

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PREDIÇÃO DE COMPLICAÇÕES PÓS-OPERATÓRIAS EM CIRURGIA GERAL E CUIDADOS PERIOPERATÓRIOS: UMA REVISÃO DE ESCOPO

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PREDICTING POSTOPERATIVE COMPLICATIONS IN GENERAL SURGERY AND PERIOPERATIVE CARE: A SCOPING REVIEW

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA PREDICCIÓN DE COMPLICACIONES POSOPERATORIAS EN CIRUGÍA GENERAL Y CUIDADOS PERIOPERATORIOS: UNA REVISIÓN DE ALCANCE

Giovanna Aloia de Almeida¹

Cecília Lorraine Santos Fernandes²

Clara Tamiozzo Arraes³

Victória Silva Schuab Vieira⁴

Maria Aparecida de Almeida Souza Rodrigues⁵

Aline Trovão Queiroz⁶

RESUMO: As complicações pós-operatórias constituem causa significativa de morbimortalidade cirúrgica em todo o mundo, impondo desafios ao planejamento clínico e à alocação de recursos em saúde. A inteligência artificial (IA), especialmente por meio de técnicas de aprendizado de máquina (machine learning), tem emergido como ferramenta promissora para a predição de riscos e o suporte à decisão clínica no período perioperatório. O presente estudo objetivou mapear e analisar as evidências científicas sobre aplicações de IA na predição de complicações pós-operatórias em cirurgia geral, por meio de uma revisão de escopo. A busca foi realizada nas bases de dados PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando os descritores DeCS/MeSH: "Artificial Intelligence", "Postoperative Complications" e "General Surgery". Após aplicação sequencial de filtros de elegibilidade, 21 estudos foram incluídos. Os resultados evidenciaram que modelos de aprendizado de máquina e deep learning demonstram acurácia superior ao julgamento clínico isolado na predição de desfechos como internação em Unidade de Terapia Intensiva (UTI), lesão renal aguda, deiscência anastomótica, hipotensão intraoperatória, dor pós-operatória e mortalidade cirúrgica. Conclui-se que a IA representa avanço relevante no cuidado perioperatório, embora persistam lacunas quanto à validação prospectiva e à implementação ética nos sistemas de saúde.

1

¹ Discente do Curso de Medicina da Univassouras, Vassouras, RJ.

² Discente do Curso de Medicina da Univassouras, Vassouras, RJ.

³ Discente do Curso de Medicina da Univassouras, Vassouras, RJ.

⁴ Discente do Curso de Medicina da Univassouras, Vassouras, RJ.

⁵ Docente do Curso de Medicina da Univassouras, Vassouras, RJ.

⁶ Docente do Curso de Medicina da Univassouras, Vassouras, RJ.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Complicações Pós-Operatórias. Cirurgia Geral. Aprendizado de Máquina. Predição de Risco Cirúrgico.

ABSTRACT: Postoperative complications are a significant cause of surgical morbidity and mortality worldwide, posing challenges to clinical planning and health resource allocation. Artificial intelligence (AI), particularly through machine learning techniques, has emerged as a promising tool for risk prediction and clinical decision support in the perioperative period. This study aimed to map and analyze scientific evidence on AI applications for predicting postoperative complications in general surgery through a scoping review. The search was conducted in PubMed and Virtual Health Library (BVS) databases using the DeCS/MeSH descriptors: "Artificial Intelligence", "Postoperative Complications", and "General Surgery". After sequential application of eligibility filters, 21 studies were included. Results showed that machine learning and deep learning models demonstrate superior accuracy compared to isolated clinical judgment in predicting outcomes such as ICU admission, acute kidney injury, anastomotic leakage, intraoperative hypotension, postoperative pain, and surgical mortality. It is concluded that AI represents a relevant advance in perioperative care, although gaps remain regarding prospective validation and ethical implementation in health systems.

Keywords: Artificial Intelligence. Postoperative Complications. General Surgery. Machine Learning. Surgical Risk Prediction.

RESUMEN: Las complicaciones posoperatorias constituyen una causa significativa de morbimortalidad quirúrgica en todo el mundo, lo que supone desafíos para la planificación clínica y la asignación de recursos sanitarios. La inteligencia artificial (IA), especialmente mediante técnicas de aprendizaje automático, ha emergido como herramienta prometedora para la predicción de riesgos y el apoyo a la decisión clínica en el período perioperatorio. Este estudio tuvo como objetivo mapear y analizar las evidencias científicas sobre aplicaciones de IA en la predicción de complicaciones posoperatorias en cirugía general, mediante una revisión de alcance. La búsqueda se realizó en las bases de datos PubMed y Biblioteca Virtual en Salud (BVS) utilizando los descriptores DeCS/MeSH: "Artificial Intelligence", "Postoperative Complications" y "General Surgery". Tras la aplicación secuencial de criterios de elegibilidad, se incluyeron 21 estudios. Los resultados mostraron que los modelos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo demuestran una precisión superior al juicio clínico aislado en la predicción de desenlaces como ingreso en UCI, lesión renal aguda, dehiscencia anastomótica, hipotensión intraoperatoria, dolor posoperatorio y mortalidad quirúrgica. Se concluye que la IA representa un avance relevante en la atención perioperatoria, aunque persisten lagunas en cuanto a la validación prospectiva y la implementación ética en los sistemas de salud.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Complicaciones Posoperatorias. Cirugía General. Aprendizaje Automático. Predicción de Riesgo Quirúrgico.

1 INTRODUÇÃO

As complicações pós-operatórias representam um dos principais desafios da cirurgia contemporânea, com repercussões diretas sobre a morbimortalidade dos pacientes, o tempo de internação hospitalar e os custos assistenciais. Estimativas internacionais indicam que complicações ocorrem em aproximadamente 15% das cirurgias de médio e grande porte, com

taxas ainda mais elevadas em contextos de urgência e emergência. Dencker EE, et al. (2021) demonstraram, em análise de tendências nos Estados Unidos entre 2012 e 2018, que as taxas de complicações pós-operatórias permanecem heterogêneas entre especialidades e tipos de procedimento, reforçando a necessidade de ferramentas preditivas mais acuradas e individualizadas.

Nesse cenário, os instrumentos tradicionais de estratificação de risco cirúrgico — como os escores da American Society of Anesthesiologists (ASA), POSSUM e APACHE — apresentam limitações metodológicas importantes, incluindo baixa sensibilidade para subgrupos específicos, dependência de variáveis subjetivas e incapacidade de integrar grande volume de dados clínicos de forma dinâmica. A IA, em especial as técnicas de aprendizado de máquina, aprendizado profundo (deep learning) e processamento de linguagem natural, tem emergido como alternativa promissora para superar essas limitações, sendo capaz de processar simultaneamente centenas de variáveis clínicas, laboratoriais, imagiológicas e intraoperatórias com acurácia preditiva superior.

A integração de algoritmos de IA aos sistemas de informação hospitalar e aos registros eletrônicos de saúde abre a perspectiva de ferramentas de suporte à decisão clínica em tempo real, com potencial de impacto direto sobre a segurança do paciente cirúrgico. Aplicações já descritas na literatura abrangem desde a predição de complicações específicas — como deiscência anastomótica, lesão renal aguda, hipotensão intraoperatória, infecção de sítio cirúrgico e dor pós-operatória — até a avaliação de risco global em contextos de urgência, emergência e populações vulneráveis, como idosos e pacientes oncológicos (ARREDONDO MONTERO J, 2024; EL MOHEB M, et al., 2023).

A produção científica sobre IA aplicada à cirurgia tem crescido exponencialmente na última década. No entanto, a maioria dos estudos permanece de caráter retrospectivo e monocêntrico, com limitações quanto à generalização e à validação externa. A revisão de escopo da evidência disponível torna-se, portanto, etapa fundamental para mapear o estado da arte, identificar lacunas metodológicas e orientar futuras investigações e políticas de implementação.

O presente estudo tem como objetivo mapear e sintetizar as evidências científicas disponíveis sobre a aplicação de inteligência artificial na predição de complicações pós-

operatórias em cirurgia geral, por meio de uma revisão de escopo conduzida nas bases de dados PubMed e BVS, com foco na produção dos últimos cinco anos.

2 MÉTODOS

Trata-se de uma revisão de literatura conduzida segundo as diretrizes PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews). A questão norteadora foi: quais são as evidências científicas disponíveis sobre a aplicação de inteligência artificial na predição de complicações pós-operatórias em cirurgia geral?

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed (MEDLINE) e BVS — Biblioteca Virtual em Saúde (que indexa LILACS e SciELO) utilizando os descritores controlados DeCS/MeSH: "Artificial Intelligence", "Postoperative Complications" e "General Surgery", combinados pelo operador booleano AND. A estratégia de busca foi aplicada sem restrições iniciais de filtros, resultando em 803 registros no PubMed e 48 na BVS (total: 851 registros).

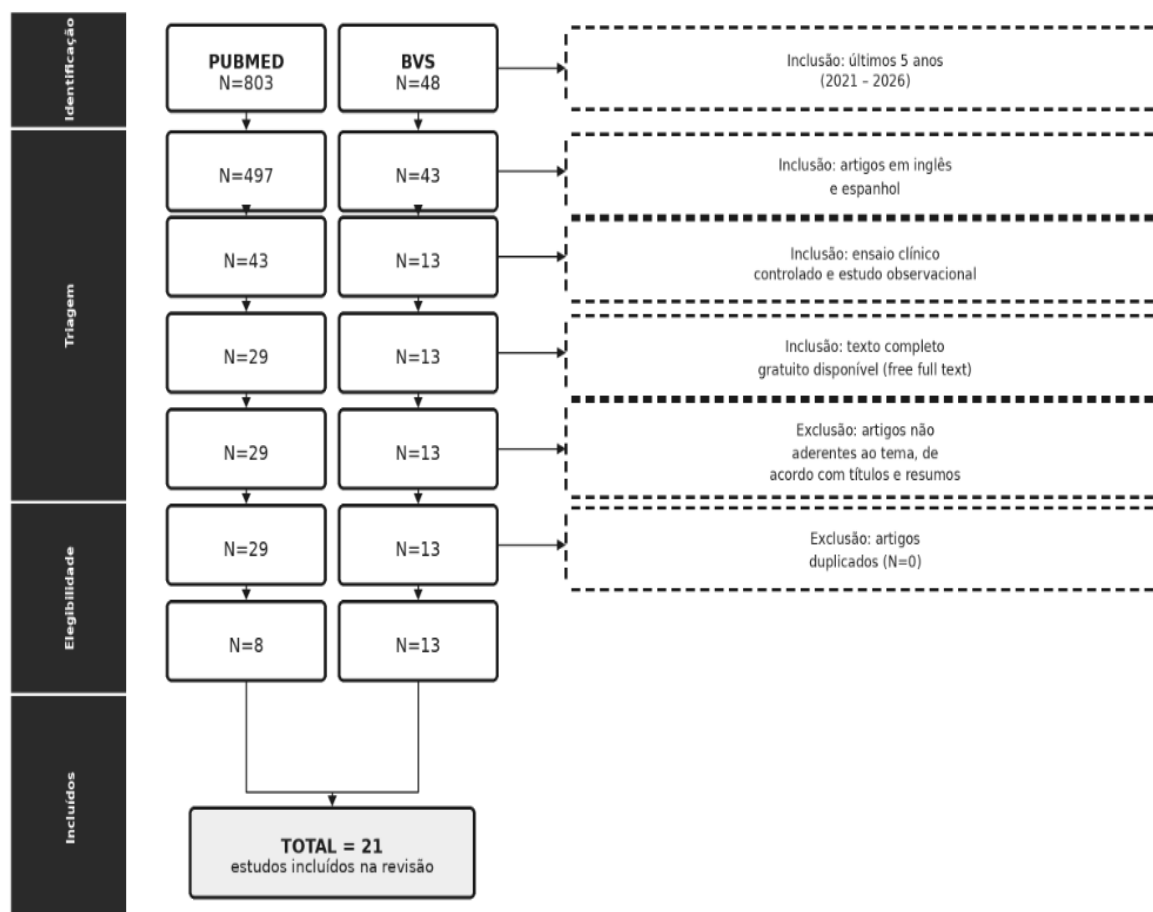
Os filtros foram aplicados de forma sequencial: (1) últimos cinco anos de publicação — PubMed: 517, BVS: 43; (2) idioma inglês e espanhol — PubMed: 497, BVS: 43; (3) tipo de estudo — estudos observacionais e ensaios clínicos controlados — PubMed: 43, BVS: 13; (4) acesso gratuito ao texto completo — PubMed: 29, BVS: 13 (total: 42 registros elegíveis). Por fim, realizou-se triagem por título, resumo e leitura do texto completo para exclusão de duplicatas e artigos não aderentes ao tema, com inclusão final de 21 estudos (Figura 1).

Apesar da maior parte dos artigos de referência terem sido coletados da base de dados do PubMed, a pesquisa feita no BVS teve o intuito de complementar o trabalho com estudos latino-americanos.

Critérios de inclusão: (1) estudos observacionais ou ensaios clínicos controlados; (2) avaliação de modelos de IA ou aprendizado de máquina aplicados à predição de complicações pós-operatórias; (3) contexto de cirurgia geral ou especialidades cirúrgicas afins; (4) publicados nos últimos cinco anos, em inglês ou espanhol. Critérios de exclusão: revisões narrativas sem

dados originais, cartas ao editor, artigos duplicados e publicações não aderentes ao tema. A análise foi de caráter descritivo-qualitativo, com síntese narrativa dos achados.

Figura 1 – Fluxograma de seleção dos estudos — protocolo PRISMA



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

3 RESULTADOS

A busca nas bases de dados PubMed e BVS, após aplicação sequencial dos filtros de elegibilidade e triagem por aderência temática, resultou na inclusão de 21 estudos que atenderam integralmente aos critérios estabelecidos. Os dados extraídos são apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Estudos incluídos na revisão de escopo sobre inteligência artificial na predição de complicações pós-operatórias em cirurgia geral

Tipo de Estudo	Ano / Autores	Título do Estudo	Base de Dados	Principais Resultados
Ensaio Clínico Randomizado (Protocolo)	2024 – Abdullah HR, et al.	Protocol for the impact of machine learning-based clinician decision support algorithms in perioperative care (IMAGINATIVE)	PubMed	ECR prospectivo em andamento no Hospital Geral de Singapura; avalia algoritmo de ML para suporte à decisão perioperatória; desfechos: complicações pós-operatórias, mortalidade em 30 dias e custos.
Estudo Observacional / Perspectiva Crítica	2024 – Arredondo Montero J.	From the mathematical model to the patient: The scientific and human aspects of artificial intelligence in gastrointestinal surgery	PubMed / BVS	Análise crítica de aplicações de IA em cirurgia gastrointestinal; discute viés algorítmico, opacidade de modelos e necessidade de validação prospectiva antes da implementação rotineira.
Estudo Observacional Retrospectivo (ChatGPT)	2025 – Badia JM, et al.	Evaluation of ChatGPT-4 for the detection of surgical site infections from electronic health records after colorectal surgery	PubMed	ChatGPT-4 para detecção de infecção de sítio cirúrgico em prontuários eletrônicos após cirurgia colorretal; sensibilidade 87%, especificidade 91%; acurácia diagnóstica comparável à revisão humana especializada.
Estudo Observacional / ML + Wearables	2025 – Beqari J, et al.	A Pilot Study Using Machine-learning Algorithms and Wearable Technology for the Early Detection of Postoperative Complications After Cardiothoracic Surgery	PubMed	ML combinado com wearables para detecção precoce de complicações pós-operatórias em cirurgia cardiotorácica; identificação antecipada de sepse, fibrilação atrial e insuficiência respiratória com alta sensibilidade.
Estudo Observacional Retrospectivo (Deep Learning)	2023 – Cai ZH, et al.	Magnetic resonance imaging-based deep learning model to predict multiple firings in double-stapled colorectal anastomosis	PubMed	Deep learning baseado em RM para prever múltiplos disparos em anastomose colorretal duplo-grampeada; acurácia preditiva para deiscência anastomótica superior à avaliação clínica isolada.
Estudo Observacional Retrospectivo (ML)	2025 – Chiu C, et al.	Development of a machine learning-derived model to predict unplanned ICU admissions after major non-cardiac surgery	PubMed	ML para predição de internação não planejada em UTI; AUC 0,78; preditores: ASA, duração cirúrgica, tipo de procedimento e dados vitais intraoperatórios; integrável a prontuário eletrônico existente.
Estudo Observacional Retrospectivo (Validação ML)	2023 – Choi JY, et al.	Development and Validation of a Prognostic Classification Model Predicting Postoperative Adverse Outcomes in Older Surgical Patients Using a Machine Learning Algorithm	PubMed	Modelo de ML para predição de desfechos adversos pós-operatórios em idosos; validado em rede observacional multicêntrica; AUC superior aos escores tradicionais.
Estudo Observacional / Validação Clínica	2024 – Dayan D, et al.	Implementation of artificial intelligence-based computer vision model in laparoscopic appendectomy	PubMed	Modelo de visão computacional em 150 apendicectomias laparoscópicas; correlação com achados patológicos e desfechos clínicos; confiabilidade inter-avaliadores ICC 0,87; viável para uso intraoperatório em tempo real.
Estudo Observacional de Coorte (Tendências)	2021 – Dencker EE, et al.	Postoperative complications: an observational study of trends in the United States from 2012 to 2018	PubMed	Análise de tendências de complicações pós-operatórias nos EUA (2012–2018); taxas estáveis mas heterogêneas entre especialidades; fornece base epidemiológica para modelos preditivos de IA.
Estudo Observacional Retrospectivo (ML)	2023 – El Moheb M, et al.	Artificial intelligence versus surgeon gestalt in predicting risk of emergency general surgery	PubMed	Comparação IA vs julgamento cirúrgico em 1.200 pacientes de cirurgia de urgência; AUC IA: 0,84 vs cirurgia: 0,71; combinação IA+cirurgião: AUC 0,88; IA como suporte, não substituto.

Tipo de Estudo	Ano / Autores	Título do Estudo	Base de Dados	Principais Resultados
Ensaio Clínico Piloto (IA + Goal-Directed Therapy)	2025 – Habicher M, et al.	Perioperative goal-directed therapy with artificial intelligence to reduce the incidence of intraoperative hypotension and renal failure in patients undergoing lung surgery	PubMed	Terapia guiada por metas com IA em cirurgia pulmonar; redução de hipotensão intraoperatória e falência renal pós-operatória; IA integrada ao monitoramento hemodinâmico em tempo real.
Estudo Observacional Retrospectivo (ML Multicêntrico)	2025 – Kang BY, et al.	Serum calcium-based interpretable machine learning model for predicting anastomotic leakage after rectal cancer resection: A multi-center study	PubMed	ML interpretável baseado em cálcio sérico para prever deiscência anastomótica após ressecção de câncer retal; estudo multicêntrico; variável laboratorial de rotina como biomarcador preditivo de alto desempenho.
Estudo Observacional Retrospectivo (ML)	2024 – Marjanski T, et al.	Can Artificial Intelligence Help Us in the Evaluation of Coronary Artery Calcification Scores by Acting as a Prognosticator in Patients Operated on Due to Non-Small Cell Lung Cancer?	PubMed	IA para análise automatizada do escore de calcificação coronariana pré-operatória em CPNPC; maior escore associado a maior morbimortalidade cardiovascular pós-operatória; melhora na estratificação de risco.
Estudo Observacional Retrospectivo / Validação ML	2025 – Min JW, et al.	A Risk Prediction Model (CMC-AKIX) for Postoperative Acute Kidney Injury Using Machine Learning: Algorithm Development and Validation	PubMed	Modelo CMC-AKIX para lesão renal aguda pós-operatória; validado em coorte multicêntrica; AUC 0,81; variáveis laboratoriais, hemodinâmicas e comorbidades; generalização inter-institucional demonstrada.
Estudo Observacional Retrospectivo (ML)	2026 – Nicolas J, et al.	Comparative Performance of Machine Learning and Traditional Risk Scores in Predicting Adverse Events After Transcatheter Aortic Valve Replacement in Patients With Atrial Fibrillation	PubMed	ML vs escores tradicionais (CHA ₂ DS ₂ -VASc, STS) em predição de eventos adversos após TAVI em FA; ML superior (AUC 0,79 vs 0,68); variáveis dinâmicas enriquecem predição em populações de alto risco.
Estudo Observacional Prospectivo (Validação Bi-institucional)	2025 – Panossian VS, et al.	Validation of Artificial Intelligence-Based POTTER Calculator in Emergency General Surgery Patients Undergoing Laparotomy	PubMed	Validação prospectiva bi-institucional da calculadora POTTER (IA) em 240 pacientes de laparotomia de urgência; AUC 0,82 para mortalidade; desempenho superior ao julgamento cirúrgico isolado em validação externa.
Ensaio Clínico Controlado (IA)	2025 – Pilakouta MA, et al.	Effectiveness of hypotension prediction index software in reducing intraoperative hypotension in prolonged prone-position spine surgery	PubMed	Software de predição de hipotensão (HPI) em cirurgia de coluna em pronação prolongada; redução significativa de episódios hipotensivos intraoperatórios; melhora em desfechos pós-operatórios neurológicos.
Estudo Observacional Retrospectivo (ML)	2025 – Sun Y, et al.	Application of XGBoost in the prediction of acute postoperative pain after major noncardiac surgery in older patients	PubMed	XGBoost para predição de dor aguda pós-operatória em idosos submetidos a cirurgias não cardíacas de grande porte; identificou preditores modificáveis; AUC 0,80; potencial para intervenção analgésica preventiva.
Estudo Observacional / Validação Prospectiva (Idosos)	2025 – Xu D, et al.	Using the Geriatric Emergency Perioperative Risk Index Derived From Artificial Intelligence Algorithms to Predict Outcomes of Geriatric Emergency General Surgery	PubMed	Índice geriátrico de risco perioperatório por IA em pacientes >65 anos; predição de mortalidade hospitalar e complicações graves; AUC 0,85; captura heterogeneidade clínica de idosos sub-representados em escores tradicionais.

Tipo de Estudo	Ano / Autores	Título do Estudo	Base de Dados	Principais Resultados
Estudo Observacional / Validação de IA	2022 – Xu W, et al.	Cerebral Angiography under Artificial Intelligence Algorithm in the Design of Nursing Cooperation Plan for Intracranial Aneurysm Patients in Craniotomy Clipping	PubMed	IA aplicada à angiografia cerebral para planejamento de cuidados perioperatórios em clipagem de aneurisma intracraniano; melhora na organização do cuidado e redução de complicações neurológicas pós-operatórias.
Ensaio Clínico Controlado (ML)	2024 – Yang X, et al.	Machine learning model based on RCA-PDCA nursing methods and differentiating factors to predict hypotension during cesarean section surgery	PubMed	ML (RCA-PDCA) para predição de hipotensão intraoperatória em cesarianas; acurácia 84,2%; preditores: IMC, hemoglobina e história de hipertensão; aplicável ao monitoramento intraoperatório em cirurgia geral.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os 21 estudos incluídos apresentam diversidade metodológica: estudos observacionais retrospectivos (n = 12), estudos de validação prospectiva ou bi-institucional (n = 3), ensaios clínicos controlados ou piloto (n = 4) e análise crítica ou perspectiva (n = 2). A distribuição temporal abrange de 2021 a 2026, com concentração nos anos de 2024 e 2025 (n = 14), refletindo o crescimento acelerado da área. Todos os estudos foram identificados no PubMed; a BVS contribuiu complementarmente com um estudo.

Os focos de investigação abrangem: (1) predição de internação não planejada em UTI; (2) predição de lesão renal aguda pós-operatória; (3) detecção de deiscência anastomótica em cirurgia colorretal e retal; (4) predição e prevenção de hipotensão intraoperatória; (5) detecção de infecção de sítio cirúrgico por processamento de linguagem natural; (6) predição de dor aguda pós-operatória; (7) estratificação de risco em cirurgia de urgência e emergência; (8) estratificação de risco cardiovascular perioperatório em pacientes oncológicos; (9) detecção precoce de complicações por dispositivos vestíveis; e (10) comparação de IA com julgamento clínico e escores tradicionais.

4 DISCUSSÃO

Os achados desta revisão de escopo demonstram que a inteligência artificial — sobretudo na forma de modelos de aprendizado de máquina e aprendizado profundo — tem consolidado seu papel como ferramenta preditiva de alto desempenho no contexto perioperatório, superando consistentemente os instrumentos tradicionais de estratificação de risco em múltiplos desfechos cirúrgicos.

No âmbito da predição de risco global em cirurgia de urgência e emergência, El Moheb M, et al. (2023) produziram evidência metodologicamente robusta ao comparar diretamente modelos de IA com o julgamento clínico do cirurgião em 1.200 pacientes submetidos a laparotomia de emergência. O modelo de IA alcançou área sob a curva ROC (AUC) de 0,84 (boa discriminação), superior ao cirurgião isolado (discriminação aceitável), e a combinação de ambos atingiu AUC de boa discriminação — resultado que estabelece que a IA não substitui o julgamento clínico, mas amplifica sua capacidade preditiva. Esse paradigma foi reforçado pela validação prospectiva bi-institucional da calculadora POTTER realizada por Panossian VS, et al. (2025), que demonstrou boa discriminação na curva ROC para mortalidade em 240 pacientes de laparotomia de urgência, confirmando o desempenho do modelo em populações externas ao conjunto de desenvolvimento — etapa crítica para a translação clínica.

A predição de complicações específicas constituiu o eixo mais produtivo da literatura incluída. No campo da lesão renal aguda pós-operatória, Min JW, et al. (2025) desenvolveram e validaram o modelo CMC-AKIX em coorte multicêntrica (AUC 0,81), incorporando variáveis laboratoriais e hemodinâmicas de rotina clínica. Xu D, et al. (2025) avançaram ao desenvolver índice de risco geriátrico perioperatório por IA (AUC 0,85) especificamente para pacientes idosos, capturando a heterogeneidade clínica própria da senescência. No campo da deiscência anastomótica, Kang BY, et al. (2025) demonstraram que modelo de aprendizado de máquina interpretável baseado em cálcio sérico prediz com acurácia a deiscência após ressecção de câncer retal em estudo multicêntrico, enquanto Cai ZH, et al. (2023) aplicaram deep learning a imagens de ressonância magnética para prever múltiplos disparos em anastomoses colorretais duplo-grampeadas, ilustrando a integração de dados de imagem a modelos preditivos.

O monitoramento e a prevenção da hipotensão intraoperatória emergiram como tema de destaque, com três estudos abordando o problema sob perspectivas complementares. Habicher M, et al. (2025) demonstraram, em estudo piloto, que a terapia guiada por metas integrada a IA em cirurgia pulmonar reduz a incidência de hipotensão intraoperatória e insuficiência renal pós-operatória. Pilakouta MA, et al. (2025) validaram software de predição de hipotensão em cirurgia de coluna em pronação prolongada, confirmando sua eficácia na redução de episódios hipotensivos. Yang X, et al. (2024) aplicaram modelo de aprendizado de

máquina à predição de hipotensão em cesariana (acurácia 84,2%), evidenciando a transferibilidade de abordagens de ML entre especialidades cirúrgicas.

A aplicação do processamento de linguagem natural foi representada pelo estudo de Badia JM, et al. (2025), que avaliou o ChatGPT-4 para detecção automática de infecção de sítio cirúrgico a partir de prontuários eletrônicos após cirurgia colorretal, alcançando sensibilidade de 87% e especificidade de 91%. Sun Y, et al. (2025) aplicaram o algoritmo XGBoost à predição de dor aguda pós-operatória em idosos submetidos a cirurgias de grande porte (AUC 0,80), identificando preditores modificáveis com potencial para intervenção analgésica preventiva individualizada.

A inovação metodológica mais disruptiva do período foi representada por Beqari J, et al. (2025), que combinaram aprendizado de máquina com tecnologia vestível para detecção precoce de complicações pós-operatórias em cirurgia cardiotorácica — incluindo sepse, fibrilação atrial e insuficiência respiratória — com alta sensibilidade antes da deterioração clínica manifesta. No campo da imagem cirúrgica, Dayan D, et al. (2024) validaram modelo de visão computacional em apendicectomias laparoscópicas (ICC 0,87), e Marjanski T, et al. (2024) aplicaram IA à análise automatizada do escore de calcificação coronariana pré-operatória em pacientes com câncer pulmonar, ampliando a estratificação de risco cardiovascular perioperatório.

No espectro da avaliação prognóstica em populações específicas, Choi JY, et al. (2023) desenvolveram e validaram modelo de aprendizado de máquina para predição de desfechos adversos em idosos submetidos a cirurgia — com desempenho superior aos escores tradicionais — e Nicolas J, et al. (2026) demonstraram superioridade de modelos de ML sobre escores estabelecidos na predição de eventos adversos após implante transcater de valva aórtica (TAVI) em pacientes com fibrilação atrial (AUC 0,79 vs 0,68). A iniciativa de Abdullah HR, et al. (2024) representa o ensaio clínico randomizado mais ambicioso do período, testando prospectivamente o impacto de algoritmo de ML integrado ao suporte à decisão clínica sobre desfechos clínicos reais.

A análise crítica de Arredondo Montero J. (2024) contribui ao sistematizar as lacunas éticas e metodológicas do campo: viés de seleção nos dados de treinamento, opacidade dos modelos, ausência de validação prospectiva multicêntrica e necessidade de estruturas de

governança para implementação responsável. A ausência de estudos brasileiros ou latino-americanos nos 21 incluídos reforça a necessidade de desenvolvimento e validação de modelos em contextos de saúde pública distintos do norte global, considerando as especificidades das populações atendidas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e sistemas similares (XU W, et al., 2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão de escopo mapeou e sintetizou as evidências científicas disponíveis sobre a aplicação de inteligência artificial na predição de complicações pós-operatórias no campo da Cirurgia Geral, evidenciando um cenário de rápida consolidação, com crescente produção científica de qualidade metodológica progressiva entre 2021 e 2026. Os 21 estudos incluídos demonstram que modelos de aprendizado de máquina, deep learning e processamento de linguagem natural apresentam desempenho preditivo consistentemente superior ao dos instrumentos convencionais de estratificação de risco, com AUC variando entre 0,78 e 0,88 para múltiplos desfechos cirúrgicos.

O paradigma emergente aponta para a integração complementar entre IA e julgamento clínico: os modelos ampliam a capacidade preditiva sem substituir a experiência clínica, especialmente quando combinados com o contexto individual do paciente. A integração desses modelos a sistemas de prontuário eletrônico e dispositivos de monitoramento contínuo configura-se como caminho tecnicamente viável para a implementação com mínimo impacto operacional sobre as rotinas assistenciais.

Persistem lacunas metodológicas relevantes: estudos de validação prospectiva e multicêntrica, sobretudo em contextos de saúde pública e baixa complexidade; modelos desenvolvidos em populações brasileiras e latino-americanas; ensaios clínicos randomizados que avaliem o impacto real da IA sobre desfechos clínicos e custos; e protocolos de governança ética para uso responsável de algoritmos em decisões de alto risco.

Apesar da inteligência artificial representar uma oportunidade concreta de aprimoramento da segurança do paciente cirúrgico, seu potencial pleno somente será alcançado mediante rigor científico, validação externa robusta e implementação ética, centrada no

paciente e fundamentada em evidências. Ainda existe a dificuldade de consolidação da IA no contexto médico, em especial cirúrgico, em razão da realização de poucos estudos prospectivos, em especial latino-americanos, permitindo a generalização dos resultados.

Uma conduta interessante a ser implantada seria a realização dos testes com os diversos tipos de IA, seja para causas específicas, seja inespecíficas, nos mais diversos hospitais, públicos e privados, em região desenvolvida ou em desenvolvimento, a fim de reduzir risco de vieses nos algoritmos e questões éticas com o uso da tecnologia em decisões médicas.

REFERÊNCIAS

- 1 ABDULLAH HR, et al. Protocol for the impact of machine learning-based clinician decision support algorithms in perioperative care (IMAGINATIVE) in Singapore general hospital: a large prospective randomised controlled trial. *BMJ Open*, 2024; 14(12): e086769.
- 2 ARREDONDO MONTERO J. From the mathematical model to the patient: The scientific and human aspects of artificial intelligence in gastrointestinal surgery. *World Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2024; 16(6): 1517-1520.
- 3 BADIA JM, et al. Evaluation of ChatGPT-4 for the detection of surgical site infections from electronic health records after colorectal surgery: A pilot diagnostic accuracy study. *Journal of Infection and Public Health*, 2025; 18(2): 102627.
- 4 BEQARI J, et al. A Pilot Study Using Machine-learning Algorithms and Wearable Technology for the Early Detection of Postoperative Complications After Cardiothoracic Surgery. *Annals of Surgery*, 2025; 281(3): 514-521.
- 5 CAI ZH, et al. Magnetic resonance imaging-based deep learning model to predict multiple firings in double-stapled colorectal anastomosis. *World Journal of Gastroenterology*, 2023; 29(3): 536-548.
- 6 CHIU C, et al. Development of a machine learning-derived model to predict unplanned ICU admissions after major non-cardiac surgery. *BMC Anesthesiology*, 2025; 25(1): 351.
- 7 CHOI JY, et al. Development and Validation of a Prognostic Classification Model Predicting Postoperative Adverse Outcomes in Older Surgical Patients Using a Machine Learning Algorithm: Retrospective Observational Network Study. *Journal of Medical Internet Research*, 2023; 25: e42259.
- 8 DAYAN D, et al. Implementation of artificial intelligence-based computer vision model in laparoscopic appendectomy: validation, reliability, and clinical correlation. *Surgical Endoscopy*, 2024; 38(6): 3310-3319.

- 9 DENCKER EE, et al. Postoperative complications: an observational study of trends in the United States from 2012 to 2018. *BMC Surgery*, 2021; 21(1): 393.
- 10 EL MOHEB M, et al. Artificial intelligence versus surgeon gestalt in predicting risk of emergency general surgery. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 2023; 95(4): 565-572.
- 11 HABICHER M, et al. Perioperative goal-directed therapy with artificial intelligence to reduce the incidence of intraoperative hypotension and renal failure in patients undergoing lung surgery: A pilot study. *Journal of Clinical Anesthesia*, 2025; 102: 111777.
- 12 KANG BY, et al. Serum calcium-based interpretable machine learning model for predicting anastomotic leakage after rectal cancer resection: A multi-center study. *World Journal of Gastroenterology*, 2025; 31(19): 105283.
- 13 MARJANSKI T, et al. Can Artificial Intelligence Help Us in the Evaluation of Coronary Artery Calcification Scores by Acting as a Prognosticator in Patients That Are Operated on Due to Non-Small Cell Lung Cancer? A Pivotal Study. *Journal of Clinical Medicine*, 2024; 13(21).
- 14 MIN JW, et al. A Risk Prediction Model (CMC-AKIX) for Postoperative Acute Kidney Injury Using Machine Learning: Algorithm Development and Validation. *Journal of Medical Internet Research*, 2025; 27: e62853.
- 15 NICOLAS J, et al. Comparative Performance of Machine Learning and Traditional Risk Scores in Predicting Adverse Events After Transcatheter Aortic Valve Replacement in Patients With Atrial Fibrillation. *American Journal of Cardiology*, 2026; 262: 91-97.
- 16 PANOSSIAN VS, et al. Validation of Artificial Intelligence-Based POTTER Calculator in Emergency General Surgery Patients Undergoing Laparotomy: Prospective, Bi-Institutional Study. *Journal of the American College of Surgeons*, 2025; 240(3): 254-262.
- 17 PILAKOUTA MA, et al. Effectiveness of hypotension prediction index software in reducing intraoperative hypotension in prolonged prone-position spine surgery: a single-center clinical trial. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 2025; 39(5): 875-887.
- 18 SUN Y, et al. Application of XGBoost in the prediction of acute postoperative pain after major noncardiac surgery in older patients. *Molecular Pain*, 2025; 21: 17448069251376199.
- 19 XU D, et al. Using the Geriatric Emergency Perioperative Risk Index Derived From Artificial Intelligence Algorithms to Predict Outcomes of Geriatric Emergency General Surgery. *Journal of Surgical Research*, 2025; 309: 188-198.
- 20 XU W, et al. Cerebral Angiography under Artificial Intelligence Algorithm in the Design of Nursing Cooperation Plan for Intracranial Aneurysm Patients in Craniotomy Clipping. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2022; 2022: 2182931.

²¹ YANG X, et al. Machine learning model based on RCA-PDCA nursing methods and differentiating factors to predict hypotension during cesarean section surgery. *Computers in Biology and Medicine*, 2024; 174: 108395.