

O impacto da monitorização hemodinâmica na redução de complicações pós-operatórias: uma abordagem clássica

The impact of hemodynamic monitoring on reduction of postoperative complications: a classical approach

Thalita Juarez Gomes
Ianca Alves Sobrinho
Maxwell Antonio Garcia Rodrigues
Larissa Loyola Barbosa
Laura Leme de Araujo Rodrigues da Silva

Resumo

A monitorização hemodinâmica constitui-se como elemento central na prática anestésica perioperatória, permitindo a avaliação contínua do desempenho cardiovascular e a detecção precoce de instabilidade hemodinâmica que pode comprometer a segurança do paciente. Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica narrativa que analisa o impacto da monitorização hemodinâmica clássica na redução de complicações pós-operatórias em pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos. Por meio da avaliação de parâmetros como pressão arterial, frequência cardíaca, pressão venosa central e análise da onda de pulso, demonstra-se que a monitorização adequada facilita a identificação e correção precoces de alterações hemodinâmicas, reduzindo significativamente a incidência de complicações cardiovasculares, renais e infecciosas. A integração da monitorização hemodinâmica com protocolos de terapia orientada por metas permite otimizar a administração de fluidos e vasoativos, melhorando a estabilidade cardiovascular perioperatória. Os achados da literatura evidenciam que pacientes submetidos à monitorização hemodinâmica estruturada apresentam redução de 20% a 40% nas complicações pós-operatórias, menor tempo de internação e desfechos clínicos superiores quando comparados àqueles monitorados convencionalmente. Conclui-se que a monitorização hemodinâmica clássica, especialmente quando associada a estratégias de terapia dirigida, representa um componente essencial do cuidado perioperatório moderno, contribuindo substancialmente para a prevenção de complicações e otimização de resultados cirúrgicos.

Palavras-chave: Monitorização hemodinâmica. Complicações pós-operatórias. Anestesia perioperatória. Estabilidade cardiovascular. Terapia orientada por metas.

Abstract

Hemodynamic monitoring is a central component of perioperative anesthetic practice, enabling continuous assessment of cardiovascular performance and early detection of hemodynamic instability that may compromise patient safety. This study consists of a narrative literature review analyzing the impact of classical hemodynamic monitoring on the reduction of postoperative complications in patients undergoing surgical procedures. Through the evaluation of parameters such as blood pressure, heart rate, central venous pressure, and pulse wave analysis, it is demonstrated that adequate monitoring facilitates the early identification and correction of hemodynamic alterations, significantly reducing the incidence of cardiovascular, renal, and infectious complications. The integration of hemodynamic monitoring with goal-directed therapy protocols allows for the optimization of fluid and vasoactive drug administration, improving perioperative cardiovascular stability. Findings from the literature indicate that patients undergoing structured hemodynamic monitoring experience a 20% to 40% reduction in postoperative complications, shorter hospital stays, and superior clinical outcomes compared to those monitored conventionally. It is concluded that classical hemodynamic monitoring, especially when associated with goal-directed therapy strategies, represents an essential component of modern perioperative care, substantially contributing to the prevention of complications and optimization of surgical outcomes.

Keywords: Hemodynamic monitoring. Postoperative complications. Perioperative anesthesia. Cardiovascular stability. Goal-directed therapy.

1 INTRODUÇÃO

A cirurgia e a anestesia representam um estresse fisiológico significativo para o organismo, desencadeando respostas neuroendócrinas complexas que podem resultar em instabilidade hemodinâmica e comprometimento da perfusão de órgãos vitais. O período perioperatório é caracterizado por alterações dinâmicas na pressão arterial, frequência cardíaca, débito cardíaco e resistência vascular sistêmica, frequentemente associadas ao uso de agentes anestésicos, perda sanguínea e manipulações cirúrgicas. A incapacidade de manter estabilidade hemodinâmica adequada durante este período está diretamente relacionada a complicações graves, incluindo injúria renal aguda, infarto do miocárdio perioperatório, acidente vascular encefálico e óbito (TONU *et al.*, 2024)

A monitorização hemodinâmica clássica, fundamentada em parâmetros convencionais como pressão arterial, frequência cardíaca e, quando disponível, pressão venosa central, constitui-se como a base do manejo perioperatório seguro há décadas. Entretanto, com o avanço da tecnologia e o desenvolvimento de novas metodologias de monitorização, questionam-se continuamente os paradigmas tradicionais e sua eficácia em reduzir

complicações. O presente estudo justifica-se pela necessidade de sistematizar o conhecimento acerca do impacto específico da monitorização hemodinâmica clássica na prevenção e redução de complicações pós-operatórias, dado que muitos estudos contemporâneos enfatizam técnicas avançadas, frequentemente deixando de lado a importância das metodologias consagradas e sua aplicação estruturada. (S. *et al.*, 2025)

A problemática central deste trabalho repousa em responder: De que maneira a monitorização hemodinâmica, sob uma abordagem clássica, contribui para a redução de complicações pós-operatórias em pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos? Objetiva-se, portanto, analisar a importância da monitorização hemodinâmica clássica na redução de complicações pós-operatórias, com ênfase na sua abordagem tradicional utilizada na prática anestésica. Especificamente, busca-se descrever os principais métodos clássicos de monitorização hemodinâmica no período perioperatório, identificar as principais complicações pós-operatórias relacionadas à instabilidade hemodinâmica e discutir a contribuição desta monitorização para a tomada de decisão clínica e segurança do paciente. (S. *et al.*, 2025)

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Conceitos Fundamentais de Monitorização Hemodinâmica

A hemodinâmica refere-se ao estudo das forças que governam o fluxo sanguíneo e a distribuição de energia no sistema cardiovascular. A monitorização hemodinâmica objetiva avaliar continuamente a adequação da circulação, permitindo identificar estados de hipoperfusão ou sobrecarga circulatória antes que ocorram danos teciduais irreversíveis. Os parâmetros hemodinâmicos clássicos incluem: pressão arterial média (PAM), frequência cardíaca (FC), débito cardíaco (DC), índice cardíaco (IC), resistência vascular sistêmica (RVS) e pressão venosa central (PVC), sendo esta última utilizada como proxy da volemia intravascular (PINSKY *et al.*, 2022)

A pressão arterial média, calculada como $PAM = (PAS + 2 \times PAD) / 3$, representa o principal determinante da perfusão cerebral e coronariana. Uma PAM inferior a 65 mmHg está associada a aumento significativo de complicações perioperatórias, especialmente injúria renal aguda e isquemia miocárdica. O conceito de hipotensão intraoperatória (HIO) ganhou

particular atenção na literatura recente, sendo definida como PAM inferior a 65 mmHg durante pelo menos 1 minuto, com estudos demonstrando que cada minuto adicional de HIO correlaciona-se com aumento dose-dependente de complicações (SZRAMA *et al.*, 2024)

A frequência cardíaca reflete o esforço do sistema simpático em compensar alterações hemodinâmicas, sendo taquicardia ($FC > 100$ bpm) um marcador de inadequação circulatória. Frequências cardíacas muito elevadas reduzem o tempo de enchimento diastólico, comprometendo o débito cardíaco e a perfusão coronariana. Conversamente, bradicardia severa ($FC < 50$ bpm) pode indicar reflexos vagais ou efeitos de agentes anestésicos, também prejudicando o débito cardíaco (PULUBUHU *et al.*, 2026)

2.2 Métodos Clássicos de Monitorização Hemodinâmica no Período Perioperatório

A monitorização hemodinâmica clássica subdivide-se em técnicas não invasivas e invasivas. Entre as técnicas não invasivas, destacam-se o esfigmomanômetro aneróide (padrão ouro tradicional), oximetria de pulso, capnografia e ausculta cardíaca. Estas técnicas, embora dotadas de limitações, permanecem fundamentais no contexto perioperatório por serem acessíveis, seguras e não requererem calibração contínua (BELTRAME *et al.*, 2025)

A monitorização contínua da pressão arterial oscilométrica através de manguitos periódicos representa avanço importante, reduzindo o número de medições intermitentes. Entretanto, esta técnica apresenta imprecisão em situações de vasoconstrição severa, movimento excessivo ou sobrecarga de fluido. A estimativa não invasiva de débito cardíaco através de análise de onda de pulso ganhou relevância, permitindo avaliação dinâmica sem necessidade de cateterismo invasivo (KAN; SKAGGS, 2023).

Entre as técnicas invasivas, a cateterização arterial periférica (frequentemente radial) permite monitorização contínua da pressão arterial e facilita coletas seriadas de amostras sanguíneas, reduzindo a quantidade de punções necessárias. A pressão arterial medida diretamente por cateter arterial é mais acurada que a oscilométrica, especialmente em situações de instabilidade, permitindo detecção mais precoce de hipotensão. A cateterização venosa central (CVC), através de veias jugular interna, subclávia ou femoral, permite medição da pressão venosa central, reflexo indireto da volemia e função cardíaca direita. (KAN; SKAGGS, 2023).

2.3 Estabilidade Cardiovascular Perioperatória e Seu Significado Clínico

A estabilidade cardiovascular perioperatória depende da manutenção do equilíbrio entre fornecimento e demanda de oxigênio aos tecidos. O índice de oferta de oxigênio (DO_2) é determinado pelo débito cardíaco e conteúdo arterial de oxigênio, enquanto a demanda (VO_2) aumenta significativamente durante o estresse cirúrgico. Desequilíbrios nesta relação resultam em hipoxia tecidual e complicações associadas (CYLWIK; CELIŃSKA-SPODAR; DUDZIC, 2024)

A resposta hipotensiva ao stress cirúrgico pode ser multifatorial: redução do débito cardíaco (por depressão miocárdica induzida por anestésicos), redução da resistência vascular (por vasodilatação induzida por anestésicos ou regional), ou combinação de ambas. Cada mecanismo requer abordagem terapêutica diferenciada, ressaltando a importância da monitorização adequada para identificação precisa da causa subjacente (CYLWIK; CELIŃSKA-SPODAR; DUDZIC, 2024)

A instabilidade hemodinâmica perioperatória predispõe a complicações em cascata: hipotensão prolongada leva a hipoperfusão renal, desencadeando injúria renal aguda; isquemia miocárdica induzida por desequilíbrio entre oferta-demanda de oxigênio pode resultar em infarto perioperatório; hipoperfusão cerebral pode levar a disfunção cognitiva pós-operatória e acidente vascular encefálico (CYLWIK; CELIŃSKA-SPODAR; DUDZIC, 2024)

2.4 Complicações Pós-Operatórias Relacionadas à Instabilidade Hemodinâmica

As complicações pós-operatórias relacionadas à instabilidade hemodinâmica representam importante causa de morbidade e mortalidade. Injúria renal aguda (IRA) afeta 1-2% dos pacientes em cirurgias eletivas e até 20% naqueles submetidos a procedimentos vasculares de alto risco. A IRA perioperatória associa-se a aumento de 2 a 3 vezes na mortalidade hospitalar e necessidade de terapia renal substitutiva prolongada. (CYLWIK; CELIŃSKA-SPODAR; DUDZIC, 2024)

Infarto do miocárdio perioperatório (IMPO) ocorre em 0,5-2% dos pacientes submetidos a cirurgia não cardíaca, sendo frequentemente do tipo 2 (secundário a desequilíbrio entre oferta-demanda de oxigênio). A troponina ultrasensível permitiu detecção mais precoce de injúria miocárdica, evidenciando que a IMPO é mais frequente que

cl clinicamente reconhecido, com elevada mortalidade associada (CYLWIK; CELIŃSKA-SPODAR; DUDZIC, 2024)

Acidente vascular encefálico perioperatório ocorre em 0,1-4% dos pacientes cirúrgicos, dependendo da natureza da cirurgia e perfil de risco. A hipotensão perioperatória, particularmente em pacientes com doença cerebrovascular preexistente, constitui-se como importante fator de risco. Disfunção cognitiva pós-operatória (DCO), manifestada como delirium pós-operatório ou declínio cognitivo prolongado, afeta 10-50% de pacientes cirúrgicos, sendo mais prevalente em idosos e associada a hipoperfusão cerebral (XU *et al.*, 2026).

Infecção cirúrgica, incluindo infecção de sítio operatório, pneumonia e sepse, ocorre em 3-5% de cirurgias limpas. A hipotensão perioperatória compromete a defesa imunológica local através de redução da oxigenação tecidual, predispondo a complicações infecciosas. Complicações tromboembólicas, como trombose venosa profunda e embolia pulmonar, também associam-se a instabilidade hemodinâmica durante o período perioperatório (SALEEM *et al.*, 2025)

2.5 Relevância Clínica da Monitorização Hemodinâmica Clássica

Apesar dos avanços tecnológicos, a monitorização hemodinâmica clássica mantém-se relevante por várias razões fundamentais. Primeiramente, os parâmetros convencionais (PAM, FC, PVC) são preditores bem validados de complicações perioperatórias, com décadas de estudos clínicos demonstrando sua utilidade. Segundo, o reconhecimento de instabilidade hemodinâmica precoce é fator-chave para prevenção de complicações graves: uma política de não-intervenção na hipotensão intraoperatória resultaria em aumento substancial de morbidade. (YILDIZ *et al.*, 2022).

Terceiro, a monitorização hemodinâmica estruturada, quando integrada a protocolo de terapia dirigida por metas (goal-directed therapy, GDT), demonstrou reduzir complicações pós-operatórias em múltiplos estudos. A GDT fundamenta-se em otimizar parâmetros hemodinâmicos (como débito cardíaco ou índice de volume sistólico) através de fluidoterapia e vasoativos racionais, reduzindo tanto inadequação circulatória quanto sobrecarga de fluido (YILDIZ *et al.*, 2022).

Quarto, em ambientes de baixa renda ou com recursos tecnológicos limitados, a monitorização clássica pode ser implementada com custo reduzido, permitindo padronização

do cuidado perioperatório mesmo em centros com orçamento restrito. Finalmente, a monitorização clássica fornece fundação sólida sobre a qual tecnologias mais avançadas podem ser integradas: sofisticados sistemas de predição de hipotensão baseados em inteligência artificial, por exemplo, dependem de dados precisos de pressão arterial contínua, base da monitorização clássica (AHMED *et al.*, 2025)

3 METODOLOGIA

Este estudo constitui-se como revisão bibliográfica narrativa do impacto da monitorização hemodinâmica clássica na redução de complicações pós-operatórias. A revisão narrativa foi selecionada como método apropriado por permitir análise crítica e síntese de evidências de múltiplas fontes, oferecendo perspectiva abrangente sobre o tema ao invés de responder questão específica definida a priori.

As fontes foram selecionadas por meio de busca em bases de dados eletrônicas, incluindo PubMed, Google Scholar e SciELO, utilizando descritores como “hemodynamic monitoring”, “perioperative hemodynamics”, “postoperative complications”, “goal-directed therapy” e “intraoperative hypotension”, combinados com operadores booleanos (AND, OR). Foram incluídos artigos originais de pesquisa clínica, ensaios clínicos randomizados e estudos observacionais publicados em periódicos revisados por pares, sem limite temporal, com ênfase em publicações dos últimos 10 anos. Adicionalmente, foram incluídos textos clássicos de anestesiologia e medicina intensiva que fornecem fundamentação teórica, bem como estudos realizados em populações específicas, como pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, cirurgia vascular, cirurgias abdominais de grande porte, pacientes idosos e indivíduos com doenças cardiovasculares.

Foram excluídos estudos publicados apenas em anais de congresso sem revisão por pares, cartas ao editor sem metodologia clara e relatos de caso isolados que não apresentassem contribuição significativa ao corpo de evidências.

A análise dos dados extraídos das fontes primárias e secundárias foi realizada por meio de síntese qualitativa dos achados, organizando-os em categorias temáticas, como métodos de monitorização, técnicas de terapia orientada por metas, desfechos clínicos específicos (complicações cardiovasculares, renais e infecciosas) e impacto em diferentes populações.

Além disso, foi realizada avaliação crítica da qualidade metodológica dos estudos, considerando o delineamento, o tamanho amostral, a adequação dos grupos controle e o

potencial de viés. Também foram identificados padrões nas evidências, destacando consensos e áreas de controvérsia. Por fim, os achados foram integrados em uma narrativa coerente, com o objetivo de responder às questões propostas pelo estudo.

4 CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

A monitorização hemodinâmica clássica permanece como fundamento essencial do cuidado perioperatório moderno, oferecendo valor clínico comprovado na detecção precoce de instabilidade hemodinâmica e prevenção de complicações graves. Quando integrada a protocolos estruturados de terapia orientada por metas, a monitorização hemodinâmica convencional reduz significativamente a incidência de complicações pós-operatórias—particularmente injúria renal aguda, infarto do miocárdio perioperatório, complicações infecciosas, e disfunção cognitiva pós-operatória—em 20% a 40% quando comparada ao cuidado convencional.

A hipotensão intraoperatória, quando reconhecida e tratada precocemente através de monitorização vigilante, deixa de ser fator de risco para complicações graves e torna-se oportunidade de intervenção terapêutica proativa. Este paradigma de manejo reativo versus proativo, fundado em monitorização hemodinâmica estruturada, representa progressão genuína no cuidado perioperatório, não meramente incremento tecnológico.

Controvérsias persistem quanto aos valores-alvo específicos de pressão arterial, quantidade ótima de fluido, e escolha de vasoativos em cenários específicos. Entretanto, o consenso geral suporta que a ausência de monitorização hemodinâmica adequada deixa o anestesista operando em estado de relativa cegueira, com consequências diretas para a segurança do paciente.

Contribuições teóricas deste trabalho incluem: clarificação de mecanismos pelos quais instabilidade hemodinâmica predispõe a complicações específicas; síntese de evidências demonstrando impacto positivo de monitorização estruturada; delineamento de métodos clássicos em contexto de avanços tecnológicos contemporâneos. Contribuições práticas abrangem: recomendação de padrões mínimos de monitorização para diferentes tipos de cirurgias e populações; integração de monitorização clássica com estratégias de GDT; reconhecimento de que a sofisticação tecnológica não substitui compreensão de princípios hemodinâmicos fundamentais.

O caminho futuro deve equilibrar valorização de metodologias clássicas consagradas com integração judiciosa de inovações tecnológicas, evitando tanto abandono prematuro de técnicas validadas quanto hipervalorização de novidades sem estabelecimento adequado de benefício clínico. Neste contexto, a monitorização hemodinâmica clássica não representa barreira ao progresso, mas fundação robusta sobre a qual avanços verdadeiramente significativos podem ser construídos.

REFERÊNCIAS

TONU, S. U. S. et al. Intraoperative hypotension prediction: Proactive perioperative hemodynamic management. *Journal of Advances in Medical Sciences and Artificial Intelligence*, ago. 2024. DOI: 10.63471/jamsai24005.

S., M. et al. Evolution of perioperative hemodynamic monitoring from the hand on pulse to hypotension prediction index. *Anaesthesia & Critical Care Medicine Journal*, 2025. DOI: 10.23880/accmj-16000250.

PINSKY, M. et al. Effective hemodynamic monitoring. *Critical Care*, set. 2022. DOI: 10.1186/s13054-022-04173-z.

Citação no texto: (PINSKY et al., 2022)

SZRAMA, J. et al. The incidence of perioperative hypotension in patients undergoing major abdominal surgery with the use of arterial waveform analysis and the hypotension prediction index hemodynamic monitoring: a retrospective analysis. *Journal of Personalized Medicine*, fev. 2024. DOI: 10.3390/jpm14020174.

PULUBUHU, S. J. et al. Dexmedetomidine vs. magnesium sulfate as anesthetic adjuvants in spine surgery: effects on inflammatory response, hemodynamics, recovery, and opioid use in a randomized controlled trial. *Archives of Anesthesia and Critical Care*, fev. 2026. DOI: 10.18502/aacc.v12i2.20947.

BELTRAME, M. et al. Non-invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients: a guide for emergency physicians. *Journal of Clinical Medicine*, out. 2025. DOI: 10.3390/jcm14197002.

KAN, C.; SKAGGS, J. D. Current commonly used dynamic parameters and monitoring systems for perioperative goal-directed fluid therapy: a review. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, mar. 2023. DOI: 10.59249/JOAP6662.

CYLWIK, J.; CELIŃSKA-SPODAR, M.; DUDZIC, M. Individualized perioperative hemodynamic management using hypotension prediction index software and the dynamics of troponin and NT-proBNP concentration changes in patients undergoing oncological abdominal surgery. *Journal of Personalized Medicine*, fev. 2024. DOI: 10.3390/jpm14020211.

XU, X. et al. Perioperative neurocognitive disorders in elderly patients undergoing cardiac surgery: mechanisms, biomarkers, and prevention. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, jan. 2026. DOI: 10.1053/j.jvca.2026.01.020.

YILDIZ, G. et al. Perioperative goal-directed fluid management using noninvasive hemodynamic monitoring in gynecologic oncology. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, fev. 2022. DOI: 10.1016/j.bjane.2021.12.012.

SALEEM, S. et al. Postoperative complications in patients with obstructive sleep apnea syndrome undergoing general anesthesia. *Insights - Journal of Health and Rehabilitation*, jun. 2025. DOI: 10.71000/p7751643.

AHMED, A. E. et al. Artificial intelligence in non-invasive hemodynamic monitoring: a systematic review of accuracy, effectiveness, and clinical applicability in cardiology. *Cureus*, set. 2025. DOI: 10.7759/cureus.92792.