

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO “PROF. JOSÉ DE SOUZA HERDY”

UNIGRANRIO

RAIANE KATLIN DA COSTA PIRES

A Hemotransfusão na Circulação Extracorpórea em cirurgias cardíacas

RIO DE JANEIRO

2025

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO “PROF. JOSÉ DE SOUZA HERDY”
UNIGRANRIO

RAIANE KATLIN DA COSTA PIRES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza
Herdy”, como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Prof. Dra Elaine de Aviz

RIO DE JANEIRO
2025

RAIANE KATLIN DA COSTA PIRES

A Hemotransfusão na Circulação Extracorpórea em cirurgias cardíacas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Prof. Dra Elaine de Aviz

Aprovada em:

Duque de Caxias, _____ de _____ de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. ____ (orientador)

Prof.

Prof.

AGRADECIMENTOS

A jornada da graduação, culminando neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), foi marcada por desafios, aprendizados e, acima de tudo, pela presença e apoio de pessoas e forças essenciais.

Em primeiro lugar, a Deus, por ter me sustentado em cada etapa desta caminhada. A Ele, toda a honra e glória por ter cumprido a promessa em minha vida e me conceder a força para concluir este ciclo.

Aos meus amados pais, meu eterno porto seguro. O meu agradecimento é imensurável a vocês que, com amor e dedicação incondicionais, nunca permitiram que as tempestades da vida me molhassem, protegendo e aquecendo o meu potencial. Por sempre acreditarem em mim, este sucesso também é de vocês.

Às minhas queridas amigas Marianas: Menezes, Brandino e Souza. Vocês não foram apenas colegas, mas faróis que iluminaram e tornaram mais leve a jornada da faculdade. Obrigada por dividirem cada risada, cada angústia e cada vitória. A amizade de vocês foi um presente inestimável.

À Dra. Eliane Aviz, minha orientadora. Sou profundamente grata por ter aceitado o desafio de me guiar. Sua paixão pela Perfusão Extracorpórea me contagiou e me fez mergulhar ainda mais fundo neste universo. Sua orientação foi fundamental para a concretização deste trabalho.

À Dra. Carolina Farias, minha mentora, professora e amiga. Sua paciência incansável, seu cuidado e sua crença no meu potencial são a prova da profissional brilhante e da pessoa grandiosa que você é. Muito obrigada por cada ensinamento e apoio.

À minha irmã, que, com sua presença e apoio inabalável, foi uma peça fundamental na minha trajetória. Seu incentivo e carinho me ajudaram a persistir e a celebrar cada passo desta conquista.

Dedico este trabalho com todo meu amor e saudade ao meu falecido avô, José Maria Gomes Pires, e ao meu primo, Rendriki Alexandrino Pires. Vocês não estão presentes fisicamente, mas são as estrelas que brilham em meu céu e o combustível eterno que me impulsionou a continuar nesta árdua jornada.

Obrigada a todos!

Sumário

RESUMO.....	7
INTRODUÇÃO	9
METODOLOGIA	12
RESULTADOS.....	12
DISCUSSÃO	21
CONCLUSÃO	24

A Hemotransfusão na Circulação Extracorpórea em cirurgias cardíacas

Raiane Katlin da Costa Pires ¹

Elaine de Aviz ²

RESUMO

O estudo investigou os impactos da hemotransfusão em cirurgias cardíacas realizadas com circulação extracorpórea (CEC), destacando os riscos associados ao uso de hemocomponentes durante o procedimento. A pesquisa buscou compreender de que forma a transfusão influencia a morbimortalidade, a resposta inflamatória sistêmica e os desfechos pós-operatórios, ressaltando a necessidade de práticas transfusionais mais criteriosas. A investigação foi conduzida por meio de uma revisão integrativa da literatura, reunindo artigos publicados entre 2015 e 2025 nas bases PubMed, SciELO e Google Acadêmico. A análise contemplou estudos multicêntricos, meta-análises e ensaios clínicos que abordaram diretamente a transfusão na CEC, seus efeitos fisiopatológicos e os protocolos contemporâneos de manejo do sangue do paciente. Os resultados evidenciaram que a transfusão aumenta significativamente o risco de complicações cardiovasculares, renais, infecciosas e pulmonares. Os estudos revisados demonstraram relação direta entre o volume transfundido e a incidência de eventos adversos, incluindo maior tempo de internação, reoperações e mortalidade precoce e tardia. Também se observou que a imunomodulação induzida por sangue alogênico contribui para maior suscetibilidade a infecções. Por outro lado, estratégias restritivas e programas de Patient Blood Management (PBM) mostraram-se eficazes em reduzir riscos, custos hospitalares e exposição desnecessária ao sangue. Concluiu-se que a hemotransfusão na CEC deve ser conduzida com rigor, embasamento científico e avaliação individualizada, sendo considerada uma intervenção de exceção. A adoção de práticas restritivas e de estratégias de PBM melhora a segurança transfusional, otimiza a recuperação do paciente e reduz a morbimortalidade associada ao procedimento.

Palavras-chave: Hemotransfusão. Circulação extracorpórea. Patient Blood Management. Complicações pós-operatórias. Segurança transfusional.

ABSTRACT

The study investigated the impacts of blood transfusion in cardiac surgeries performed with cardiopulmonary bypass (CPB), highlighting the risks associated with the use of blood components during the procedure. The research aimed to understand how transfusion influences morbidity and mortality, systemic inflammatory response, and postoperative outcomes, emphasizing the need for more rigorous transfusion practices. The investigation was conducted through an integrative literature review, gathering articles published between 2015 and 2025 from PubMed, SciELO, and Google Scholar. The analysis included multicenter studies, meta-analyses, and clinical trials that directly addressed transfusion in CPB, its pathophysiological effects, and contemporary patient blood management protocols. The results showed that transfusion significantly increases the risk of cardiovascular, renal, infectious, and pulmonary complications. The reviewed studies demonstrated a direct relationship between the transfused volume and the incidence of adverse events, including longer hospital stays, reoperations, and early and late mortality. It was also observed that immunomodulation induced by allogeneic blood contributes to greater susceptibility to infections. On the other hand, restrictive strategies and Patient Blood Management (PBM) programs proved effective in reducing risks, hospital costs, and unnecessary exposure to blood. It was concluded that transfusion in CPB should be conducted with rigor, scientific support, and individualized evaluation, being considered an intervention

¹ Graduanda do curso de Biomedicina na Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO.

² Graduada em Fisioterapia - Perfusionista membro titulado SBCEC.

of exception. The adoption of restrictive practices and PBM strategies improves transfusion safety, optimizes patient recovery, and reduces morbidity and mortality associated with the procedure.

Keywords: Blood transfusion. Extracorporeal circulation. Patient Blood Management. Postoperative complications. Transfusion safety.

INTRODUÇÃO

A consolidação da Cirurgia Cardíaca como disciplina de sucesso deve-se, em grande parte, à incorporação da Circulação Extracorpórea (CEC). Essa tecnologia, um triunfo da engenharia biomédica, proporciona o suporte mecânico necessário às funções cardiopulmonares, permitindo que cirurgiões realizem procedimentos intrincados no miocárdio sem fluxo sanguíneo ou movimento (MORAES et al., 2023). Desde a intervenção pioneira de John e Mary Gibbon em 1953, a CEC evoluiu, integrando sistemas de monitoramento e oxigenação altamente eficientes que garantem a viabilidade tecidual e a perfusão durante o tempo cirúrgico (SOUZA et al., 2006; BAKER et al., 2013).

Apesar de seu caráter essencial, o contato prolongado do sangue com o circuito artificial da CEC não é inócuo. Essa interação desencadeia uma resposta inflamatória sistêmica e distúrbios na coagulação, além de induzir, pelo volume de *priming*, a hemodiluição acontece desta forma assim em alguns casos reduzindo a capacidade intrínseca do sangue de transportar oxigênio. Como resposta direta a essa condição de baixo hematócrito, a hemotransfusão intraoperatória torna-se um recurso terapêutico recorrente e, muitas vezes, salvador (COELHO et al., 2022).

Entretanto, o uso de hemocomponentes introduz um paradoxo clínico: embora vital para a manutenção da homeostase e oxigenação, está associado a uma série de riscos transfusionais que podem comprometer o prognóstico. Complicações pós-operatórias como disfunção renal aguda, infecções e eventos cardiovasculares adversos são frequentemente observadas com maior incidência em pacientes que recebem transfusão, conforme vastamente documentado na literatura (SILVA et al., 2023). Este cenário exige uma reavaliação crítica dos limiares transfusionais, migrando de práticas padronizadas para uma gestão de risco baseada em evidências individualizadas.

No Brasil, a segurança desse processo é regida por um rigoroso sistema normativo (Lei nº 10.205/2001), que estabelece critérios de testagem, triagem e compatibilidade supervisionados por Serviços de Hemoterapia e Agências Transfusionais (BRASIL, 2015). A expansão contínua dos procedimentos cardiovasculares no país (Silva et al., 2023) intensifica a pressão sobre esses serviços e sublinha a necessidade de excelência no manejo racional do sangue, visando

mitigar os riscos de morbidade e mortalidade associados ao seu uso excessivo (GOMES et al., 2015; MORAES et al., 2023).

A qualidade do desfecho clínico na cirurgia cardíaca é uma responsabilidade multiprofissional. O biomédico, nesse contexto, desempenha uma função insubstituível, atuando no controle de qualidade, na garantia da compatibilidade e na hemovigilância dos produtos utilizados durante a CEC. A expertise desse profissional é crucial para que os protocolos de transfusão sejam executados de forma segura e técnica.

É imperativo, portanto, que a comunidade científica dedique-se à elucidação dos impactos precisos da hemotransfusão em pacientes cirúrgicos de CEC. Essa investigação não apenas refinará os protocolos existentes, como também contribuirá para a valorização do controle de qualidade e da segurança transfusional na rotina hospitalar.

Diante do complexo balanço entre a necessidade de suporte volêmico e os riscos inerentes da transfusão, o presente estudo tem como objetivo principal investigar os efeitos da hemotransfusão em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com Circulação Extracorpórea (CEC), com foco específico nas complicações manifestadas no período pós-operatório. O presente trabalho tem como finalidade

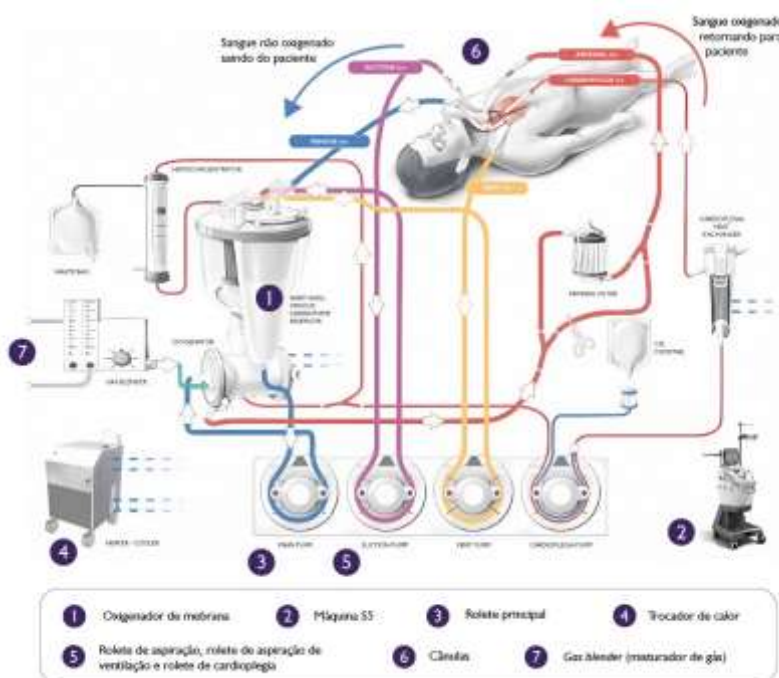
Avaliar a associação entre o volume de hemotransfusão e o desenvolvimento de eventos infecciosos, cardiovasculares e neurológicos no pós-operatório.

Comparar os desfechos clínicos (morbidade) entre os pacientes transfundidos e o grupo de não transfundidos.

Mensurar o impacto da hemotransfusão no tempo total de internação e nas taxas de mortalidade.

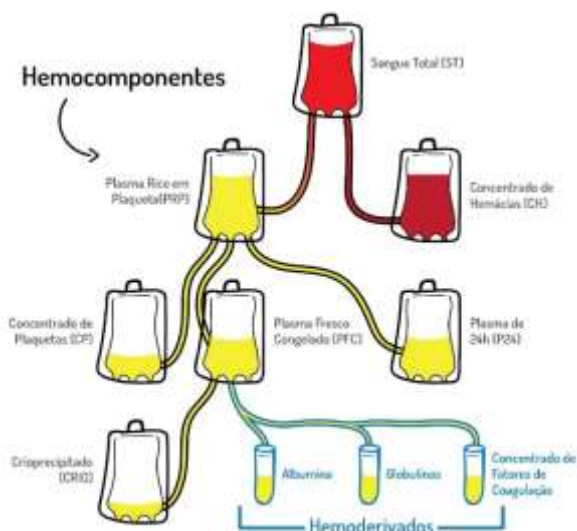
A relevância desta pesquisa está em fornecer dados empíricos atualizados para a otimização dos protocolos transfusionais, visando a redução de complicações e o aprimoramento da qualidade do cuidado prestado. O incentivo ao uso criterioso de hemocomponentes é uma estratégia essencial para a segurança e o sucesso na cirurgia cardiovascular contemporânea.

Figura 1 - Equipamento para circulação extracorpórea



Fonte: Hospital Pequeno Príncipe, 2023

Figura 2 - Hemocomponentes e Hemoderivados



Fonte: Saúde.gov

METODOLOGIA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi desenvolvido por meio de uma revisão integrativa da literatura, com o objetivo de sintetizar e analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre hemotransfusão, circulação extracorpórea e perfusão. A revisão integrativa permite a combinação de dados da literatura empírica e teórica, possibilitando uma compreensão abrangente do tema estudado (Botucatu, 2015).

A pesquisa foi conduzida nas bases de dados Google Acadêmico, SciELO e PubMed, utilizando descritores em português e inglês, como: *hemotransfusão*, *circulação extracorpórea*, *perfusão*, *cardiopulmonary bypass*, *extracorporeal circulation* e *perfusion*. A seleção dos descritores foi baseada nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e no Medical Subject Headings (MeSH), garantindo a precisão e relevância dos termos utilizados.

Foram estabelecidos critérios de inclusão que contemplaram artigos científicos publicados entre 2015 e 2025, disponíveis na íntegra e que abordassem diretamente os temas propostos. Os critérios de exclusão englobaram artigos com mais de 10 anos de publicação, artigos de opinião, trabalhos de conclusão de curso de graduação, dissertações, teses e publicações que não estivessem disponíveis na íntegra ou que não apresentassem rigor metodológico adequado.

O processo de seleção dos estudos seguiu as etapas recomendadas para revisões integrativas: identificação do tema e formulação da pergunta de pesquisa, estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão, busca nas bases de dados selecionadas, avaliação crítica dos estudos incluídos, interpretação dos resultados e apresentação da síntese do conhecimento.

RESULTADOS

Uma extensa meta-análise conduzida por Ranucci et al. (2023) investigou a correlação entre a transfusão de concentrado de hemácias e os desfechos clínicos, incluindo a mortalidade, em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. O estudo consolidou dados de 180.074 pacientes provenientes de 39 publicações

internacionais. Os resultados foram categóricos: a mortalidade em período imediato (até 30 dias após a cirurgia) foi verificada em um nível 3,8 vezes maior no grupo de indivíduos transfundidos. De forma similar, a mortalidade em período tardio (após um *follow-up* médio de seis anos) revelou-se duas vezes superior naqueles que receberam o hemocomponente em comparação aos não transfundidos.

Para fins de ilustração quantitativa, o Gráfico 1 apresenta a diferença comparativa nas taxas de mortalidade. Entre os pacientes que foram transfundidos, a taxa de mortalidade precoce aproximou-se de 12%, e a tardia, de 8%. Em contrapartida, os indivíduos não transfundidos demonstraram índices consideravelmente inferiores, de 3% e 4%, respectivamente. Esta acentuada disparidade visual destaca o impacto clínico desfavorável da transfusão sobre o prognóstico pós-operatório, enfatizando a necessidade de que o uso de hemocomponentes seja guiado por critérios de estrita essencialidade e cautela.

Além dos dados sobre mortalidade, a investigação científica evidenciou um aumento significativo na incidência de infecção pulmonar e insuficiência renal aguda entre os pacientes que receberam transfusão durante a fase perioperatória. Tais achados sugerem fortemente que a administração de sangue alogênico pode ser o agente desencadeador de uma resposta inflamatória exacerbada e de disfunções orgânicas consequentes, fatores que contribuem decisivamente para o agravamento do estado de saúde e para a elevação das taxas de óbito.

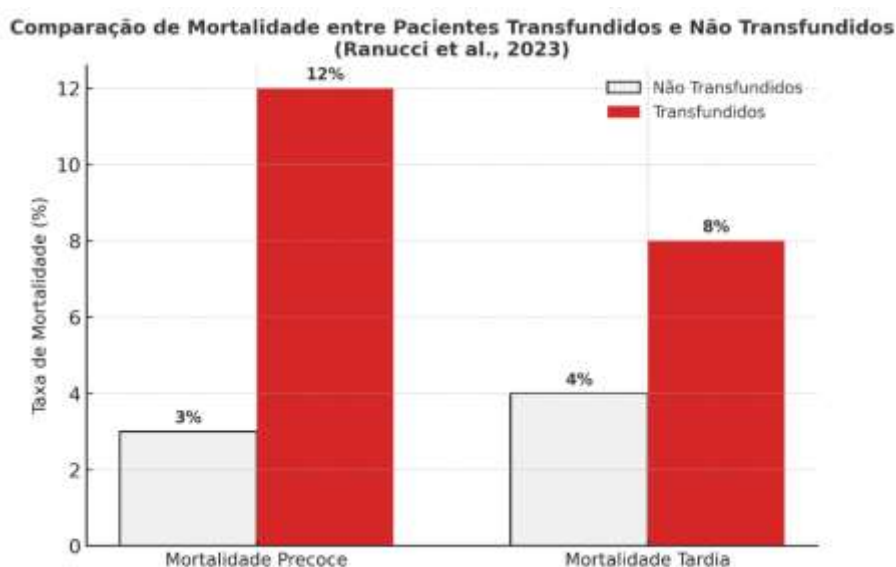
Os autores ressaltam que a ocorrência desses efeitos adversos não se limita exclusivamente ao ato da transfusão, mas envolve múltiplas variáveis, tais como: o volume total transfundido, o tempo de preservação das hemácias, e as condições clínicas inerentes ao paciente (idade avançada, presença de comorbidades e o tempo de duração da circulação extracorpórea). Diante disso, a adoção de uma política transfusional restritiva é recomendada, devendo ser baseada em protocolos individualizados e na monitorização de indicadores fisiológicos em tempo real — como a perfusão tecidual e a saturação de oxigênio —, evitando-se a dependência unilateral de valores laboratoriais estáticos, como o nível de hemoglobina.

A conclusão do trabalho de Ranucci et al. (2023) é clara: a transfusão de hemocomponentes, apesar de ser um procedimento de resgate em situações críticas,

atua como um importante fator prognóstico de complicações e mortalidade na população de cirurgia cardíaca. Desse modo, a implementação de medidas de Gerenciamento do Sangue do Paciente (*Patient Blood Management – PBM*) e o uso racional do sangue são essenciais para minimizar os riscos inerentes e otimizar a trajetória de recuperação pós-operatória.

Tais informações reforçam a função indispensável do biomédico e da equipe multidisciplinar na tomada de decisão sobre a necessidade transfusional, garantindo não somente a segurança e a qualidade do hemocomponente utilizado, mas também a redução de complicações associadas e, conseqüentemente, a preservação da vida do paciente.

Gráfico 1 – Comparação da mortalidade entre pacientes transfundidos e não transfundidos



Fonte: imagem de criação autoral

A Relação Quantitativa entre Volume Transfusional e Desfechos Adversos (Punta et al., 2022)

O estudo conduzido por Punta et al. (2022) dedicou-se a investigar a dependência entre a dose de concentrado de hemácias administrada e a manifestação de eventos cardiovasculares desfavoráveis em pacientes submetidos à cirurgia de substituição valvar. Com uma amostra robusta de 58.299 indivíduos, esta pesquisa se estabeleceu como uma das maiores análises retrospectivas em sua área. O objetivo central dos pesquisadores era mensurar como o incremento progressivo

no número de unidades de sangue impactava as taxas de óbito e a ocorrência de complicações durante o período perioperatório.

Os resultados observados revelaram uma clara proporcionalidade direta no risco de morte à medida que o volume de hemácias administradas aumentava. Pacientes que receberam uma única unidade registraram uma taxa de mortalidade em torno de 6%. Aqueles que receberam duas unidades viram essa taxa subir para 9%, e nos indivíduos transfundidos com três ou mais unidades, o percentual atingiu 15%. Estes dados, expressos visualmente no Gráfico 2, confirmam que o risco de mortalidade se eleva continuamente, seguindo o padrão de crescimento do volume transfundido, mesmo em uma escala percentual de 0 a 100%.

A análise estatística aprofundada do estudo determinou que o Hazard Ratio (HR), que representa o risco relativo de morte, escalava significativamente em função do número de unidades transfundidas. O risco relativo foi de $HR = 1,53$ para uma unidade, $HR = 1,97$ para duas unidades, e atingiu $HR = 3,03$ para três ou mais unidades. Tais valores demonstram inequivocamente que a probabilidade de mortalidade em pacientes expostos a maiores volumes transfusionais é quase o triplo daquela observada nos indivíduos que não necessitaram de transfusão.

Para além do aumento da mortalidade, o estudo apontou para um crescimento marcante na incidência de outros eventos adversos graves, incluindo acidente vascular cerebral (AVC) e infarto agudo do miocárdio (IAM), cuja frequência também se mostrou diretamente proporcional ao volume de bolsas administradas. A evidência sugere que cada unidade de sangue adicional fornecida durante a cirurgia estava associada a um incremento estatisticamente significativo nas chances de desenvolver complicações tanto neurológicas quanto cardiovasculares.

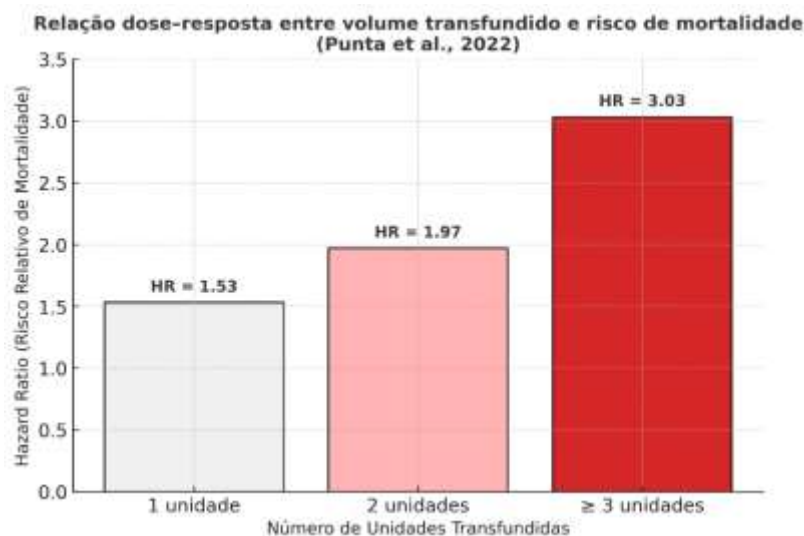
Outro achado crucial identificado pelos autores foi o tempo prolongado de permanência hospitalar para aqueles pacientes que foram submetidos a transfusões múltiplas. Em média, o período necessário para a recuperação desses pacientes foi 40% superior em comparação com o grupo de controle. Esse aumento no tempo de internação é atribuído não só às complicações cardiovasculares, mas também à maior vulnerabilidade a infecções nosocomiais e à necessidade de suporte ventilatório

estendido, o que consolida o impacto negativo da administração excessiva de hemocomponentes.

Em linhas gerais, o trabalho de Punta et al. (2022) conclui que a transfusão de sangue, embora frequentemente um procedimento necessário em cirurgias complexas, deve ser conduzida sob máxima cautela e individualização, visto que volumes elevados estão solidamente vinculados a piores prognósticos clínicos. As descobertas desta pesquisa reforçam a imperatividade de se adotar estratégias transfusionais restritivas, que sejam orientadas por uma avaliação fisiológica e clínica abrangente, em vez de se basear apenas em valores laboratoriais isolados. Adicionalmente, o estudo evidencia a necessidade de capacitação contínua para a equipe multiprofissional (incluindo biomédicos, cirurgiões e enfermeiros) no que tange à avaliação precisa das indicações transfusionais e à implementação de programas de conservação sanguínea.

Portanto, o gráfico 2, elaborado com base nos dados fornecidos por Punta et al. (2022), oferece uma ilustração nítida dessa relação de proporcionalidade entre a elevação do volume transfundido e o aumento da taxa de mortalidade. A representação visual em porcentagem (escala de 0 a 100%) enfatiza a relevância clínica e a prudência necessária no manejo transfusional em pacientes submetidos a procedimentos cardíacos.

Gráfico 2 – Relação dose-resposta entre volume transfundido e risco de mortalidade (Punta et al., 2022)



Fonte: imagem de criação autoral

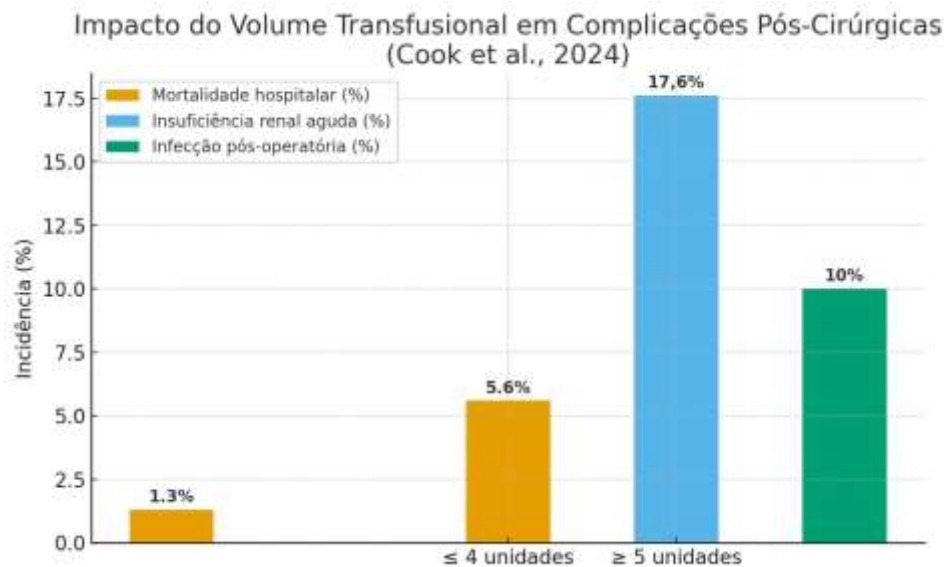
A Influência do Volume de Hemácias na Morbidade (Cook et al., 2024)

O estudo retrospectivo conduzido por Cook et al. (2024), que analisou o prontuário de 4.514 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, dedicou-se a investigar como o volume de concentrado de hemácias transfundido impacta a ocorrência de complicações após a cirurgia. A coorte de pacientes foi dividida em dois grupos com base na quantidade de unidades recebidas: aqueles com até quatro unidades (≤ 4 U) e aqueles que necessitaram de cinco ou mais unidades (≥ 5 U).

Os resultados obtidos confirmaram uma relação de proporcionalidade direta entre a elevação do volume transfusional e o aumento dos desfechos clínicos adversos. A mortalidade hospitalar foi de 5,6% no grupo de maior transfusão (≥ 5 U), percentual significativamente superior aos 1,3% observados no grupo que recebeu menos unidades. De maneira semelhante, o grupo que recebeu cinco ou mais unidades apresentou maior incidência de complicações renais, com 17,6% dos indivíduos desenvolvendo insuficiência renal aguda. Adicionalmente, infecções pós-operatórias foram documentadas em 10% dos pacientes deste mesmo grupo, demonstrando o impacto negativo e expressivo da transfusão maciça na recuperação global.

Estes achados científicos consolidam a conclusão de que o volume crescente de hemácias transfundidas está firmemente associado a piores prognósticos clínicos, englobando riscos aumentados de disfunção renal, complicações infecciosas e, principalmente, mortalidade. Tal evidência reforça a necessidade inadiável de se adotar estratégias transfusionais cautelosas e restritivas no contexto da cirurgia cardiovascular.

Gráfico 3 – Impacto do volume transfusional em complicações pós-cirúrgicas (Cook et al., 2024)



Fonte: Fonte: imagem de criação autoral

O estudo conduzido por Murphy et al. (2023) realizou uma comparação direta entre duas abordagens de transfusão sanguínea em indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca: uma prática restritiva e uma prática liberal, com o objetivo de determinar o impacto nos desfechos clínicos.

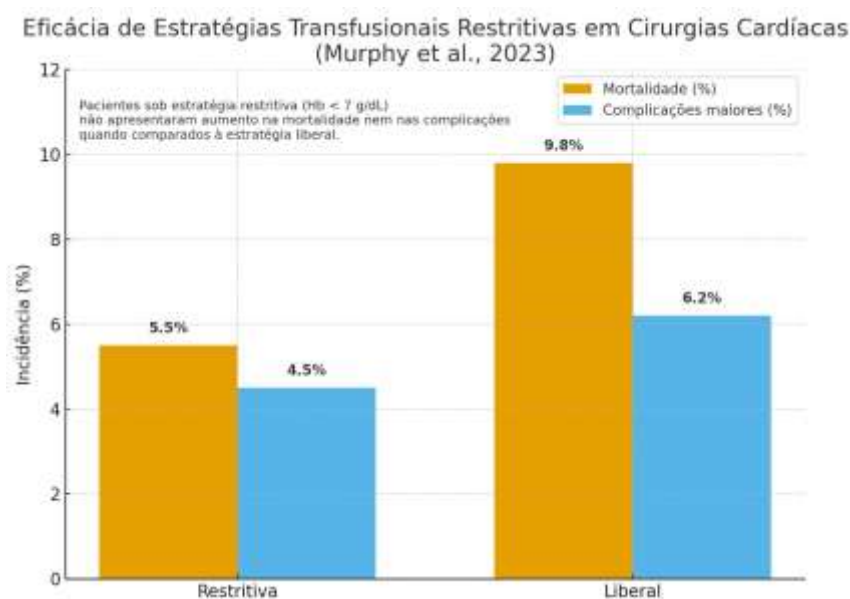
Foram realizados critérios e comparações de Estratégias, sendo esses; Estratégia restritiva que Indicava a transfusão de hemocomponentes somente quando a concentração de hemoglobina (Hb) do paciente atingia um nível inferior a 7 g/dL. Estratégia liberal que Adotava critérios de indicação mais permissivos ou menos conservadores para a transfusão.

Possuindo também achados Chaves, sendo compreendidos nos resultados obtidos indicaram que a implementação da estratégia restritiva não resultou em elevação na mortalidade hospitalar nem na incidência de complicações graves em comparação com a abordagem liberal. Na verdade, foi observada uma diminuição nos valores percentuais dos eventos adversos no grupo restritivo;

- I) A mortalidade hospitalar foi de 5,5% no grupo restritivo, enquanto o grupo liberal registrou 9,8%.
- II) A incidência de complicações maiores foi de 4,5% para o grupo restritivo e de 6,2% para o grupo liberal.

As implicações clínicas podem ser conclusas que estes dados demonstram que o uso de limiares transfusionais mais conservadores é seguro para o paciente, e pode ser benéfico ao diminuir o uso desnecessário de sangue e, consequentemente, reduzir a exposição a riscos inerentes à transfusão (reações adversas e complicações). Conclui-se que a estratégia restritiva é eficaz e segura, validando a importância de se adotar protocolos transfusionais baseados em evidências que priorizem a racionalização do uso de sangue e seus derivados em cirurgias cardiovasculares.

Gráfico 4 – Eficácia de estratégias transfusionais restritivas em cirurgias cardíacas (Murphy et al., 2023)



Fonte: Fonte: imagem de criação autoral

A Eficácia do Gerenciamento do Sangue do Paciente (PBM): Revisão Sistemática de Barroso et al. (2022)

O trabalho de Barroso et al. (2022) apresenta uma revisão sistemática detalhada que examina a eficácia dos Programas de Gerenciamento do Sangue do Paciente (*Patient Blood Management – PBM*) quando aplicados em procedimentos de cirurgia cardíaca. O PBM é definido como uma abordagem colaborativa e multiprofissional cujo foco é a utilização criteriosa do sangue. Seus objetivos incluem a redução da necessidade de transfusões desnecessárias, a otimização da produção interna de hemácias pelo paciente (*eritropoiese*) e a mitigação das complicações inerentes ao uso de hemocomponentes.

Resultados chave na redução de risco consistiram na análise que compreendeu 22 estudos clínicos, englobando um total superior a 35 mil pacientes, e revelou que a implementação do PBM resultou em melhorias significativas nos desfechos clínicos e na redução de riscos. Em média, as unidades de saúde que integraram esse programa conseguiram diminuir em até 30% a necessidade de transfusões de hemocomponentes, especialmente no uso de concentrado de hemácias. Esse declínio é primariamente atribuído à correção pré-operatória da anemia e à aplicação de protocolos transfusionais restritivos, fatores que diminuem a dependência de sangue alogênico durante a intervenção cirúrgica.

Impacto na morbidade e na gestão hospitalar foi observado pela redução de demanda por transfusões, os programas de PBM contribuíram de forma marcante para a diminuição das complicações pós-operatórias. Os dados reportados por Barroso et al. (2022) indicaram uma queda de aproximadamente 25% na incidência de insuficiência renal aguda, uma redução de 20% nos quadros de infecções hospitalares e uma diminuição de 15% nos eventos tromboembólicos. Esses percentuais demonstram que, ao minimizar a exposição do paciente à transfusão, o PBM reduz a ativação da resposta inflamatória sistêmica e a ocorrência de reações imunológicas frequentemente desencadeadas pelo uso de hemocomponentes.

Uma descoberta adicional de grande valor foi a redução do tempo médio de hospitalização, que foi menor em até dois dias para pacientes tratados em instituições que adotaram o PBM. Essa otimização temporal não apenas significa uma recuperação clínica mais rápida, mas também acarreta menores custos hospitalares e um uso mais eficiente dos recursos. Dessa forma, o PBM se demonstra vantajoso tanto do ponto de vista econômico quanto clínico, representando uma estratégia sustentável para sistemas de saúde focados em qualidade.

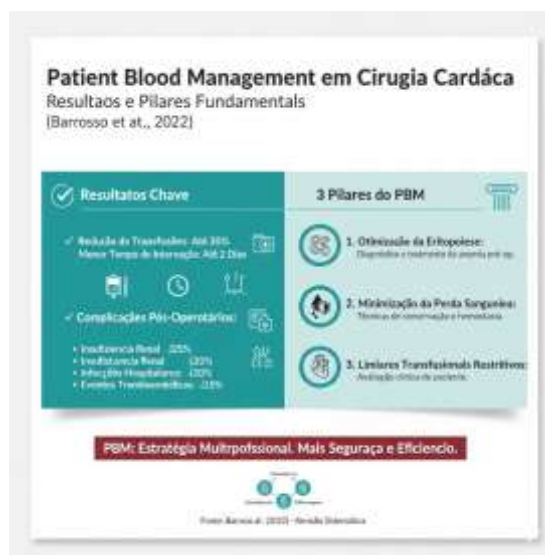
A estrutura de três componentes fundamentais do PBM são a otimização da eritropoiese pré-operatória que está concentrada no diagnóstico e no tratamento da anemia do paciente antes do procedimento cirúrgico. Minimização das perdas sanguíneas intraoperatórias alcançadas por meio de técnicas de conservação, uso de agentes antifibrinolíticos e controle rigoroso da hemostasia. Além da adoção de limiares transfusionais restritivos que prioriza a avaliação fisiológica do paciente (como

a saturação de oxigênio e os sinais de hipoperfusão) em vez de depender de valores laboratoriais de hemoglobina fixos.

Esses pilares posicionam o PBM como uma metodologia focada integralmente no paciente, exigindo a integração de diversas áreas médicas, como biomedicina, cirurgia, anestesiologia e enfermagem, para promover a gestão eficiente do sangue. A implementação bem-sucedida do PBM demanda apoio institucional, educação continuada e a monitorização constante dos indicadores de uso de sangue.

Em conclusão, o estudo de Barroso et al. (2022) prova que a aplicação do PBM em cirurgias cardíacas leva a um melhor prognóstico clínico, menor risco transfusional e aceleração da recuperação. Esses resultados validam que a gestão racional dos hemocomponentes não só eleva o padrão de segurança, mas também otimiza recursos, consolidando o *Patient Blood Management*, paradigma essencial na medicina contemporânea.

Figura 3 - Gerenciamento de Sangue do Paciente em Cirurgia Cardíaca



Fonte: imagem de criação autoral

DISCUSSÃO

A hemotransfusão em procedimentos cardíacos que utilizam circulação extracorpórea (CEC) permanece um tema central e desafiador na perfusão cardiovascular e na biomedicina. Embora seja indispensável em determinadas situações, o uso de hemocomponentes durante a CEC ainda suscita dúvidas quanto

aos seus reais efeitos clínicos, especialmente no que diz respeito à segurança do paciente e aos desfechos no pós-operatório. Mesmo com os avanços tecnológicos e a padronização de protocolos transfusionais, esperava-se uma redução nas complicações associadas; entretanto, estudos recentes indicam que o risco de eventos adversos permanece elevado quando a transfusão não é conduzida de forma rigorosamente criteriosa (RANUCCI et al., 2023; PUNTA et al., 2022).

No decorrer da CEC, o sangue do paciente entra em contato com superfícies não endotelizadas que compõem o circuito, o que induz uma série de reações imunológicas e inflamatórias. Essa interação estimula a ativação do sistema complemento, das plaquetas e dos leucócitos, resultando em um estado de inflamação sistêmica que pode ser intensificado pela hemodiluição e pela própria transfusão de hemocomponentes (MENDOZA et al., 2021).

Apesar de a transfusão sanguínea ser essencial para recuperar o volume circulante e garantir o aporte de oxigênio, ela tem o potencial de exacerbar essa resposta inflamatória, favorecendo o surgimento de complicações como insuficiência renal aguda, disfunção pulmonar e uma maior vulnerabilidade a infecções (Shuhaib et al., 2021; Park et al., 2020).

Os achados da literatura indicam que a transfusão, quando praticada sem diretrizes claras, pode elevar significativamente a chance de morbimortalidade em pacientes submetidos à cirurgia do coração. Uma investigação multicêntrica, como a conduzida por Punta (2022), revelou que a administração de cada unidade adicional de hemácias estava correlacionada a um aumento proporcional nas complicações neurológicas e cardiovasculares, como arritmias sérias e acidente vascular cerebral (AVC). De modo análogo, a meta-análise de Ranucci (2023), que incluiu mais de 180 mil pacientes, identificou uma ligação direta entre a transfusão perioperatória e o aumento da mortalidade em períodos precoce e tardio, o que sustenta a necessidade de uma gestão mais conservadora do sangue.

Além dos efeitos sistêmicos, a transfusão pode comprometer o tempo de permanência e a recuperação geral do paciente. Park et al. (2020) analisaram um banco de dados com mais de 10 mil cirurgias cardíacas e constataram que indivíduos transfundidos apresentaram maior tempo de internação tanto na enfermaria quanto

na UTI, além de uma taxa elevada de reoperações devido a eventos hemorrágicos. Esse aumento no período de hospitalização não apenas amplifica a probabilidade de infecções hospitalares, mas também eleva os custos para o sistema de saúde. Essa conclusão é corroborada por Shuhaib (2021), que observaram que, mesmo após ajustes para variáveis de gravidade clínica, os pacientes transfundidos tiveram uma convalescença mais lenta e maiores taxas de mortalidade intra-hospitalar.

Do ponto de vista imunológico, a transfusão de hemocomponentes é capaz de induzir o fenômeno denominado imunomodulação transfusional, caracterizado pela supressão temporária da resposta imune do receptor. Esse efeito contribui diretamente para a maior suscetibilidade a infecções pós-operatórias, notadamente as de ferida cirúrgica e as respiratórias (MENDOZA et al., 2021). Embora os mecanismos exatos não sejam completamente elucidados, há uma crença de que a presença de citocinas e leucócitos remanescentes no sangue transfundido exerce um papel crucial nesse processo, alterando a produção de interleucinas e a função das células T. Assim, mesmo com o aprimoramento das técnicas de armazenamento e filtração, os riscos ligados ao uso de sangue alogênico persistem, exigindo constante vigilância das equipes de perfusão e hemoterapia.

O debate sobre as estratégias transfusionais tem progredido nas últimas décadas, estabelecendo um consenso crescente de que a adoção de práticas mais restritivas pode gerar resultados iguais ou até mais favoráveis do que as condutas liberais. Murphy (2023) reforça que a manutenção dos níveis de hemoglobina entre 7 e 8 g/dL em pacientes considerados estáveis é segura e não eleva o risco de eventos adversos. Esse princípio de "transfusão sob demanda" deve ser integrado à avaliação individual do paciente, ponderando fatores como saturação de oxigênio, sangramento ativo e reserva cardíaca. A utilização de critérios laboratoriais de forma isolada, como o valor da hemoglobina, não deve ser o único balizador da decisão transfusional.

Neste panorama, o Patient Blood Management (PBM) tem se consolidado como uma abordagem fundamental para otimizar os desfechos e reduzir a exposição desnecessária ao sangue alogênico. O PBM agrega um conjunto de estratégias que vão desde o diagnóstico e tratamento da anemia no período pré-operatório até a aplicação de técnicas intraoperatórias para minimizar a perda sanguínea, como o uso de autotransfusão, hemoconcentradores e o controle térmico durante a CEC

(BARROSO et al., 2022). Essas práticas não só diminuem a necessidade de transfusão, mas também favorecem uma recuperação mais rápida e segura, reduzindo os custos hospitalares e as complicações.

Outro ponto importantíssimo está associado à hemovigilância e à segurança transfusional. Apesar de todos os avanços tecnológicos, a transfusão ainda carrega um risco biológico. A observância estrita das normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e das diretrizes do Ministério da Saúde (BRASIL, 2015) é indispensável para garantir a qualidade e a rastreabilidade dos hemocomponentes. As rotinas de hemovigilância possibilitam a identificação precoce de reações transfusionais e a aplicação imediata de medidas corretivas, aumentando a segurança do processo e prevenindo a reincidência de incidentes.

Assim, os trabalhos revisados enfatizam que a hemotransfusão em cirurgias cardíacas deve ser vista como uma intervenção terapêutica de exceção, e não uma ação rotineira e automática. O biomédico, como profissional que faz a ponte entre o ambiente laboratorial e o contexto hospitalar, possui um papel vital nesse processo, garantindo a qualidade dos hemocomponentes e colaborando para a aplicação racional e segura da terapia transfusional. É imperativo que a tomada de decisão para transfundir seja sempre ancorada em evidências científicas, protocolos atualizados e na atuação coordenada de toda a equipe multiprofissional envolvida no ato cirúrgico.

Em síntese, a hemotransfusão na circulação extracorpórea exige um delicado equilíbrio entre o benefício clínico imediato e o potencial de complicações futuras. A tendência predominante na literatura aponta que menos pode ser mais: individualizar a conduta, transfundir somente quando há indicação precisa e investir em estratégias preventivas são ações que poupam recursos, salvam vidas e elevam o nível de segurança e ética na prática biomédica.

CONCLUSÃO

A avaliação dos estudos revisados demonstra de maneira consistente que a transfusão sanguínea em cirurgias cardíacas que envolvem a Circulação Extracorpórea (CEC), embora seja um procedimento indispensável em situações críticas, está fortemente correlacionada ao aumento do risco de morbimortalidade. Os dados apresentados por Ranucci et al. (2023) e Punta et al. (2022) comprovam que a

transfusão, especialmente quando administrada em grandes volumes, eleva de modo significativo a probabilidade de desenvolver complicações cardiovasculares, insuficiência renal, infecções nosocomiais e aumenta as taxas de mortalidade em períodos precoce e tardio.

O estudo conduzido por Ranucci et al. (2023) indicou que pacientes que receberam transfusão tiveram um risco de morte precoce até 3,8 vezes maior, enquanto Punta et al. (2022) estabeleceu a existência de uma relação dose–resposta direta entre o número de unidades de hemácias transfundidas e o aumento progressivo das complicações pós-operatórias. Estes achados reforçam a urgência na adoção de protocolos transfusionais restritivos, que priorizem a segurança do paciente e a individualização da conduta, evitando o emprego indiscriminado de hemocomponentes.

Por sua vez, o estudo de Barroso et al. (2022) salientou que a adoção dos Programas de Gerenciamento do Sangue do Paciente (*Patient Blood Management – PBM*) representa uma estratégia eficaz e segura para reduzir complicações e otimizar o uso do sangue em procedimentos cirúrgicos de alta complexidade. A implementação desses programas foi associada à redução de até 30% na necessidade de transfusões, bem como à diminuição de complicações renais, infecciosas e trombóticas e a um menor tempo de permanência hospitalar.

Tais evidências convergem para a importância de uma mudança de paradigma na prática transfusional, substituindo as condutas empíricas por abordagens solidamente baseadas em evidências científicas e alicerçadas na avaliação clínica individualizada do paciente. A hemotransfusão deve ser percebida como um recurso terapêutico de grande valor, mas que não está isento de riscos, e sua indicação deve ocorrer somente diante de necessidade comprovada, respeitando os critérios laboratoriais e fisiológicos mais adequados.

Além dos benefícios clínicos, a adoção de estratégias como o PBM gera impactos econômicos positivos, por reduzir o consumo de hemocomponentes e o tempo de internação, contribuindo para uma gestão hospitalar mais sustentável e eficiente. Neste contexto, o papel do biomédico e de toda a equipe multiprofissional é essencial para assegurar a segurança transfusional, a qualidade dos

hemocomponentes e a adoção de práticas responsáveis e éticas no cuidado ao paciente cirúrgico.

Conclui-se, portanto, que a hemotransfusão em cirurgias cardíacas deve ser conduzida com extrema cautela, embasamento científico e abordagem interdisciplinar, priorizando consistentemente a preservação da vida, a redução de riscos e a otimização dos resultados clínicos. O fortalecimento de práticas como o Patient Blood Management e a educação continuada das equipes de saúde são fundamentais para promover uma cultura transfusional mais segura, consciente e eficiente, impulsionando o avanço da medicina e a melhoria da qualidade da assistência ao paciente.

REFERÊNCIAS

BARROSO, B. C. et al. *Patient Blood Management strategies in cardiac surgery: systematic review and meta-analysis*. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, v. 36, n. 8, p. 2413–2421, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Especializada e Temática.

CAMPOS, Brunna Maria de. Implicações hematológicas e sistêmicas associadas à utilização da circulação extracorpórea. 2016. 27 f. Monografia (Graduação) – Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/9054>. Acesso em: 3 jun. 2025.

COOK, R. J. et al. *Effects of red blood cell transfusion on patients undergoing cardiac surgery in Queensland – a retrospective cohort study*. Journal of Cardiothoracic Surgery, v. 19, p. 1–10, 2024.

Estratégias para gerenciamento de sangue durante a circulação extracorpórea. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 24, n. 8, e15355, 2024. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/15355>. Acesso em: 3 jun. 2025.

FERREIRA, Carlos Eduardo; LIMA, Beatriz Souza; ALMEIDA, Rodrigo Santos. Fatores de risco de sangramento no pós-operatório de cirurgia cardíaca em pacientes adultos. Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular, v. 19, n. 3, p. 241–246, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbccv/a/qRwpDjMxW7WMFz5LPc4SYxK/>. Acesso em: 3 jun. 2025.

Guia para o uso de hemocomponentes. 2. ed., 1. reimpr. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 140 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_uso_hemocomponentes_2ed.pdf. Acesso em: 3 jun. 2025.

<https://www.scielo.br/j/rbccv/a/qRwpDjMxW7WMFz5LPc4SYxK/>. Acesso em: 1 jun. 2025.

INSTITUTO DO CORAÇÃO (InCor) – HCFMUSP. Processo seletivo 1103/17 – Perfusionista. São Paulo: InCor, 2017. Disponível em: http://www.incor.usp.br/sites/incor2022/docs/processo_seletivo/2017/2-_CARTAZ_PERFUSIONISTA.PDF. Acesso em: 3 jun. 2025.

MORAES, Carla Patrícia Pereira de; SILVA, Taís Lins Severo da; BASTOS, Ilka Jenifer Menezes Taurino; et al.

MURPHY, G. J. et al. *Restrictive versus liberal transfusion strategies in cardiac surgery: updated systematic review*. European Heart Journal, v. 44, n. 5, p. 987–999, 2023.

PUNTA, G. et al. *Perioperative red blood cell transfusion and adverse cardiovascular outcomes in heart valve surgery*. Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, v. 164, n. 1, p. 223–232, 2022.

RANUCCI, M. et al. *Perioperative transfusion and long-term mortality after cardiac surgery: meta-analysis*. European Journal of Cardio-Thoracic Surgery, v. 63, n. 3, p. 245–256, 2023

SANTOS, Luana Pereira dos; MENDES, Rafael Augusto; COSTA, Fernanda Lima. Estratégias para redução do uso de hemoderivados em cirurgia cardiovascular. Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular, v. 23, n. 1, p. 45–52, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbccv/a/Jz8wVkthWGHJZMrrNvGwsXF/?lang=pt>. Acesso em: 3 jun. 2025.

SILVA, Ana Paula; OLIVEIRA, João Carlos; SOUZA, Maria Fernanda. Estratégias para redução do uso de hemoderivados em cirurgia cardiovascular. Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular, v. 23, n. 1, p. 45–52, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbccv/a/Jz8wVkthWGHJZMrrNvGwsXF/?lang=pt>. Acesso em: 3 jun. 2025.