sessler DI. Cardiac complications in patients undergoing major noncardiac surgery. *N Engl J Med*. 2015;373(23):2258-69. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1502824>. PMID:26630144.
3. Tsialtas D, Bolognesi MG, Tecchio T, Azzarone M, Quaini F, Bolognesi R. Clinical, electrocardiographic and echocardiographic features in patients with major arterial vascular disease assigned to surgical revascularization. *Vasa*. 2014;43(6):443-9. <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a000391>. PMID:25339162.
4. Tsialtas D, Bolognesi MG, Volpi R, Bolognesi R. Atherosclerotic vascular diseases have really the same risk factors? Comparison between large abdominal aortic aneurysm and obstructive non-coronary arterial disease. *Vascular*. 2017;25(6):629-34. <https://doi.org/10.1177/1708538117708474>. PMID:28509621.
5. Poldermans D, Hoeks SE, Feringa HH. Pre-operative risk assessment and risk reduction before surgery. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51(20):1913-24. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.03.005>. PMID:18482658.

6. Nowygrod R, Egorova N, Greco G, et al. Trends, complications, and mortality in peripheral vascular surgery. *J Vasc Surg.* 2006;43(2):205-16. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2005.11.002>. PMID:16476588.
7. Polok K, Biccard BM, Chan MTV, et al. Mortality and major postoperative complications within 1 year after vascular surgery: a prospective cohort study. *Pol Arch Intern Med.* 2024;134(2):16645. <https://doi.org/10.20452/pamw.16645>. PMID:38164648.
8. National Vascular Registry. State of the Nation Report 2023. Results for patients who had vascular procedures during 2022 in NHS hospitals in England, Wales, Scotland and Northern Ireland. London: NVR; 2023 [citado 2025 set 2]. <https://www.hqip.org.uk/wp-content/uploads/2023/11/REF-398-NVR-2023-SotN-Report-FINAL.pdf>
9. Sarac TP, Bannazadeh M, Rowan AF, et al. Comparative predictors of mortality for endovascular and open repair of ruptured infrarenal abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg.* 2011;25(4):461-8. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2010.12.030>. PMID:21549913.
10. Dunkelgrun M, Welten GM, Goei D, et al. Association between serum uric acid and perioperative and late cardiovascular outcome in patients with suspected or definite coronary artery disease undergoing elective vascular surgery. *Am J Cardiol.* 2008;102(7):797-801. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2008.05.019>. PMID:18805100.
11. Tsialtas D, Bolognesi MG, Assimopoulos S, Azzarone M, Volpi R, Bolognesi R. Perioperative complications after major vascular surgery: correlations with preoperative clinical, electrocardiographic and echocardiographic characteristics. *Acta Biomed.* 2022;93(3):e2022255. PMID:35775755.
12. Scali S, Bertges D, Neal D, et al. Heart rate variables in the Vascular Quality Initiative are not reliable predictors of adverse cardiac outcomes or mortality after major elective vascular surgery. *J Vasc Surg.* 2015;62(3):710-20.e9. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2015.03.071>. PMID:26067200.
13. Smeili LAA, Lotufo PA. Incidence and predictors of cardiovascular complications and death after vascular surgery. *Arq Bras Cardiol.* 2015;105(5):510-8. <https://doi.org/10.5935/abc.20150113>. PMID:26421535.
14. Genovese EA, Fish L, Chaer RA, Makaroun MS, Baril DT. Risk stratification for the development of respiratory adverse events following vascular surgery using the Society of Vascular Surgery's Vascular Quality Initiative. *J Vasc Surg.* 2017;65(2):459-70. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.07.119>. PMID:27832989.
15. van Waes JAR, Nathoe HM, de Graaff JC, et al. Myocardial injury after noncardiac surgery and its association with short-term mortality. *Circulation.* 2013;127(23):2264-71. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.002128>. PMID:23667270.
16. Genovese EA, Fish L, Chaer RA, Makaroun MS, Baril DT. Risk stratification for the development of respiratory adverse events following vascular surgery using the Society of Vascular Surgery's Vascular Quality Initiative. *J Vasc Surg.* 2017;65(2):459-70. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.07.119>. PMID:27832989.
17. Wallaert JB, Nolan BW, Adams J, et al. The impact of diabetes on postoperative outcomes following lower-extremity bypass surgery. *J Vasc Surg.* 2012;56(5):1317-23. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.04.011>. PMID:22819754.
18. Stather PW, Sidloff D, Dattani N, Choke E, Bown MJ, Sayers RD. Systematic review and meta-analysis of the early and late outcomes of open and endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *Br J Surg.* 2013;100(7):863-72. <https://doi.org/10.1002/bjs.9101>. PMID:23475697.
19. Schermerhorn ML, O'Malley JA, Jhaveri A, Cotterill P, Pomposelli F, Landon BE. Endovascular vs Open Repair of Abdominal Aortic Aneurysms in the Medicare population. *N Engl J Med.* 2008;358(5):464-74. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0707348>. PMID:18234751.
20. Cronenwett JL, Likosky DS, Russell MT, Eldrup-Jorgensen J, Stanley AC, Nolan BW. A regional registry for quality assurance and improvement: The Vascular Study Group of Northern New England (VSGNNE). *J Vasc Surg.* 2007;46(6):1093-102, discussion 1101-2. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2007.08.012>. PMID:17950568.
21. Eagle KA, Berger PB, Calkins H, et al. ACC/AHA guideline update for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery – Executive summary: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1996 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery). *Circulation.* 2002;105(10):1257-67. <https://doi.org/10.1161/circ.105.10.1257>. PMID:11889023.
22. American Society of Anesthesiologists. ASA physical status classification system [Internet]. Schaumburg: ASA; 2020 [atualizado dez 2020; citado 2025 set 2]. <https://www.asahq.org/standards-and-practice-parameters/statement-on-asa-physical-status-classification-system>
23. Wu TY, Anderson NE, Barber PA. Neurological complications of carotid revascularization. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2012;83(5):543-50. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2011-301162>. PMID:22193563.
24. Ferrer C, Cao P, De Rango P, et al. A propensity-matched comparison for endovascular and open repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2016;63(5):1201-7. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2015.10.099>. PMID:26776896.
25. Sharifpour M, Moore LE, Shanks AM, Didier TJ, Kheterpal S, Mashour GA. Incidence, predictors, and outcomes of perioperative stroke in noncarotid major vascular surgery. *Anesth Analg.* 2013;116(2):424-34. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31826a1a32>. PMID:23115255.
26. Stoneham MD, Thompson JP. Arterial pressure management and carotid endarterectomy. *Br J Anaesth.* 2009;102(4):442-52. <https://doi.org/10.1093/bja/aep012>. PMID:19233880.
27. Bertges DJ, Goodney PP, Zhao Y, et al. The Vascular Study Group of New England Cardiac Risk Index (VSG-CRI) predicts cardiac complications more accurately than the Revised Cardiac Risk Index in vascular surgery patients. *J Vasc Surg.* 2010 Sep;52(3):674-83. E3. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2010.03.031>.
28. Kim JY, Boyle L, Khashram M, Campbell D. Editor's Choice - Development and Validation of a Multivariable Prediction Model of Peri-operative Mortality in Vascular Surgery: The New Zealand Vascular Surgical Risk Tool (NZRISK-VASC). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2021;61(4):657-63. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2020.12.008>. PMID:33423913.
29. Bertges DJ, Neal D, Schanzer A, et al. The Vascular Quality Initiative Cardiac Risk Index for prediction of myocardial infarction after vascular surgery. *J Vasc Surg.* 2016;64(5):1411-1421.e4. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.04.045>. PMID:27449347.
30. Eslami MH, Saadeddin Z, Farber A, Fish L, Avgerinos ED, Makaroun MS. External validation of the Vascular Study Group of New England carotid endarterectomy risk predictive model using an independent U.S. national surgical database. *J Vasc Surg.* 2020;71(6):1954-63. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.04.495>. PMID:31676184.
31. Allou N, Allyn J, Provencher S, et al. Clinical utility of a deep-learning mortality prediction model for cardiac surgery decision making. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2023;166(6):e567-78. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2023.01.022>. PMID:36858843.
32. Fan Y, Dong J, Wu Y, et al. Development of machine learning models for mortality risk prediction after cardiac surgery. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2022;12(1):12-23. <https://doi.org/10.21037/cdt-21-648>. PMID:35282663.
33. Gupta PK, Ramanan B, Lynch TG, et al. Development and validation of a risk calculator for prediction of mortality after infrainguinal bypass surgery. *J Vasc Surg.* 2012;56(2):372-9. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.01.042>. PMID:22632800.

34. Li R, Sidawy A, Nguyen BN. Development and Validation of a 30-Day Point-Scoring Risk Calculator for Open Groin Vascular Surgery: The George Washington Groin Score. *J Surg Res.* 2024;303:295-304. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.09.008>. PMID:39393117.
35. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology.* 1982;143(1):29-36. <https://doi.org/10.1148/radiology.143.1.7063747>. PMID:7063747.
36. Youden WJ. Index for rating diagnostic tests. *Cancer.* 1950;3(1):32-5. [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(1950\)3:1<32::AID-CNCR2820030106>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/1097-0142(1950)3:1<32::AID-CNCR2820030106>3.0.CO;2-3). PMID:15405679.
37. Gualandro DM, Fornari LS, Caramelli B, et al. Diretriz de Avaliação Cardiovascular Perioperatória da Sociedade Brasileira de Cardiologia – 2024. *Arq Bras Cardiol.* 2024;121(9):e20240590. PMID:39442131.
38. Moraes-Silva MA, Jesus-Silva SG, Oliveira VR, et al. Fatores de risco associados e sobrevida em curto e médio prazo de pacientes submetidos a correção aberta e endovascular de aneurisma de aorta abdominal. *J Vasc Bras.* 2018;17(3):206-13.
39. Wenzl FA, Miljkovic SS, Dabestani PJ, et al. A systematic review and individual patient data meta-analysis of heart failure as a rare complication of traumatic arteriovenous fistulas. *J Vasc Surg.* 2021;73(3):1087-94.e8. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.08.138>. PMID:33002586.
40. Vegni R, Almeida GF, Braga F, et al. Complicações após cirurgia de revascularização miocárdica em pacientes idosos. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2008;20(4):379-84. <https://doi.org/10.1590/S0103-507X2008000300004>.
41. Hayajneh AA, Hweidi IM, Zytoon AM. Predictors of surgical site infections among patients with diabetes mellitus post coronary artery bypass graft surgery: a quasi-experimental study. *Wounds.* 2020;32(9):237-43. <https://doi.org/10.25270/wnds.2020.07.14>. PMID:33166268.
42. Baty M, Chimoriya R, James S, et al. Diabetes in peripheral artery disease: prevalence, complications, and polypharmacy. *J Clin Med.* 2025;14(4):1383. <https://doi.org/10.3390/jcm14041383>. PMID:40004919.
43. Zhang X, Hou A, Cao J, et al. Association of diabetes mellitus with postoperative complications and mortality after non-cardiac surgery: a meta-analysis and systematic review. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022;13:841256. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.841256>. PMID:35721703.
44. Huber M, Ozrazgat-Baslanti T, Thottakkara P, et al. Mortality and Cost of Acute and Chronic Kidney Disease after Vascular Surgery. *Ann Vasc Surg.* 2016 Jan;30:72-81.E2. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2015.04.092>.
45. Pizano A, Scott CK, Porras-Colon J, et al. Chronic kidney disease impacts outcomes after abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2023;77(2):415-423.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.09.003>. PMID:36100032.
46. Caron E, Yadavalli SD, Manchella M, et al. Impact of chronic kidney disease on outcomes following vascular procedure in the vascular quality initiative. *Ann Surg.* 2024;283(2):335-44. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000006520>. PMID:39229713.
47. Patel RJ, Zarrintan S, Jagadeesh V, Vootukuru NR, Gaffey A, Malas MB. Long-term outcomes after lower extremity bypass in the actively smoking claudicant. *J Vasc Surg.* 2023;78(4):1003-11. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2023.05.047>. PMID:37327952.
48. Vu JV, Lussiez A. Smoking cessation for preoperative optimization. *Clin Colon Rectal Surg.* 2023;36(3):175-83. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1760870>. PMID:37113283.
49. Cheng H, Clymer JW, Po-Han Chen B, et al. Prolonged operative duration is associated with complications: a systematic review and meta-analysis. *J Surg Res.* 2018;229:134-44. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.03.022>. PMID:29936980.
50. Polo TCF, Miot HA. Aplicações da curva ROC em estudos clínicos e experimentais. *J Vasc Bras.* 2020;19:e20200186. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.200186>. PMID:34211533.

Correspondência

Juliana Peres

Rua Manaus, 812, ap. 202 - Bairro Country

CEP 85813-100 - Cascavel (PR), Brasil

Tel.: (12) 99115-2278

E-mail: juliana.peres1108@gmail.com

Informações sobre os autores

JP e AJV - Estudante, Curso de Medicina, Centro Universitário

Fundação Assis Gurgacz (FAC).

JFT - Mestre em Biociências e Saúde, Universidade Estadual do Oeste

do Paraná (UNIOESTE).

Contribuição dos autores

Concepção e desenho do estudo: JP e JFT

Análise e interpretação dos dados: JP e JFT

Coleta de dados: JP

Redação do artigo: JP

Revisão crítica do texto: JP, JFT e AJV

Aprovação final do artigo*: JP, JFT e AJV

Análise estatística: JP, JFT e AJV

Responsabilidade geral pelo estudo: JP, JFT e AJV

*Todos os autores leram e aprovaram a versão final submetida ao *J Vasc Bras.***Editor-chefe responsável**

Dr. Winston Bonetti Yoshida