

COMPLICAÇÕES ASSOCIADAS À CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O CONTROLE DE QUALIDADE NA ATUAÇÃO DO PROFISSIONAL BIOMÉDICO

COMPLICATIONS ASSOCIATED WITH EXTRACORPOREAL CIRCULATION AND THEIR IMPORTANCE FOR QUALITY CONTROL IN THE PERFORMANCE OF BIOMEDICAL PROFESSIONALS

Débora Cristina de Souza Costa¹

Rodrigo Alves do Carmo²

RESUMO: Em cirurgias cardiovasculares complexas, a circulação extracorpórea (CEC) é essencial, notadamente na revascularização do miocárdio. Ela garante a irrigação do corpo e oxigenação dos tecidos enquanto o coração e pulmões param de funcionar temporariamente. Apesar da evolução da tecnologia e dos métodos cirúrgicos, a CEC ainda traz diversas complicações durante e após a operação, afetando os resultados para o paciente. Este estudo buscou, por meio de uma análise detalhada de artigos científicos, identificar os principais problemas causados pela CEC em revascularizações do miocárdio. A pesquisa, de cunho qualitativo, exploratório e básico, examinou estudos nacionais e internacionais sobre o assunto. Os resultados mostram que a CEC está ligada a diversas complicações, desde mudanças na circulação e metabolismo até problemas neurológicos e inflamação generalizada. Esses dados ressaltam a importância de avaliar cuidadosamente o paciente antes da cirurgia, considerando sua saúde, anatomia, fisiologia e a experiência da equipe, incluindo o profissional biomédico, cujo trabalho técnico e científico promove a segurança, o acompanhamento e a eficácia dos procedimentos. Em resumo, embora seja vital em muitos casos, o uso da CEC precisa ser avaliado com atenção, considerando os perigos que ela pode trazer.

Palavras-chave: Circulação Extracorpórea; Revascularização Miocárdica; Complicações Intraoperatórias; Cuidados Pós-Operatórios; Perfusionista.

ABSTRACT: In complex cardiovascular surgeries, cardiopulmonary bypass (CPB) is essential, particularly in myocardial revascularization. It ensures the body's irrigation and tissue oxygenation while the heart and lungs temporarily cease functioning. Despite advancements in technology and surgical methods, CPB still presents several complications during and after the operation, affecting patient outcomes. This study sought, through a detailed analysis of scientific articles, to identify the main problems caused by CPB in myocardial revascularization. The qualitative, exploratory, and basic research examined national and international studies on the subject. The results show that CPB is linked to various complications, ranging from changes in circulation and metabolism to neurological problems and generalized inflammation. These data highlight the importance of carefully evaluating the patient before surgery, considering their health, anatomy, physiology, and the experience of the team, including the

¹ Biomedicina, Centro Universitário Salesiano. Vitória/ES, Brasil. contatodebora.costa1@gmail.com.

² Centro Universitário Salesiano. Vitória/ES, Brasil. rcarmo@salesiano.br.

biomedical professional, whose technical and scientific work promotes the safety, monitoring, and effectiveness of the procedures. In summary, although vital in many cases, the use of cardiopulmonary bypass (CPB) needs to be carefully evaluated, considering the dangers it may pose.

Keywords: Extracorporeal Circulation; Myocardial Revascularization; Intraoperative Complications; Postoperative Care; Perfusionist.

1 INTRODUÇÃO

A perfusão extracorpórea é uma técnica médica avançada crucial durante operações delicadas, como as do coração e transplantes, ou quando um paciente precisa de ajuda para manter seus órgãos funcionando. Essa técnica sofisticada desvia o sangue do paciente para um sistema que momentaneamente faz o trabalho do coração e dos pulmões. Esse sistema garante que o sangue continue circulando e que o oxigênio chegue onde precisa, protegendo assim o funcionamento dos órgãos (Souza, *et al.*, 2015).

A perfusão extracorpórea é, portanto, um componente crítico para o sucesso dessas cirurgias e exige um controle rigoroso e contínuo, pois qualquer falha nesse sistema pode levar a complicações graves ou até a perda de vida do paciente (Matumoto *et al.*, 2023).

Dentro dessa perspectiva, o profissional biomédico desempenha função crucial na garantia da qualidade e na proteção dos métodos de circulação extracorpórea. Trata-se de um profissional da área da saúde com conhecimento abrangente em fisiologia, bioquímica e instrumentação biomédica, campos fundamentais para a observação minuciosa dos indicadores fisiológicos e funcionais durante a perfusão. Além de efetuar a aferição e conservação dos equipamentos, o biomédico participa da avaliação das informações hemodinâmicas e bioquímicas, auxiliando de forma direta nas escolhas terapêuticas em tempo real. Seu trabalho exige aprendizado científico e tecnológico contínuo, pois o progresso dos aparelhos de apoio circulatório e as novas normas de perfusão demandam conhecimento de metodologias atuais, normas de segurança e técnicas de avaliação da qualidade. Assim, o biomédico perfusionista firma-se como uma peça-chave na união da equipe multidisciplinar, incentivando uma prática segura, eficaz e adequada aos padrões atuais da cirurgia cardiovascular (Matumoto *et al.*, 2023).

Os achados epidemiológicos revelam que as complicações não são raras: por exemplo, estudos brasileiros apontam arritmias em 18,7 % dos casos de CRM com CEC, insuficiência renal aguda em 4,4 % e AVC em 1,8 %. Em amostras internacionais, mais de 36 % dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com CEC apresentaram pelo menos uma complicação, sendo a disfunção renal e o baixo débito cardíaco com incidências de 25,4 % e 29,8 %, respectivamente, reforçando ainda mais a importância de um bom controle de qualidade feito por profissionais capacitados.

Essas complicações aparecem em cerca de 72 horas pós procedimento, porém, não se limita apenas a esse período. O primeiro ano pós cirúrgico é crucial para observação de complicações (Souza, *et al.*, 2015).

A atuação do biomédico no controle de qualidade da perfusão extracorpórea não se resume apenas à operação e monitoramento dos aparelhos. O profissional deve estar capacitado para detectar qualquer desvio nos parâmetros que possam comprometer a segurança do paciente, além de tomar decisões rápidas e fundamentadas para garantir o bom andamento da cirurgia (Matumoto, *et al.*, 2023).

Segundo o Conselho Federal de Biomedicina (2019), de acordo com a lei nº 6.684/1979, que descreve a atuação do biomédico na perfusão e toxicologia, o profissional está apto para atuar desde 03 de abril de 2007. E, a partir dessa regulamentação, essa área de atuação vem crescendo cada vez mais, já que o seu avanço contribui muito para o progresso de outras ciências e práticas humanas, tornando o tema deste trabalho de conclusão de curso muito relevante, tanto para o profissional biomédico quanto para a área da saúde como um todo.

Com isso, o presente estudo tem como objetivo geral identificar as principais complicações associadas à perfusão extracorpórea em cirurgias de revascularização do miocárdio, durante e após o procedimento. Os objetivos específicos consistem em analisar as principais alterações fisiológicas causadas pela circulação extracorpórea (CEC) durante a cirurgia de revascularização do miocárdio; determinar as complicações mais comuns após a cirurgia ligadas ao uso da CEC; e avaliar os fatores de risco que contribuem para o surgimento dessas complicações durante e após o procedimento cirúrgico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PERFUSÃO EXTRACORPÓREA

A perfusão ou circulação extracorpórea, é uma área da biomedicina que tem ganhado cada vez mais relevância. Esse destaque se intensificou após a pandemia de COVID-19, especialmente pelo uso frequente de uma de suas técnicas, a oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO), aplicada no tratamento de pacientes em estado crítico (Conselho Regional de Biomedicina-5, 2020).

Durante cirurgias cardiovasculares, a perfusão entra em ação para desviar o sangue do coração e pulmões por um período. Isso permite que o cirurgião trabalhe nessas áreas sem interromper a circulação no resto do corpo. O intuito central é substituir as

funções do coração e pulmão enquanto a cirurgia acontece (Carvalho, 2022).

O processo de perfusão depende de um dispositivo essencial, chamado máquina de circulação extracorpórea (CEC), ou popularmente "máquina coração-pulmão", como se pode ver na figura 1. Essa máquina foi criada por John Gibbon nos anos 50, ela representou um avanço crucial na história da cirurgia cardíaca contemporânea. A CEC integra uma bomba que assegura o fluxo contínuo do sangue e um oxigenador que efetua a troca de gases, imitando os papéis do coração e dos pulmões, respectivamente (Carvalho, 2022).

Figura 1: máquina de circulação extracorpórea



Fonte: Medicina 000SA, 2020

2.1.1 Componentes e funcionamento

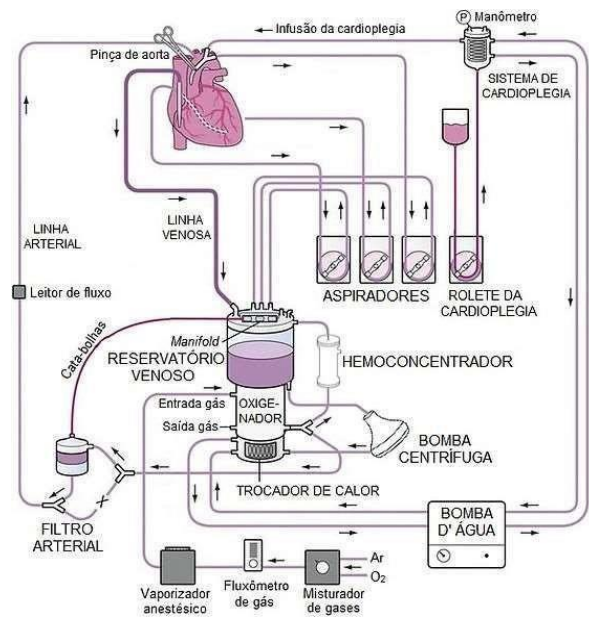
A circulação extracorpórea (CEC) utiliza diversos componentes para manter o fluxo sanguíneo e as trocas gasosas durante a cirurgia. O sangue é drenado pelas cânulas venosas, passa pelo reservatório venoso e é impulsionado pela bomba (centrífuga ou de rolete). No circuito, o trocador de calor controla a temperatura corporal e o oxigenador de membrana substitui temporariamente a função pulmonar, realizando as trocas gasosas. O sangue filtrado pelo filtro arterial retorna ao corpo pela cânula arterial. O sistema também inclui o módulo de cardioplegia, que permite parar o coração de forma protegida, e o hemoconcentrador, que ajusta o volume e a composição do plasma (Henneman, 2020).

A Figura 2 ilustra como todos esses componentes se encaixam no circuito de circulação extracorpórea.

Todos esses elementos, trabalhando juntos, possibilitam que a equipe cirúrgica realize operações complexas com mais controle, mas é preciso ter muita atenção ao manuseá-los, pois detalhes técnicos podem afetar os riscos e as complicações. Por exemplo, se a bomba não estiver ajustada corretamente, pode danificar as células sanguíneas ou causar falta de oxigenação; problemas no monitoramento do oxigenador podem levar à falta ou excesso de gás carbônico; o trocador de calor, se não for bem regulado, pode causar mudanças bruscas de temperatura, afetando o metabolismo e o sistema nervoso; e o filtro arterial é crucial para evitar que coágulos cheguem ao cérebro. A infusão de cardioplegia, por sua vez, precisa ser feita com cuidado para não causar danos ao coração. Portanto, é fundamental que os profissionais sejam bem treinados e sigam protocolos

bem definidos para reduzir as chances de complicações e aumentar a segurança do paciente, e esses pontos serão abordados com mais detalhes nas próximas seções (Henneman, 2020).

Figura 2 - Circuito de CEC



Fonte: Henneman, 2020

2.1.2 Uso clínico

Em procedimentos cirúrgicos como pontes de safena, correção de problemas cardíacos desde o nascimento, transplantes e consertos de válvulas, a circulação extracorpórea é bastante comum. Durante a cirurgia, o sangue do paciente é desviado para uma máquina, permitindo que o coração seja parado temporariamente com uma solução cardioplégica (Braile, 2024).

Apesar de ser um método geralmente seguro e usado com frequência, a circulação extracorpórea apresenta certos perigos. Problemas como a reação inflamatória sistêmica (SIRS), alterações na coagulação, danos devido à reperfusão e, em

situações extremas, falhas em órgãos podem surgir. Tais perigos estão estritamente ligados à dificuldade técnica do sistema e à precisão necessária ao manusear cada aparelho, mostrando a importância de especialistas bem treinados. O trabalho correto do biomédico perfusionista, juntamente com um controle de qualidade sério, é crucial para reduzir os problemas, assegurando mais segurança e eficácia ao processo. Na próxima seção, os pontos principais do controle de qualidade e os desafios encarados pelos profissionais nessa área serão explicados em detalhe (Braile, 2024).

2.2 CONTROLE DE QUALIDADE E DESAFIOS ENFRENTADOS

Durante o procedimento cirúrgico, o perfusionista tem uma função crucial, pois ele monitora a circulação e as trocas de gases no corpo do paciente. É essencial que, nesse momento delicado, as funções do organismo sejam observadas e corrigidas para se manterem dentro de margens de segurança, preservando o equilíbrio interno e evitando complicações (Conselho Regional de Biomedicina-5, 2020). Assim, o controle de qualidade na perfusão extracorpórea é indispensável para garantir que o procedimento seja seguro e funcione bem. Isso envolve desde a organização dos aparelhos até o acompanhamento de cada fase da cirurgia e a avaliação depois que ela termina. Esse controle é feito com normas técnicas rígidas, regras de segurança e anotações detalhadas que registram tudo o que é feito e observado (Moreira, 2021).

2.2.1 Componentes do controle de qualidade na perfusão extracorpórea

A Sociedade Brasileira de Circulação Extracorpórea (SBCEC) publicou em 2025 a “Nota Oficial 001/2025”, na qual reforça que os cursos para perfusionista devem ocorrer em centro formador devidamente reconhecido, com carga horária mínima de 1200 horas (400 teóricas e 800 práticas), e enfatiza a necessidade de constante atualização profissional para garantir uma atuação segura e eficaz. A mesma SBCEC disponibiliza as “Normas Brasileiras para o Exercício da Especialidade de Perfusionista em Circulação Extracorpórea”, de 2018, ainda em vigor, que consolidam esses requisitos formativos e técnicos (Sociedade Brasileira de Circulação Extracorpórea, 2025).

Em tal cenário, o aprimoramento constante e a formação do perfusionista têm um impacto direto na segurança dos processos e equipamentos, já que o gerenciamento preciso dos aparelhos é crucial para diminuir os perigos aos pacientes. Equipamentos como bombas de rolete ou centrífugas, oxigenadores, trocadores de calor, filtros e sensores de fluxo e pressão precisam ser avaliados com atenção antes de cada utilização, abrangendo a calibração, a manutenção preventiva, testes de funcionamento e simulações de problemas (Ministério da Saúde, 2016).

A montagem do circuito demanda exatidão técnica, garantindo a correta conexão, a ausência de fugas e a integridade do sistema. O preenchimento do circuito (priming) deve acontecer com soluções adequadas, conservando as condições de esterilidade para evitar contaminações e não ter nenhuma intercorrência (Henneman, 2020).

Durante a circulação extracorpórea, o perfusionista deve observar atentamente os parâmetros do corpo, como o fluxo de sangue, a pressão arterial média, temperatura, gases no sangue e indicadores metabólicos (hemoglobina, hematócrito, lactato e o equilíbrio hidroeletrólítico). Esse acompanhamento possibilita a identificação rápida de momentos críticos, como mudanças bruscas de pressão, quedas de fluxo ou embolia

gasosa, relacionando de forma direta o funcionamento do circuito com os riscos aos pacientes (Moreira, 2021).

Indicadores de qualidade intraoperatórios, como o índice de oferta de oxigênio (DO_2) e a saturação venosa mista (SvO_2), auxiliam na avaliação da oxigenação tecidual e prevenção de hipóxia. Checklists estruturados em todas as etapas do procedimento contribuem para a segurança e excelência do atendimento (Marco, 2022). Além disso, planos de contingência para falhas de energia, desconexões ou formação de coágulos, aliados a dispositivos de segurança, minimizam os riscos durante o processo (Caneo *et al.*, 2019).

A documentação detalhada de todos os parâmetros monitorados e eventos ocorridos é indispensável, garantindo rastreabilidade e possibilitando auditorias, análise clínica e aprimoramento contínuo dos protocolos (Caneo *et al.*, 2019).

Após a intervenção cirúrgica, uma análise detalhada possibilita encontrar áreas que precisam ser aprimoradas, gerar relatórios com indicadores de qualidade, examinar ocorrências desfavoráveis e otimizar os procedimentos para evitar que se repitam. Inclui, ainda, a limpeza e esterilização dos equipamentos, verificações da condição de filtros e proteções, e inspeções regulares para assegurar a adesão às práticas mais recomendadas (Torrati, 2012; Moreira, 2021).

O controle de qualidade pós-procedimento não apenas mantém a segurança do paciente, mas também contribui para a melhora dos resultados clínicos e da recuperação, consolidando a eficácia das intervenções (Torrati, 2012).

2.2.2 Desafios enfrentados

O biomédico especializado em perfusão extracorpórea lida com obstáculos de ordem técnica, operacional e ética, dada a seriedade do processo. A perfusão influencia de forma direta os sinais vitais, e erros no controle de qualidade podem levar a sérias complicações, o que exige atenção redobrada e capacitação constante (Marco, 2022). Além da competência técnica, o biomédico precisa planejar com esmero, diminuindo os riscos e criando uma relação de confiança com o paciente nas primeiras 24 horas após a cirurgia, o que promove uma vivência cirúrgica mais favorável (Torrati, Dantas, 2012). Uma postura ativa e a adesão estrita a todos os protocolos são cruciais para assegurar o máximo de segurança durante toda a perfusão (Marco, 2022).

3 METODOLOGIA

O presente estudo consistiu em uma revisão bibliográfica integrativa da literatura de natureza básica e exploratória, com uma abordagem qualitativa, constituindo um método de pesquisa relevante para os profissionais biomédicos, habilitados em perfusão extracorpórea.

A questão que fundamentou a realização deste estudo foi: Quais são as possíveis complicações associadas ao uso da circulação extracorpórea em cirurgias de

revascularização do miocárdio, durante e após o procedimento e quais fatores de risco e medidas de controle de qualidade estão associadas a essas complicações? Foram incluídos estudos prospectivos, randomizados ou observacionais, que abordassem complicações intra e/ou pós-operatórias associadas ao uso de CEC em cirurgias de revascularização miocárdica em adultos. Foram excluídas revisões narrativas, estudos pediátricos, estudos sem relação direta com CRM ou que abordassem apenas ECMO.

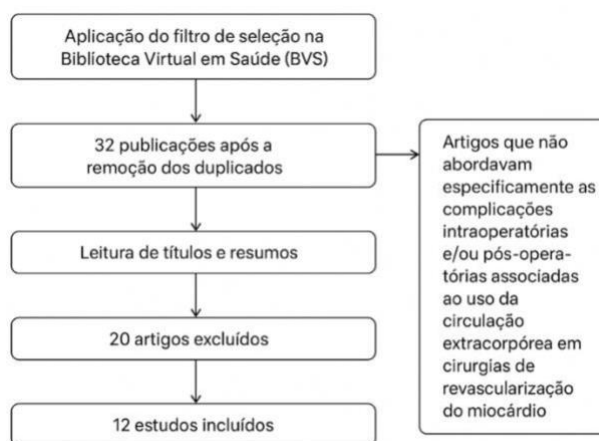
A busca pelos artigos foi realizada na Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), por meio das bases de dados Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE); Scientific Electronic Library Online (SciELO); Base de Dados de Enfermagem (BDENF) e PUBMED.

Para garantir que a pesquisa contemplasse exatamente os termos desejados, foi realizada uma consulta no cadastro dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) / Medical Subject Headings (MeSH). A partir dessa busca, foram selecionados os seguintes descritores: “Extracorporeal Circulation AND Thoracic Surgery”, “Intraoperative Complications AND Extracorporeal Circulation AND Myocardial Revascularization” e “Postoperative Care AND Extracorporeal Circulation”.

As estratégias de busca foram conduzidas em três etapas distintas. A primeira utilizou os descritores controlados “Extracorporeal Circulation” e “Thoracic Surgery”, combinados pelo operador booleano AND. Na segunda etapa, foram aplicados os termos “Intraoperative Complications”, “Extracorporeal Circulation” e “Myocardial Revascularization”, interligados pelo mesmo operador. A terceira busca foi realizada utilizando os descritores “Postoperative Care” AND “Extracorporeal Circulation”.

A fim de refinar os resultados, foi aplicado um filtro de seleção na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), resultando em 32 publicações após a remoção dos duplicados. A etapa de seleção consistiu na leitura dos títulos e resumos, sendo excluídos 20 artigos que não abordavam especificamente as complicações intraoperatórias e/ou pós-operatórias associadas ao uso da circulação extracorpórea em cirurgias de revascularização do miocárdio. Ao final, 12 estudos atenderam aos critérios de inclusão e foram selecionados para compor a presente revisão (Fluxograma 1).

Fluxograma 1: seleção de artigos



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização da circulação extracorpórea (CEC) é vital para manter a estabilidade do paciente durante a revascularização do miocárdio, contudo, ela traz consigo diversos problemas que podem ocorrer durante e após a operação. Ao revisar os estudos científicos escolhidos, ficou claro que essas ocorrências adversas são, em grande medida, resultado de mudanças na circulação e no metabolismo, além de problemas neurológicos e inflamação generalizada, que afetam bastante a recuperação e o futuro dos pacientes operados. O quadro 1, mostrado abaixo, resume os pontos principais sobre os problemas ligados ao uso da CEC em cirurgias de revascularização do miocárdio.

Quadro 1 – Principais estudos sobre complicações associadas à Circulação Extracorpórea (CEC) em cirurgias de Revascularização do Miocárdio

| AUTORES/ANO | TÍTULO DO ARTIGO | PRINCIPAIS ACHADOS |
|-------------------------|---|---|
| Nogueira et al. (2008) | Qualidade de Vida após Revascularização Cirúrgica do Miocárdio com e sem Circulação Extracorpórea | CEC associada a maior incidência de IAM (12,5%), angina (11%), AVC (3%) e reoperações (1%). Relação com DM, edema tecidual, IR e complicações neurológicas. |
| Paulitsch (2009) | Alterações hemostáticas e clínicas em cirurgias de revascularização miocárdica com e sem circulação extracorpórea: estudo prospectivo randomizado | Pacientes com CEC apresentaram estado pró-trombótico mais acentuado, maior perda sanguínea (média 850 mL) e necessidade de transfusão. Elevação de dímero-D e PAI-1. |
| Carvalho et al. (2010) | Fatores Intraoperatórios nas Cirurgias de Revascularização do Miocárdio em Hospitais Públicos do Município do Rio de Janeiro | Tempos elevados de CEC (>90 min) e de clampeamento (>60 min) aumentaram mortalidade. Baixo débito cardíaco (23%), PCR (6%), arritmias ventriculares (9%). 69% dos óbitos até o 15º dia. |
| Braga & Brandão (2018) | Avaliação diagnóstica do risco de sangramento em cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea | Sangramento pós-operatório em 22% dos casos, associado a IMC <26,35 kg/m ² , tempo de CEC >90 min, temperatura <32°C e TTPa >40s. |
| Borgomoni et al. (2019) | Impacto Atual da Circulação Extracorpórea na Cirurgia de Revascularização Miocárdica no Estado de São Paulo | Falhas técnicas em 8,4% dos procedimentos (desconexão de circuito, trocas incorretas de seringas e falhas no controle de gases). |
| Évora (2020) | Circulação Extracorpórea na Cirurgia de Revascularização do Miocárdio no Estado de São Paulo: O Estudo REPLICCAR | Reoperação por hemorragia (4,7%) associada à CEC. CRM sem CEC teve menor sangramento, mas maior tempo cirúrgico (+18 min). |

(Continua)

(Continuação)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Rojas et al. (2021) | Uso de um método não invasivo no monitoramento da pressão intracraniana em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca após circulação extracorpórea | 70% apresentaram complicações neurológicas. Redução do fluxo sanguíneo cerebral aumentou risco de lesão cerebral e alterações na PIC. |
| Santos et al. (2022) | Cirurgias cardíacas com circulação extracorpórea: características dos pacientes e principais complicações pós-operatórias | 42,4% dos pacientes com complicações: hipotensão (19%), congestão pulmonar (16%), VM prolongada (15%), distúrbios hidroeletrólíticos (14%), disfunção renal (11%). |
| Chen Bai et al. (2024) | As Mulheres estão Associadas a Menores Riscos de Mortalidade a Longo Prazo em Pacientes Submetidos à RCM sem CEC | Mulheres com menor mortalidade (3,8% vs. 6,2% com CEC). Homens realizaram maior número de anastomoses distais (3,1 ± 0,6). |
| Güntürk et al. (2024) | O Índice de Imuno-Inflamação Sistêmica Prevê Mortalidade Hospitalar em Pacientes Submetidos à Cirurgia Cardíaca com Circulação Extracorpórea | CEC associada à SIRS: fibrilação atrial (28%), infecções (17%), VM prolongada (19%), uso de balão intra-aórtico (9%). |

Fonte: Autoria própria, 2025

A literatura analisada sustenta que o uso da circulação extracorpórea (CEC) na cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM) associa-se a maior risco de complicações intra e pós-operatórias quando comparado à CRM sem CEC, embora a CEC permaneça essencial em múltiplos cenários clínicos por ampliar a segurança e a viabilidade técnica do procedimento em casos complexos. Os achados convergem principalmente para três eixos: (i) sangramento e alterações hemostáticas, (ii) complicações neurológicas e (iii) resposta inflamatória sistêmica (SIRS), além do papel determinante do tempo de CEC como amplificador de risco. Os estudos apresentam desenhos e métricas distintas, o que explica parte das discrepâncias entre resultados:

Paulitsch (2009), em estudo prospectivo e randomizado, comparou CRM com vs. sem CEC e demonstrou estado pró-trombótico mais prolongado e maior perda sanguínea no grupo com CEC, reforçando a causalidade biológica. Em contrapartida, registros e séries observacionais (ex.: Évora, 2020; Santos *et al.*, 2022) enfatizam desfechos clínicos “duros” (reoperação por hemorragia, complicações orgânicas), mas com maior suscetibilidade a confundidores (complexidade anatômica, experiência da equipe, comorbidades).

Rojas et al. (2021) utilizaram monitorização não invasiva da pressão intracraniana e descreveram, aproximadamente, 70% de alterações neurológicas (temporárias ou permanentes). A magnitude desse percentual precisa ser interpretada à luz do método de detecção (técnicas sensíveis captam alterações subclínicas) e do tempo de seguimento (eventos precoces vs. tardios).

Carvalho et al. (2010) associaram tempos prolongados de CEC e de clampeamento a maior mortalidade precoce, com aproximadamente 69% dos óbitos ocorrendo até o décimo quinto dia após a cirurgia. As principais causas dessa mortalidade foram complicações hemodinâmicas graves, como baixo débito cardíaco, parada cardiorrespiratória (PCR) e arritmias ventriculares, reforçando o impacto dos eventos intraoperatórios sobre os desfechos clínicos.

Há variação de perfis clínicos entre amostras: idade, carga de comorbidades (hipertensão, diabetes, dislipidemia), apresentação (ex.: IAM recente), função ventricular e número de enxertos planejados. Santos *et al.* (2022) mostraram que idade avançada, comorbidades e CEC 61–100 min aumentam o risco de complicações cardiovasculares, respiratórias, renais e endócrinas. Em cenários com maior complexidade anatômica, a CEC viabiliza revascularização mais abrangente, mas à custa de mais transfusões e, por vezes, suporte mecânico (Güntürk *et al.*, 2024).

Várias pesquisas apontam para conclusões similares. Hemorragias e distúrbios de coagulação complexos mostraram uma ligação forte com certos aspectos, como IMC abaixo de 26,35 kg/m², tempo de circulação extracorpórea (CEC) acima de 90 minutos, temperatura do esôfago inferior a 32 °C, acidose e TTPa acima de 40 segundos, indicando que a "coagulopatia inerente" sozinha não explica completamente o problema (Braga; Brandão, 2018). Adicionalmente, as reações inflamatórias generalizadas (SIRS) e as falhas orgânicas iniciais, relatadas por Güntürk et al. (2024), mostram que a incompatibilidade do circuito extracorpóreo e o contato do sangue com áreas não protegidas pelo endotélio ativam reações inflamatórias importantes, com consequências pulmonares e cardíacas notáveis nas primeiras 72 horas. O tempo de CEC também se destaca como um fator de risco, relacionado a fibrilação atrial, infecções, necessidade prolongada de ventilação mecânica, uso de medicamentos vasoativos, suporte inotrópico (Güntürk et al., 2024) e risco de morte precoce (Carvalho et al., 2010).

Contudo, certas diferenças e origens potenciais de variação foram notadas. A dimensão do perigo neurológico, por exemplo, muda conforme os métodos de análise usados — seja por meio de dados físicos ou resultados clínicos — e pelos tempos de observação diferentes entre as pesquisas (Rojas et al., 2021). Igualmente, a importância das complicações relacionadas à CEC não é igual: enquanto Paulitsch (2009) apontou mudanças grandes na coagulação e inflamação nas primeiras 24 horas, o estudo REPLICCAR (Évora, 2020) viu a nova cirurgia por sangramento como a única complicação com ligação estatística forte, mostrando que outros resultados podem depender de fatores situacionais, como o tipo de pacientes, a forma de operar e as normas dos hospitais. Distinções ligadas ao sexo também são importantes: Chen Bai et al. (2024) disseram que a cirurgia de revascularização sem CEC ajuda mais as mulheres, com menos mortes a longo prazo, enquanto homens operados com CEC tiveram mais conexões distais, talvez por causa de diferenças no corpo e no risco inicial entre os sexos. No corpo, mulheres costumam ter artérias menores e um padrão mais espalhado de placas, o que pode complicar o manuseio do coração na CEC e aumentar o risco de danos nos vasos, espasmos e problemas de entupimento. Na cirurgia sem CEC, a menor exposição à inflamação geral e à diluição do sangue, junto com a proteção dos pequenos vasos, costuma ajudar esse grupo, diminuindo problemas na operação e melhorando a recuperação.

No que se refere à segurança do processo, Borgomoni *et al.* (2019) ressaltaram que erros técnicos, como desconexões, troca inadequada de seringas e fluxos de gás incorretos, evidenciam a importância não apenas das escolhas técnicas — CEC ou sem CEC —, mas também de uma cultura organizacional voltada para segurança e processos bem estabelecidos. Por fim, quanto à qualidade de vida, Nogueira *et al.* (2008) observaram melhora funcional e retorno ao trabalho em ambos os grupos (com e sem CEC) no período de 12 meses. No entanto, houve maior incidência de eventos adversos, como infarto agudo do miocárdio, angina, acidente vascular cerebral e necessidade de reoperação, no grupo submetido à CEC, o que reforça que a completude técnica não necessariamente elimina o impacto inflamatório e hemorrágico associado ao procedimento.

Após analisar os resultados desta pesquisa, sugere-se fortemente a adoção de um plano abrangente para a prevenção e o tratamento de problemas ligados à circulação extracorpórea. Esse plano deve começar antes da cirurgia, avaliando o risco com base em dados clínicos — como idade, peso, outras doenças e a capacidade do coração — e em exames, como a relação entre neutrófilos e linfócitos e o índice de inflamação. Essa forma de agir ajuda a encontrar os pacientes que se beneficiariam ao máximo com ações para diminuir o tempo na circulação extracorpórea ou até mesmo com cirurgia sem CEC, se possível, como sugerido por Güntürk *et al.* (2024) e Chen Bai *et al.* (2024). Além disso, é muito importante ajustar os líquidos no corpo, corrigir problemas como a acidez no sangue e controlar a temperatura e a coagulação para diminuir os riscos de complicações, reversíveis ou irreversíveis durante a operação. Durante a cirurgia, é fundamental planejar cada detalhe para reduzir o tempo de CEC, com uma boa comunicação entre o cirurgião, o perfusionista e o anestesista. O controle da anticoagulação deve seguir regras claras para a heparina e a protamina, com acompanhamento constante por meio de testes como o ACT, evitando problemas de coagulação.

O uso de medicamentos antifibrinolíticos, como o ácido tranexâmico, deve ser considerado para pacientes com maior risco de sangramento, assim como o controle rigoroso da temperatura, evitando que ela caia abaixo de 32°C e garantindo um aquecimento gradual, conforme orientações de Braga e Brandão (2018). Ações como a perfusão focada em metas, atenção à diluição do sangue, uso de materiais compatíveis com o corpo e filtros adequados podem ajudar a diminuir a inflamação e os problemas relacionados. Medidas extras, como monitorar o cérebro com NIRS ou EEG e manter a circulação e a pressão arterial dentro do ideal, são importantes para reduzir o risco de falta de oxigênio no cérebro, como mostrado por Rojas *et al.* (2021).

Da mesma forma, estratégias de proteção dos rins, ventilação suave e técnicas de expansão dos pulmões são essenciais para evitar problemas renais e pulmonares. Após a cirurgia, usar protocolos de coagulação guiados por testes viscoelásticos permite uma transfusão mais precisa de sangue e diminui o uso desnecessário de plasma e plaquetas. Além disso, é crucial monitorar intensivamente o paciente nas primeiras 72 horas — período de maior risco de inflamação —, incluindo a avaliação do coração, da respiração, do cérebro e dos rins. Controlar o açúcar no sangue, prevenir a fibrilação atrial, ter critérios claros para evitar trombose, retirar o respirador aos poucos e iniciar a reabilitação cedo são ações complementares que ajudam a diminuir os riscos e a melhorar a recuperação dos pacientes. Em paralelo, a proteção do paciente e a competência da equipe são cruciais nesse

cenário. A educação continuada, junto com simulações que espelham a realidade, garante que perfusionistas, anestesistas e cirurgiões estejam prontos para emergências. A aplicação de listas de verificação para cada fase da circulação extracorpórea e a verificação dupla em momentos decisivos, seguindo a sugestão de Borgomoni et al. (2019), A lista de verificação na circulação extracorpórea contempla os principais parâmetros de segurança e funcionamento do procedimento. Antes da CEC, ela confirma a integridade do circuito, o preparo do prime, a configuração dos equipamentos, a heparinização adequada com ACT confirmado e os fatores clínicos e laboratoriais do paciente. Durante a perfusão, monitora fluxo, pressão arterial, retorno venoso, oxigenação, gasometria, temperatura, hematócrito e coagulação. Em momentos críticos, como antes de iniciar a CEC, esses itens passam por verificação dupla para garantir segurança e evitar falhas.

Além disso, auditorias internas e a análise regular de indicadores de qualidade, como tempo médio de CEC, incidência de novas cirurgias por sangramento, ocorrência de fibrilação atrial, falência renal aguda e necessidade de ventilação prolongada, possibilitam a melhoria constante das práticas realizadas dentro do ambiente hospitalar.

Apesar dos progressos e orientações apresentadas, esta pesquisa apresenta algumas limitações que merecem atenção. O pequeno número de trabalhos analisados afeta a exatidão das conclusões, enquanto a variedade nos métodos — com diferentes abordagens, indicadores, resultados e períodos de acompanhamento — dificulta comparações quantitativas e a aplicação geral dos resultados. O predomínio de estudos observacionais também aumenta o risco de erros, já que casos mais complexos são frequentemente tratados com CEC.

Adiciona-se a isso a possibilidade de erro de publicação, restrição de idioma, pouca representação de informações não publicadas e a falta de uniformidade nas definições de complicações como SIRS, sangramento e problemas neurológicos, o que prejudica a solidez dos achados. Além disso, a escassez de informações sobre a experiência das equipes e sobre os protocolos do hospital — fatores que afetam diretamente os resultados — reforçam a necessidade de analisar os resultados com cuidado, sempre levando em conta o estado do paciente, a estrutura do hospital e a capacidade da equipe envolvida. Para aprofundar o conhecimento sobre o tema, futuros estudos devem priorizar testes clínicos que comparem cirurgias de revascularização do miocárdio com e sem CEC, seguindo protocolos padronizados de anticoagulação, controle da temperatura e objetivos de perfusão. Registros de vários centros com indicadores inflamatórios unificados e resultados clínicos harmonizados podem aumentar a confiabilidade dos dados.

Estudos focados em grupos específicos — como pacientes com baixo IMC, problemas ventriculares ou ataque cardíaco recente —, assim como análises de custo-benefício de medidas de redução de risco, incluindo protocolos de hemostasia, uso de antifibrinolíticos e perfusão orientada por metas, são altamente recomendados. Além disso, pesquisas que considerem resultados centrados no paciente, como qualidade de vida e função cerebral em longo prazo, como no estudo de Nogueira et al. (2008), são fundamentais para unir segurança, eficácia e impacto clínico na prática diária. Tendo em vista que a segurança e o bom funcionamento da circulação extracorpórea (CEC) dependem não só da tecnologia utilizada, mas também da qualificação e da atuação do profissional responsável pela perfusão, ressalta-se o papel crucial do biomédico perfusionista na

gestão e monitoramento desse processo. Sua competência técnica é fundamental para minimizar complicações e assegurar a estabilidade do paciente durante a cirurgia. Nesse contexto, algumas práticas representam uma verdadeira lista de verificação de segurança e desempenho, sendo responsabilidades diretas desse profissional:

- **Calibração dos equipamentos:** assegurar que as bombas de perfusão e sensores funcionem dentro dos parâmetros corretos.
- **Prevenção de entrada de ar no circuito:** monitorar continuamente para evitar embolia gasosa.
- **Controle de fluxo e pressão:** garantir perfusão adequada e manutenção da estabilidade hemodinâmica.
- **Regulação da temperatura corporal:** evitar hipotermia ou hipertermia que possam causar complicações metabólicas.
- **Coordenação com o cirurgião para reduzir o tempo de CEC:** atuar proativamente para minimizar riscos associados ao tempo prolongado de circulação extracorpórea.

Em conjunto, os dados indicam que a CEC expande a viabilidade técnica da CRM e, em muitos casos, é indispensável; porém, agrega risco inflamatório, hemostático e neurológico dependente, sobretudo, do tempo de CEC e do perfil do paciente. As estratégias de mitigação descritas oferecem um caminho pragmático para reduzir eventos (hemorragia, disfunções orgânicas, reoperações) e alinhar a prática com a melhor evidência disponível. A decisão por CRM com ou sem CEC deve permanecer individualizada, ponderando anatomia, risco basal, expertise da equipe e recursos institucionais (Paulitsch, 2009; Carvalho et al., 2010; Nogueira et al., 2008; Évora, 2020; Rojas et al., 2021; Borgomoni et al., 2019; Braga; Brandão, 2018; Güntürk et al., 2024; Chen Bai et al., 2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar os resultados, fica claro que a circulação extracorpórea (CEC) continua sendo crucial em cirurgias de revascularização do miocárdio, principalmente quando a situação é delicada e exige que o paciente esteja estável. No entanto, o que encontramos nesta análise mostra que a CEC pode causar vários problemas de saúde importantes, tanto durante a cirurgia quanto depois. Os mais comuns são sangramento forte, problemas neurológicos, mau funcionamento dos rins, dificuldades para respirar e inflamação generalizada no corpo.

Um tempo maior na cirurgia, a idade do paciente, outras doenças existentes, inflamações acentuadas e o fato de ser mulher foram associados a resultados menos favoráveis, mostrando como é crucial analisar bem cada paciente e planejar com atenção a cirurgia. Erros técnicos, que podem acontecer até com profissionais experientes, mostram que é preciso ter regras claras, treinamento constante e atenção redobrada a tudo durante a cirurgia, como o fluxo de sangue, a temperatura e a coagulação.

Este estudo busca enriquecer o debate ao trazer uma avaliação completa e recente dos efeitos da CEC, evidenciando que abordagens integradas para minimizar perigos podem diminuir de forma considerável o surgimento de problemas. Dentre estas abordagens, sobressaem-se a avaliação de risco antes da cirurgia com base em dados clínicos e de exames, a diminuição do tempo de circulação, o uso de sistemas

que interagem bem com o corpo, a perfusão focada em objetivos, o acompanhamento neurovascular e normas definidas de anticoagulação e controle da temperatura. Após a cirurgia, sugere-se o uso de normas de controle do sangramento orientadas por exames viscoelásticos, acompanhamento rigoroso nas primeiras 72 horas, controle do açúcar no sangue, prevenção da fibrilação atrial, recuperação antecipada, formação constante da equipe, uso de listas de verificação e análises internas, fortalecendo um ambiente de segurança e alta qualidade no cuidado.

Embora esta análise traga informações valiosas, é crucial estar ciente de seus limites. A quantidade limitada de estudos analisados e a variedade nos métodos empregados, abrangendo diferentes tipos de pesquisa, exames laboratoriais, resultados e períodos de acompanhamento – restringem a abrangência das conclusões. A maioria dos estudos ser do tipo observacional, junto com a chance de erros na escolha dos participantes ou na divulgação dos resultados, também precisam ser levados em conta, assim como a falta de um padrão único para definir problemas como SIRS, sangramentos e ocorrências neurológicas. Mesmo com essas dificuldades, a análise conjunta possibilitou encontrar tendências claras que podem guiar ações para diminuir riscos no dia a dia do trabalho, oferecendo informações relevantes para os profissionais que realizam cirurgias cardíacas complexas.

Unir o que foi descoberto nas pesquisas com o trabalho diário, junto com a análise individual de cada pessoa, a aplicação de regras bem definidas e o investimento constante no treinamento da equipe, é muito importante para melhorar os resultados clínicos, funcionais e a qualidade de vida. Além disso, este estudo mostra o quanto o biomédico perfusionista é importante para garantir um bom atendimento, trabalhando ativamente para diminuir problemas e aumentar a segurança do procedimento.

Em suma, este estudo sublinha o quão importante é realizar mais investigações rigorosas e abrangentes, envolvendo diversos centros e com foco no bem-estar do paciente – avaliando aspectos como a qualidade de vida, o desempenho do cérebro e indicadores inflamatórios bem definidos – para que possamos ter dados mais sólidos que nos ajudem a tomar decisões médicas com mais segurança, eficiência e embasamento científico. Ao mesmo tempo, aprimorar os métodos de controle de qualidade na circulação extracorpórea significa não só um progresso no lado técnico, mas também um grande benefício para a saúde da população. Um biomédico perfusionista bem treinado, junto com normas claras e a manutenção correta dos equipamentos, ajuda a diminuir problemas durante e após a cirurgia, o tempo que o paciente precisa ficar no hospital e a necessidade de novas cirurgias, usando melhor os recursos do hospital. Esses benefícios impactam diretamente na capacidade do sistema de saúde de se manter e funcionar bem, permitindo que mais pessoas tenham acesso a procedimentos complexos com mais segurança. Portanto, investir em aprendizado constante e controle de qualidade é essencial não só por questões técnicas, mas também como uma forma de melhorar os resultados para os pacientes e impulsionar o desenvolvimento da medicina cardiovascular, unindo ciência, técnica e cuidado com a segurança do paciente.

REFERÊNCIAS

BRAILE, Domingo M. Circulação extracorpórea, **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 25, n. 4, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbccv/a/Jjj7GqLXqgLG75Vd3Vts3fz/>. Acesso em: 19 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria N° 158, de 04 de fevereiro de 2016. Redefine

o regulamento técnico de procedimentos hemoterápicos, **Secretaria Geral**, Brasília, DF, 04 de fevereiro de 2016, nº 25, Seção 1, p. 37. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/doacao-de-sangue/legislacao/regulamentos-tecnicos-especificos-hemoterapia/portaria-gm-ms-n158-2016.pdf/view>. Acesso em: 19 out. 2024.

CARVALHO, Amanda C. M; MOURA, Heloisa V. C. **Alterações sistêmicas mais frequentes relacionadas a circulação extracorpórea**. 2022. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Fundação Educacional de Fernandópolis FEF, Faculdades Integradas de Fernandópolis FIFE Biomedicina, Fernandópolis, 2022. Disponível em: https://www.fef.br/upload_arquivos/geral/arq_63fddc68b4fa5.pdf. Acesso em: 19 out. 2024.

CANEO, Luiz F; MATTE, Gregory; GROOM, Robert; NEIROTTI, Rodolfo A; PÊGO-FERNANDES, Paulo M; MEJIA, Juan A. C; FIGUEIRA, Fernando A. M. S; FILHO, Élio B. C; COSTA, Fábio M; CHALEGRE, Sintya T; KALIL, Renato A. K; ALMEIDA, Rui M. S. The Brazilian Society for Cardiovascular Surgery (SBCCV) and Brazilian Society for Extracorporeal Circulation (SBCEC) standards and guidelines for perfusion practice, **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 34, n. 2, p. 239-260, 2019. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6436772/>. Acesso em: 19 out. 2024.

CONSELHO FEDERAL DE BIOMEDICINA. **Dispõe Sobre A Normatização da Habilitação em Perfusão/Circulação Extracorpórea**. Brasília, 03 abr. 2007. n. 001. Disponível em: <https://cfbm.gov.br/wp-content/uploads/2019/05/NORMATIVA-N%C2%BA-001.2019.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2024.

CONSELHO REGIONAL DE BIOMEDICINA. **Perfusão ou circulação extracorpórea: suporte de vida fora do corpo**, 2020. Disponível em: <https://crbm5.gov.br/perfusao-e-circulacao-extracorporea-suporte-de-vida-fora-do-corpo/>. Acesso em: 19 out. 2024.

Coronary artery bypass grafting: 30-day results of 3,421 surgeries. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, 30(1), 15–22. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25859865>

DOMINGUEZ, Andre. **A atuação do biomédico especialista em circulação extracorpórea nas cirurgias cardíacas**. 2021. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituição Anhanguera Educacional, Campo Grande, 2021. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/37032/1/ANDRE_DOMIN_GUEZ.pdf. Acesso em: 19 out. 2024.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

JÚNIOR, José O. C. A; CHIARONI, Sílvia. Circulação extracorpórea: prevenção e manuseio de complicações, **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 50, n. 6, p. 464-469, 2009. Disponível em: <https://crbm5.gov.br/perfusao-e-circulacao-extracorporea->

suporte-de-vida-fora-do-corpo/. Acesso em: 19 out. 2024.

MARCO, Gabriella S. C. Circulação extracorpórea: acidentes e complicações, Revista-Ibero-Americana de Humanidades, Ciência e Educação, São Paulo, v. 8, n. 9, 2022. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/6773/2663>. Acesso em; 19 out. 2024.

MATUMOTO, Julyana Aryssa *et al.* **ATUAÇÃO DO BIOMÉDICO PERFUSIONISTA NO PROCEDIMENTO DE CARDIOPATIA CONGÊNITA**. 2023. 13 f. Monografia (Especialização) - Curso de Biomedicina, Universidade de São Francisco, São Francisco, 2023. Disponível em: <https://www.usf.edu.br/galeria/getImage/768/1860894389769692.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2024.

MEDICINASA. **Máquina de circulação extracorpórea**. 2020. 1 imagem, color, 7,09 cm x 10,66 cm. Disponível em: <https://medicinasa.com.br/pequeno-principe-vestimento/>. Acesso em: 19 out. 2024.

MINAYO, M. C. S. O desafio do conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde. (12ª edição). São Paulo: Hucitec-Abrasco, 2010.

MOREIRA, Paola S. M; SILVA, Andreza J. D. A atuação do biomédico perfusionista, **Revista UNILUS Ensino e Pesquisa**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 46, p. 109-119, 2020. Disponível em: <http://revista.unilus.edu.br/index.php/ruep/article/view/1258/u2020v17n46e1258>. Acesso em: 19 out. 2024.

MOREIRA, Rozielma A. **Fatores de risco e prevenção de infecções relacionadas à circulação extracorpórea: uma revisão integrativa**. 2021. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Curso de Graduação em Enfermagem, Macaé, 2021. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/16672>. Acesso em; 19 out. 2024.

MOTA, André L; RODRIGUES, Alfredo J; ÉVORA, Paulo R. B. **Circulação extracorpórea em adultos no século XXI: Ciência, arte ou empirismo?**, **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, São Paulo, v. 23, p. 78-92, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbccv/a/zZSsVVtQXpxbVFj6N79m8st/>. Acesso em: 19 out. 2024.

TORRATI, Fernanda G; DANTAS, Rosana AP. S. Circulação extracorpórea e complicações no período pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas, **Acta Paulista de Enfermagem**, Ribeirão Preto, 2012, v. 25, n. 3, p. 340-345. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ape/a/Kmg3ZtyYgvH3n3MTnhRfwxg/?lang=pt&format=html>. Acesso em; 19 out. 2024.

Sociedade Brasileira de Circulação Extracorpórea. **Nota oficial SBCEC – 002/2025**. Campinas, 06 jun. 2025. Disponível em: <https://sbcec.com.br/nota-oficial-sbcec-002-2025/?utm.com> acesso em: 9 nov. 2025.