

Infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas em pediatria: Uma revisão narrativa

Infections in the immediate postoperative period of pediatric cardiac surgery: A narrative review

Infecciones en el período postoperatorio inmediato de cirugías cardíacas pediátricas: Una revisión narrativa

Recebido: 14/07/2025 | Revisado: 21/07/2025 | Aceitado: 21/07/2025 | Publicado: 23/07/2025

Ítala Karine Campos Barros

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1110-3908>

Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: italaabarros@hotmail.com

Thamys Marinho Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0397-3660>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: thamys.marinho@discente.ufma.br

Fabrcio Silva Pessoa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9549-0238>

Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: fabriciosilvapessoa@hotmail.com

Resumo

As infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas representam uma importante causa de morbidade e mortalidade, agravando desfechos clínicos e elevando os custos assistenciais. Apesar dos avanços técnicos e terapêuticos, a vulnerabilidade imunológica dos neonatos e a complexidade dos procedimentos cardíacos favorecem a ocorrência de complicações infecciosas precoces. Este trabalho tem como objetivo principal realizar uma revisão narrativa da literatura científica recente sobre infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas. Foi realizada uma revisão narrativa com base em 18 artigos publicados entre 2020 e 2025, obtidos em bases científicas e selecionados conforme critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Os resultados demonstraram que as infecções de corrente sanguínea, do sítio cirúrgico, pneumonias associadas à ventilação mecânica, sepse e infecções fúngicas foram as mais prevalentes. Os principais fatores de risco incluíram fechamento esternal tardio, uso prolongado de ventilação mecânica, tempo operatório elevado, necessidade de ECMO e presença de dispositivos invasivos. A prevenção baseada em bundles, antibioticoprofilaxia racional, controle ambiental e educação multiprofissional mostrou-se eficaz na redução de casos. O tratamento envolveu antibioticoterapia empírica guiada por culturas e, em casos fúngicos, o uso de antifúngicos específicos. Conclui-se que a adoção de estratégias padronizadas e baseadas em evidências é fundamental para reduzir a incidência e gravidade das infecções pós-operatórias imediatas em cirurgias cardíacas pediátricas.

Palavras-chave: Cirurgia Torácica; Infecção da Ferida Cirúrgica; Pediatria; Cuidados Críticos; Antibioticoprofilaxia.

Abstract

Postoperative infections in the immediate period following pediatric cardiac surgery represent a significant cause of morbidity and mortality, worsening clinical outcomes and increasing healthcare costs. Despite technical and therapeutic advances, the immunological vulnerability of neonates and the complexity of cardiac procedures favor the occurrence of early infectious complications. This study aims to conduct a narrative review of recent scientific literature on infections in the immediate postoperative period of pediatric cardiac surgeries. A narrative review was performed based on 18 articles published between 2020 and 2025, retrieved from scientific databases and selected according to predefined inclusion and exclusion criteria. The results showed that bloodstream infections, surgical site infections, ventilator-associated pneumonias, sepsis, and fungal infections were the most prevalent. Major risk factors included delayed sternal closure, prolonged mechanical ventilation, extended surgical time, need for ECMO, and the presence of invasive devices. Prevention strategies based on bundles, rational antibiotic prophylaxis, environmental control, and multiprofessional education proved effective in reducing cases. Treatment involved empirical antibiotic therapy guided by culture results and, in fungal cases, the use of specific antifungal agents. It is concluded that the adoption of standardized, evidence-based strategies is essential to reduce the incidence and severity of immediate postoperative infections in pediatric cardiac surgeries.

Keywords: Thoracic Surgery; Surgical Wound Infection; Pediatrics; Critical Care; Antibiotic Prophylaxis.

Resumen

Las infecciones en el postoperatorio inmediato de cirugías cardíacas pediátricas representan una causa importante de morbilidad y mortalidad, empeorando los desenlaces clínicos y aumentando los costos asistenciales. A pesar de los avances técnicos y terapéuticos, la vulnerabilidad inmunológica de los recién nacidos y la complejidad de los procedimientos cardíacos favorecen la aparición de complicaciones infecciosas precoces. Este trabajo tiene como objetivo principal realizar una revisión narrativa de la literatura científica reciente sobre infecciones en el postoperatorio inmediato de cirugías cardíacas pediátricas. Se realizó una revisión narrativa basada en 18 artículos publicados entre 2020 y 2025, obtenidos en bases de datos científicas y seleccionados según criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. Los resultados demostraron que las infecciones del torrente sanguíneo, del sitio quirúrgico, las neumonías asociadas a la ventilación mecánica, la sepsis y las infecciones fúngicas fueron las más prevalentes. Los principales factores de riesgo incluyeron el cierre esternal tardío, el uso prolongado de ventilación mecánica, el tiempo quirúrgico prolongado, la necesidad de ECMO y la presencia de dispositivos invasivos. La prevención basada en paquetes de medidas (bundles), antibioticoprofilaxis racional, control ambiental y educación multiprofesional demostró ser eficaz en la reducción de casos. El tratamiento incluyó antibioticoterapia empírica guiada por cultivos y, en casos fúngicos, el uso de antifúngicos específicos. Se concluye que la adopción de estrategias estandarizadas y basadas en evidencias es fundamental para reducir la incidencia y gravedad de las infecciones postoperatorias inmediatas en cirugías cardíacas pediátricas.

Palabras clave: Cirugía Torácica; Infección de la Herida Quirúrgica; Pediatría; Cuidados Críticos; Antibioticoprofilaxis.

1. Introdução

As doenças cardíacas congênitas (DCC) são consideradas uma das principais causas de morbidade e mortalidade na infância, uma vez que são responsáveis por um número significativa dos óbitos neonatais e infantis, especialmente em países em desenvolvimento. Estima-se que cerca de 1% dos nascidos vivos no mundo sejam acometidos por alguma anomalia estrutural do coração, o que corresponde a aproximadamente 1,35 milhão de casos por ano (Van Der Linde et al., 2011). No Brasil, a estimativa gira em torno de 25 a 30 mil casos anuais, sendo que mais da metade desses pacientes requerem intervenção cirúrgica nos primeiros anos de vida (Sandoval et al., 2010).

A correção cirúrgica precoce dessas cardiopatias é essencial para garantir a sobrevida e a qualidade de vida das crianças acometidas. Entretanto, o contexto do cuidado cirúrgico pediátrico é complexo e marcado por desigualdades estruturais, principalmente na América Latina. De acordo com Sandoval et al. (2010), aproximadamente 58.700 crianças nascem anualmente com DCC na América do Sul, e mais de 24 mil delas não recebem nenhum tipo de tratamento. O déficit de cobertura atinge 58% dos casos, e no Brasil, apesar de avanços institucionais, a taxa de cobertura estimada não ultrapassa 40% (Sandoval et al., 2010). Esse panorama evidencia desafios que extrapolam a esfera biomédica, envolvendo aspectos sociais, econômicos e políticos.

Mesmo entre as crianças que conseguem acesso à cirurgia, os riscos persistem — sobretudo no período pós-operatório imediato. A taxa de mortalidade operatória em neonatos com cardiopatias congênitas ainda pode ultrapassar 10% em alguns centros da América Latina (Elassal et al., 2022; Sandoval et al., 2010), e as complicações infecciosas figuram entre os principais fatores associados a desfechos adversos, uma vez que o ambiente intensivo, o uso de dispositivos invasivos, o tempo de ventilação mecânica e a necessidade de reoperações ampliam a vulnerabilidade desses pacientes às infecções nosocomiais, que podem comprometer significativamente a recuperação clínica e a sobrevida (Sen et al., 2017; Zhang & Guleng, 2023).

Essas infecções incluem, principalmente, infecções do sítio cirúrgico (ISC), de corrente sanguínea (ICS) e respiratórias associadas à ventilação mecânica, com impacto direto no tempo de internação, nos custos hospitalares e na morbidade prolongada. Microrganismos multirresistentes, como *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), *Klebsiella pneumoniae* produtora de ESBL (β -lactamases de espectro estendido, do inglês Extended-Spectrum Beta-Lactamases) e *Pseudomonas aeruginosa*, estão entre os patógenos frequentemente isolados nesses contextos. A presença desses agentes dificulta o manejo terapêutico e amplia a necessidade de vigilância microbiológica constante (Ribeiro, Siciliano, Lopes, & Strabelli, 2023b; Suvorov & Ivanov, 2024).

Embora a literatura científica já tenha identificado múltiplos fatores de risco para essas infecções — como tempo operatório prolongado, uso de circulação extracorpórea (Elassal et al., 2022) e fechamento esternal tardio (Mehta, Cunningham, Colella, Alferis, & Weiner, 2000) —, a variabilidade nos protocolos institucionais e a escassez de recursos dificultam a padronização das condutas em muitos serviços (Cavalcante et al., 2019; Lupatini et al., 2017; Mendes, 2010). Essa heterogeneidade é ainda mais marcante em regiões como o Norte e o Nordeste do Brasil, onde indicadores de saúde infantil permanecem inferiores à média nacional. Sandoval et al. (2010) destacam que, apesar da existência de centros de excelência na América do Sul, muitos países enfrentam dificuldades para garantir acesso equitativo e contínuo à cirurgia cardíaca pediátrica (Sandoval et al., 2010).

Nesse contexto, medidas de prevenção e controle de infecções tornam-se essenciais para minimizar os riscos e garantir melhores desfechos pós-operatórios. Práticas como a antibioticoprofilaxia adequada (Elassal et al., 2022; Jaworski, Kansy, Dzierzanowska-Fangrat, & Maruszewski, 2019; Kato et al., 2007), a higienização rigorosa das mãos (Mota et al., 2014), o uso de bundles para manejo de cateteres e ventilação (Campbell et al., 2025), a descolonização nasal com mupirocina (Perl et al., 2002; Savary et al., 2022) e o monitoramento microbiológico são estratégias recomendadas por diferentes estudos (Cavalcante et al., 2019; Turcotte et al., 2014). Adicionalmente, biomarcadores como a proteína C reativa (PCR) e a procalcitonina (PCT) vêm sendo utilizados como ferramentas de auxílio diagnóstico, com potencial para distinguir entre resposta inflamatória cirúrgica e infecção verdadeira (Bavare et al., 2021; Pilarczyk et al., 2019). Mais recentemente, modelos preditivos baseados em inteligência artificial vêm sendo investigados como suporte à tomada de decisão clínica, com destaque para sua aplicação na estratificação de risco individualizado (Williamson & Fabbri, 2023).

Diante desse panorama, torna-se necessário compreender, de forma crítica e sistematizada, os principais determinantes das infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas em crianças, considerando tanto os aspectos clínicos quanto estruturais. Este trabalho tem como objetivo principal realizar uma revisão narrativa da literatura científica recente sobre infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas. Busca-se identificar os tipos mais frequentes de infecção, os microrganismos envolvidos, os fatores de risco associados e as estratégias preventivas adotadas, com a finalidade de subsidiar melhorias na prática clínica e contribuir para a qualificação do cuidado prestado à população pediátrica cardiopata.

2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa de revisão bibliográfica (Snyder, 2019), do tipo específico de revisão narrativa da literatura (Casarin et al., 2020; Rother, 2007) e de natureza qualitativa (Pereira, Shitsuk, Parreira, & Shitsuka, 2018). Este trabalho foi conduzido no formato de revisão narrativa da literatura, com o objetivo de identificar, analisar e sintetizar os principais achados científicos relacionados às infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas em pacientes pediátricos. A revisão narrativa permitiu uma abordagem ampla e crítica de temas relevantes da literatura científica, sem a rigidez metodológica das revisões sistemáticas.

Estratégia de Busca

A busca por artigos foi realizada nas bases de dados PubMed e SciELO, por meio da aplicação de descritores e combinações de palavras-chave previamente definidos. As expressões utilizadas incluíram: "Postoperative Complications" AND "Cardiac Surgery" AND "Pediatrics"; "Surgical Wound Infection" AND "Pediatric Cardiac Surgery"; "Sepsis" AND "Pediatric Intensive Care"; "Ventilator-Associated Pneumonia" AND "Cardiac Surgery" AND "Children"; e "Nosocomial Infections" AND "Postoperative" AND "Pediatrics". Essas combinações foram selecionadas de forma a cobrir os principais termos relacionados

ao tema investigado, com o intuito de garantir a abrangência e relevância dos resultados.

CrITÉRIOS de Inclusão

Foram incluídos na revisão estudos publicados entre os anos de 2020 e 2025, nos idiomas inglês, português e espanhol, que estivessem disponíveis em texto completo gratuito e realizados com populações humanas com faixa etária compreendida entre o nascimento e os 18 anos, englobando neonatos, lactentes, crianças e adolescentes. Os estudos selecionados deveriam abordar, obrigatoriamente, complicações infecciosas ocorridas no período pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas.

Foram considerados elegíveis artigos originais, revisões narrativas, revisões sistemáticas e meta-análises, desde que apresentassem como foco principal pacientes pediátricos submetidos a cirurgias cardíacas, com descrição das infecções pós-operatórias imediatas, incluindo dados sobre tipos de infecção, agentes etiológicos e desfechos clínicos.

CrITÉRIOS de Exclusão

Foram excluídos os estudos que envolviam exclusivamente a população adulta, artigos duplicados ou sem acesso ao texto completo, e aqueles que abordavam apenas complicações não infecciosas.

Seleção dos Estudos

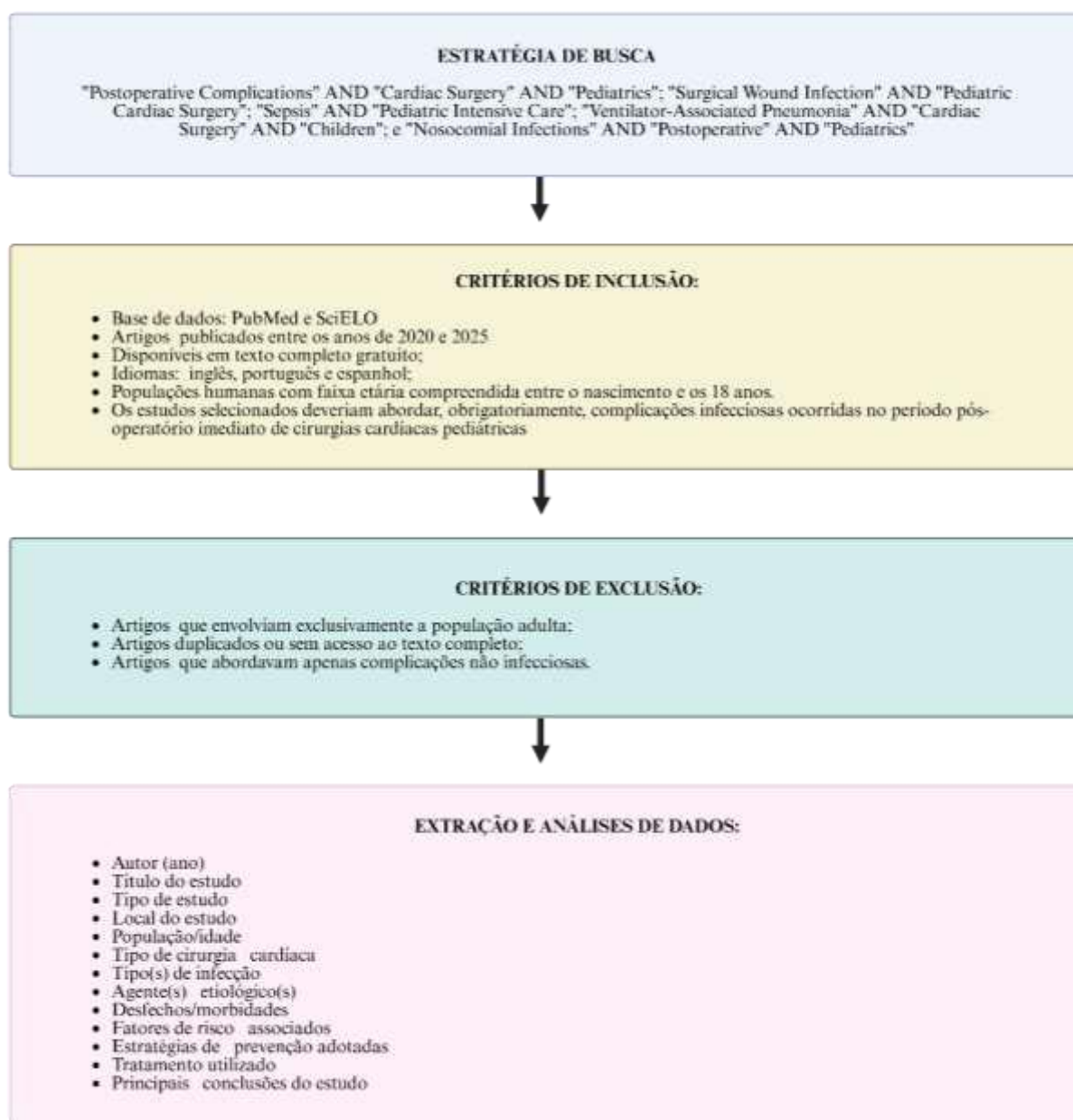
A seleção dos artigos foi realizada em três etapas sequenciais. Inicialmente, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos para triagem preliminar dos estudos. Em seguida, os artigos potencialmente elegíveis foram lidos na íntegra. Por fim, aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão para a definição final do conjunto de estudos analisados.

Extração e Análise dos Dados

Os dados extraídos dos artigos incluíram informações como autores, ano de publicação, tipo de estudo, país de origem, faixa etária dos pacientes, tipos de infecção descritas, fatores de risco associados, estratégias de prevenção e tratamento adotadas, bem como as principais conclusões de cada estudo.

Os resultados foram organizados em seções temáticas de acordo com a estrutura previamente definida para o trabalho, o que possibilitou uma análise crítica e integrativa das evidências disponíveis na literatura científica. A metodologia adotada neste estudo está sintetizada na Figura 1, que apresenta de forma esquemática todas as etapas da revisão narrativa realizada.

Figura 1 - Representação esquemática da metodologia empregada para a revisão narrativa sobre infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas em pediatria, incluindo a estratégia de busca, critérios de inclusão e exclusão, seleção dos estudos e extração e análise dos dados.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

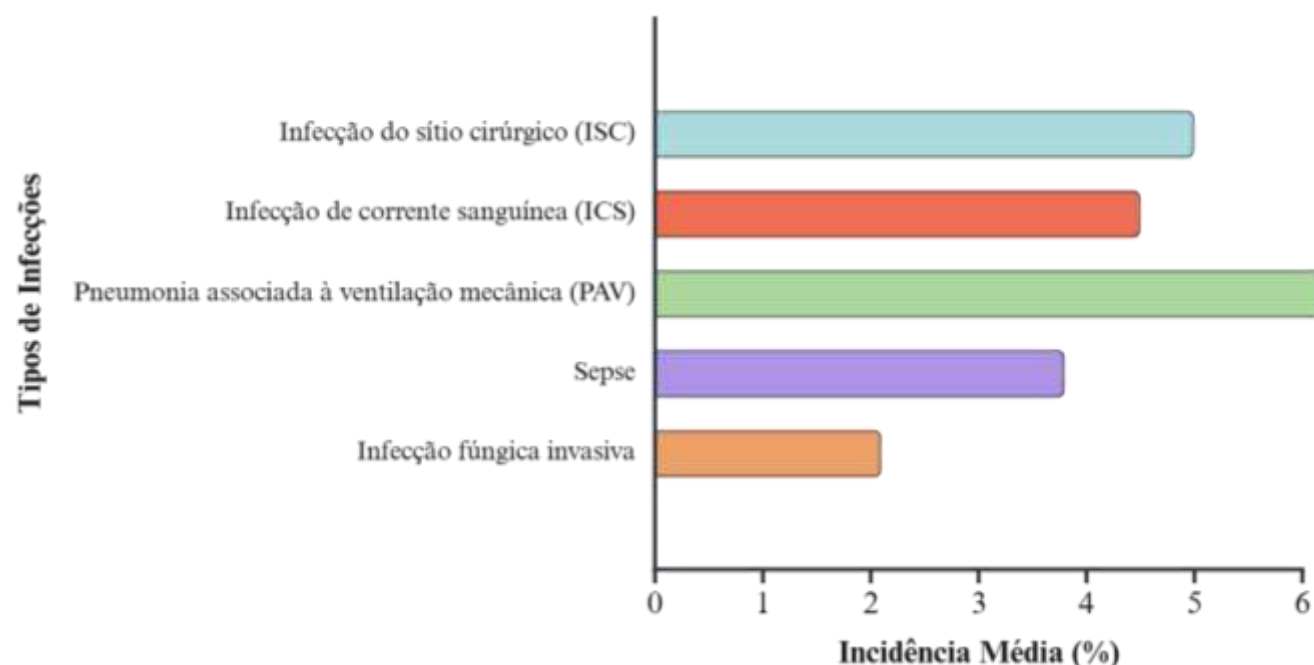
3. Resultados

Após a busca nas bases de dados e a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, foram selecionados dezoito artigos publicados entre 2020 e 2025. Os estudos incluídos apresentam distintos delineamentos metodológicos, como estudos observacionais retrospectivos e prospectivos, revisões narrativas e sistemáticas, ensaios clínicos randomizados e relatos de caso. As pesquisas foram conduzidas em instituições pediátricas de referência distribuídas entre América do Norte, América do Sul, Europa, Ásia e Oriente Médio, e envolveram exclusivamente populações pediátricas

submetidas a cirurgias cardíacas. O foco principal dos trabalhos analisados foi a identificação, caracterização e manejo clínico das infecções no período pós-operatório imediato.

Com base nos dados extraídos dos estudos analisados, as infecções mais frequentemente observadas no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas, em ordem decrescente de ocorrência nos estudos, foram: infecção do sítio cirúrgico (ISC), infecção de corrente sanguínea (ICS), pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV), sepse e infecções fúngicas invasivas. As ISCs foram citadas em seis dos estudos incluídos (Bianchini et al., 2022; Burzyńska, Jaworski, Maruszewski, Kansy, & Dzierżanowska-Fangrat, 2022; Prendin, Tabacco, Fazio, & De Barbieri, 2021; Ribeiro, Siciliano, Lopes, & Strabelli, 2023a; Silveti et al., 2020; von Stumm et al., 2022) e apresentaram incidência média de 5%, sendo mais comuns em procedimentos realizados por esternotomia mediana (Bianchini et al., 2022; Ribeiro et al., 2023a; von Stumm et al., 2022). As ICSs foram referidas em cinco estudos, com incidência média de 4,5% (Elassal et al., 2022; Prendin et al., 2021; Silveti et al., 2020; Vachirapuranon et al., 2022; Williamson & Fabbri, 2023). Por sua vez, as pneumonias, embora tenham sido relatadas em um número ligeiramente menor de estudos, destacaram-se por apresentar a maior incidência média estimada entre as infecções analisadas, alcançando 6,2% (Bavare et al., 2021; Beshir, Ahmed, Tsega, & Getahun, 2024; Wang et al., 2024; Williamson & Fabbri, 2023). Já a sepse e as infecções fúngicas, apesar de menos recorrentes nas publicações, mantiveram significativa relevância clínica, com incidências médias de 3,8% (Bavare et al., 2021; Beshir et al., 2024; Elassal et al., 2022; Williamson & Fabbri, 2023) e 2,1% (Bianchini et al., 2022; Klepacka et al., 2022; Partridge, Dodson, Reilly, & Cohen, 2023), respectivamente. (Figura 2).

Figura 2 - Frequência de citação e incidência média dos principais tipos de infecção no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas.



Fonte: Elaborado pelos Autores com base nos artigos desta revisão (2025).

As ICS estiveram frequentemente associadas ao uso de cateter venoso central por tempo prolongado (Vachirapuranon et al., 2022), enquanto os casos de sepse e pneumonia estiveram relacionados à ventilação mecânica prolongada e à permanência em unidades de terapia intensiva (Wang et al., 2024; Williamson & Fabbri, 2023). Infecções fúngicas, como candidíase e

aspergilose, embora menos frequentes, mostraram-se particularmente graves em neonatos e lactentes com múltiplos fatores de risco (Klepacka et al., 2022; Partridge et al., 2023).

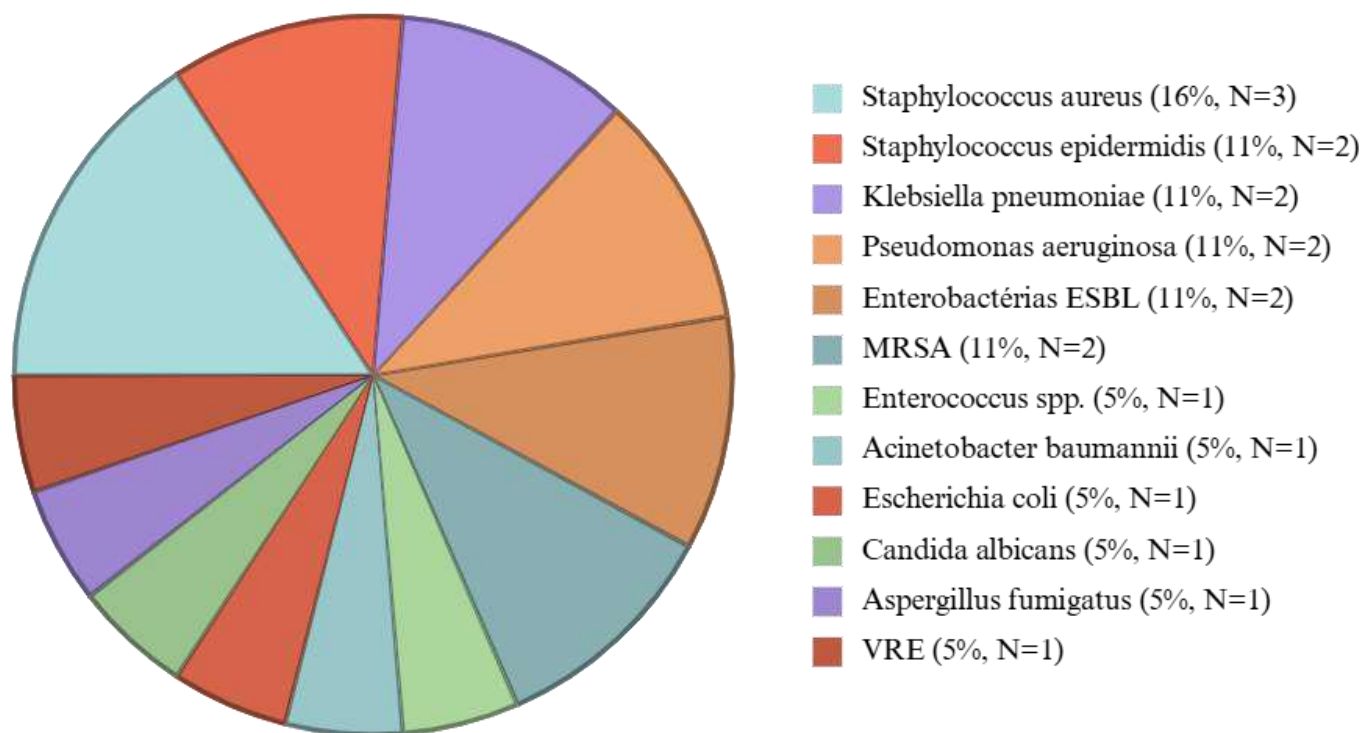
Dentre os microrganismos isolados (Figura 3), destacaram-se *Staphylococcus aureus* (Bianchini et al., 2022; Ribeiro et al., 2023a; von Stumm et al., 2022), *Staphylococcus epidermidis* (Bianchini et al., 2022; von Stumm et al., 2022), *Enterococcus* spp. (Bavare et al., 2021; Ribeiro et al., 2023a), *Klebsiella pneumoniae* (Suvorov & Ivanov, 2024; Wang et al., 2024), *Pseudomonas aeruginosa* (Fadaly et al., 2022; Suvorov & Ivanov, 2024), *Acinetobacter baumannii* (Vachirapuranon et al., 2022) e *Escherichia coli* (Wang et al., 2024), além de *Candida albicans* (Klepacka et al., 2022) e *Aspergillus fumigatus* (Partridge et al., 2023) nos casos de infecção fúngica. Alguns estudos relataram também a presença de enterobactérias produtoras de ESBL e cepas resistentes, como MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente à meticilina) e VRE (*Enterococcus* resistente à vancomicina) (Fadaly et al., 2022; Prendin et al., 2021), o que reforça o desafio no manejo antimicrobiano desses pacientes.

A partir da análise dos tipos de infecção mais prevalentes, diversos estudos também identificaram fatores de risco significativamente associados ao desenvolvimento dessas complicações no pós-operatório imediato (Figura 4). Dentre eles, destaca-se o fechamento esternal tardio (DSC), frequentemente relacionado ao aumento da incidência de infecção do sítio cirúrgico (ISC) (Silvetti et al., 2020; von Stumm et al., 2022). O uso prolongado de ventilação mecânica também se mostrou um fator relevante, especialmente em pacientes internados em unidades de terapia intensiva (Elassal et al., 2022), assim como o tempo operatório e a duração da circulação extracorpórea (CEC), que aumentam a exposição a patógenos e a inflamação sistêmica (Beshir et al., 2024). A necessidade de suporte com ECMO foi consistentemente associada a maior risco de infecções (Elassal et al., 2022; Partridge et al., 2023).

Outros fatores demográficos e clínicos também foram destacados, como a prematuridade e o baixo peso ao nascimento (Wang et al., 2024), além da idade inferior a um mês, especialmente entre os neonatos com sistema imune imaturo (Prendin et al., 2021). Reoperações durante a mesma internação aumentaram significativamente o risco de complicações infecciosas (Ribeiro et al., 2023a), assim como a presença de dispositivos invasivos, como drenos, cateteres venosos centrais e sondas (Bianchini et al., 2022). A colonização por *Staphylococcus aureus* também foi um fator de risco importante para o desenvolvimento de infecções esternais e de corrente sanguínea (Prendin et al., 2021).

Adicionalmente, o uso de dopamina, a nutrição deficiente e a exposição prolongada a antibióticos de amplo espectro foram associados a maior suscetibilidade a infecções oportunistas e à seleção de cepas resistentes (Fadaly et al., 2022).

Figura 3 – Distribuição dos microrganismos mais frequentemente isolados em infecções pós-operatórias de cirurgias cardíacas pediátricas. Representação gráfica dos microrganismos mais comuns identificados nos estudos incluídos na revisão, com base na frequência de citação (N) em relação ao total de artigos analisados.



Fonte: Elaborado pelos Autores com base nos artigos desta revisão (2025).

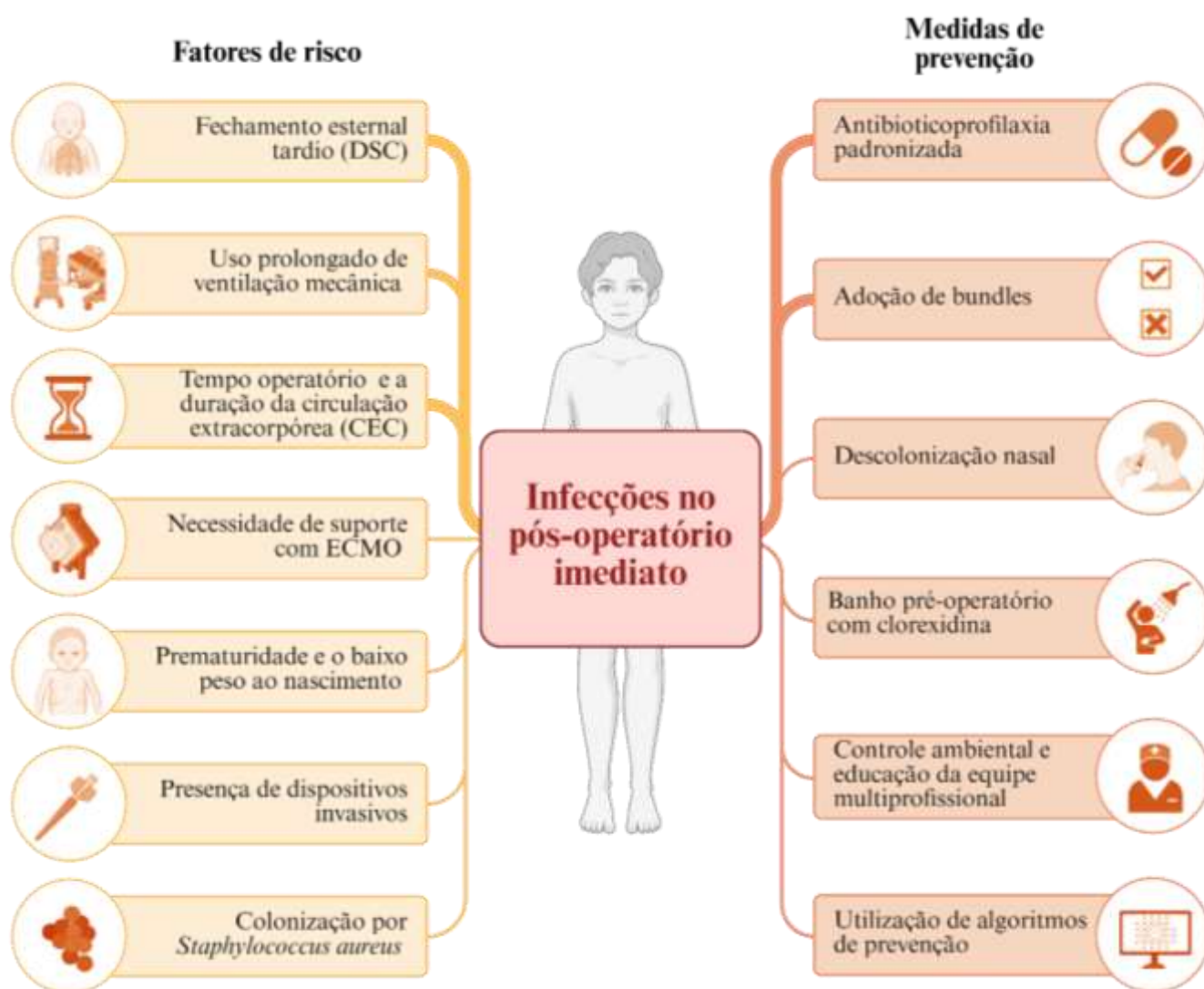
As estratégias preventivas adotadas nos serviços analisados incluíram medidas amplamente consolidadas, como antibioticoprofilaxia padronizada, com destaque para o uso de cefazolina na indução e nas primeiras 24 a 48 horas após o procedimento cirúrgico (Bianchini et al., 2022; Burzyńska et al., 2022). Estudos comparativos demonstraram que esquemas simplificados, com menor tempo de antibioticoterapia, apresentaram eficácia semelhante aos regimes prolongados, além de menor impacto sobre resistência bacteriana e maior adesão institucional (Philip et al., 2020). Outros recursos de prevenção incluíram a adoção de bundles para o manejo de cateteres, sondas e ventilação (Vachirapuranon et al., 2022); protocolos de descolonização nasal com mupirocina (Prendin et al., 2021); banho pré-operatório com clorexidina (von Stumm et al., 2022); além de medidas complementares como auditorias clínicas regulares, controle ambiental rigoroso e programas contínuos de capacitação para a equipe multiprofissional (Partridge et al., 2023). A utilização de algoritmos de prevenção, como descrito por Suvorov et al. (2024), demonstrou importante redução da incidência de infecções esterais em neonatos e lactentes de alto risco.

O tratamento das infecções variou conforme a etiologia e a gravidade clínica. Na maioria dos casos, foi realizada antibioticoterapia direcionada com base em cultura e antibiograma (Ribeiro, Siciliano, Lopes, & Strabelli, 2023; Wang et al., 2024). Casos mais graves, como mediastinites, infecções de condutos ou pseudoaneurismas, demandaram intervenções cirúrgicas, drenagem de abscessos e substituição de dispositivos (Fadaly et al., 2022; Kawamura et al., 2021). Infecções fúngicas invasivas foram tratadas com antifúngicos como fluconazol e anfotericina B (Klepacka et al., 2022). Estudos recentes reforçaram o papel dos biomarcadores séricos, como a procalcitonina (PCT) e a proteína C reativa (PCR), no diagnóstico precoce de

infecção, mesmo na ausência de febre ou leucocitose, com sensibilidade aumentada para pneumonia pós-CEC e sepse (Bavare et al., 2021; Wang et al., 2024).

As infecções no pós-operatório imediato resultaram em impactos expressivos sobre os desfechos clínicos. Os estudos relataram aumento significativo no tempo de ventilação mecânica, internação em UTI e permanência hospitalar, além de elevação dos custos com antibióticos e suporte intensivo (Elassal et al., 2022; Williamson & Fabbri, 2023). As taxas de mortalidade foram particularmente elevadas em casos com septicemia e mediastinite (Elassal et al., 2022; Partridge et al., 2023). Por outro lado, centros que adotaram protocolos sistemáticos de prevenção, controle ambiental e padronização de condutas apresentaram redução significativa na taxa de infecções (Silveti et al., 2020; Suvorov & Ivanov, 2024).

Figura 4 – Fatores de risco e estratégias de prevenção das infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas. A imagem apresenta, à esquerda, os principais fatores de risco e à direita, estão representadas as principais estratégias preventivas encontrados nos estudos avaliados.



Fonte: Elaborado pelos Autores com base nos artigos desta revisão (2025).

Dessa forma, os resultados desta revisão indicam que as infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas em pediatria são eventos de elevada relevância clínica, associadas a múltiplos fatores de risco e com potencial impacto sobre morbidade e mortalidade. A implementação de estratégias preventivas baseadas em evidências, o uso racional de antibióticos e a vigilância contínua com apoio de biomarcadores e ferramentas preditivas representam caminhos viáveis para a melhoria da segurança cirúrgica e da qualidade assistencial nesta população vulnerável.

4. Discussão

As infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas representam uma preocupação significativa, tanto pela sua frequência quanto pelas consequências clínicas, sociais e econômicas que podem gerar. Este trabalho analisou estudos recentes que investigaram esse fenômeno, revelando que tais complicações continuam a ser uma das principais causas de prolongamento da internação, reoperações, uso intensivo de antibióticos e, em alguns casos, óbito.

A análise integrada dos dados obtidos a partir dos estudos selecionados nesta revisão permitiu identificar padrões relevantes sobre a ocorrência, os determinantes e a condução clínica das infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas em pediatria. Nesta seção, discutem-se de forma integrada os tipos mais prevalentes de infecção, os microrganismos envolvidos, os principais fatores de risco descritos na literatura, bem como as medidas preventivas e as estratégias terapêuticas adotadas nos serviços avaliados. A ênfase recai sobre a aplicabilidade prática desses achados no contexto clínico, visando fornecer subsídios concretos para o manejo eficaz e seguro dessas complicações infecciosas em pacientes pediátricos cardiopatas (Figura 5).

Figura 5 - Resumo clínico das infecções de corrente sanguínea (BSI) e sepse no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas. CVC – Cateter Venoso Central; MRSA – Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus (S. aureus resistente à meticilina); ESBL – Extended-Spectrum Beta-Lactamases (beta-lactamases de espectro estendido); PCT – Procalcitonina; PCR – Proteína C Reativa; UTI – Unidade de Terapia Intensiva.

| Tipos de Infecção | Microrganismos Envolvidos | Fatores de risco | Prevenção | Tratamento |
|---|--|---|---|---|
| Infecção de Corrente Sanguínea (ICS) | <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Enterococcus spp.</i> , MRSA, enterobactérias ESBL. | Uso prolongado de CVC, prematuridade, baixo peso, imaturidade imunológica. | Bundle para CVC: técnica asséptica, antissepsia com clorexidina, troca de curativo estéril, avaliação diária. | Antibioticoterapia empírica: vancomicina + cefepime/meropenem; ajustar após cultura. |
| Infecção do Sítio Cirúrgico (ISC) | <i>S. aureus</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>Klebsiella spp.</i> , <i>Pseudomonas spp.</i> , <i>Enterococcus spp.</i> , <i>Candida spp.</i> | Esternotomia mediana, fechamento esternal tardio, colonização por <i>S. aureus</i> , reoperações. | Profilaxia com cefazolina, banho com clorexidina, descolonização nasal com mupirocina. | Cobertura para gram-positivos e gram-negativos; cirurgia se mediastinite; antifúngicos se necessário. |
| Pneumonia Associada à Ventilação (PAV) | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , enterobactérias multirresistentes. | Ventilação mecânica prolongada, instabilidade hemodinâmica, aspiração, higiene bucal deficiente. | Higiene oral com clorexidina, elevação da cabeceira, aspiração subglótica, avaliação para extubação. | Piperacilina-tazobactam ou meropenem ± aminoglicosídeo/ polimixina; descalonar após cultura. |
| Sepse | Diversos (secundária a BSI, VAP, SSI), incluindo MRSA e bacilos gram-negativos. | Infecções primárias mal controladas, uso de dispositivos invasivos, UTI prolongada. | Prevenção das infecções primárias, retirada precoce de dispositivos, vigilância com PCT/PCR. | Antibióticos de amplo espectro, expansão volêmica, suporte hemodinâmico intensivo. |
| Infecção Fúngica Invasiva | <i>Candida albicans</i> , <i>C. parapsilosis</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> | Uso prolongado de antibióticos, ventilação mecânica, NPT, imaturidade imunológica. | Redução de dispositivos, racionalização de antibióticos, controle ambiental. | Fluconazol, anfotericina B lipossomal, equinocandinas; iniciar precocemente após suspeita. |

Fonte: Elaborado pelos Autores com base nos artigos desta revisão (2025).

Entre os tipos de infecção analisados, as infecções de corrente sanguínea (ICS), apresentaram grande relevância clínica e são predominantemente causadas por bactérias como *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* e *Enterococcus spp.* e geralmente decorrem do uso prolongado de cateteres venosos centrais (Vachirapuranon et al., 2022). Pacientes neonatais, especialmente os de baixo peso ou prematuros, estão mais suscetíveis devido à imaturidade do sistema imune e à necessidade prolongada de suporte invasivo (Wang et al., 2024). A prevenção depende da aplicação rigorosa de técnica asséptica durante a inserção e manipulação dos cateteres, associada ao uso de bundles clínicos específicos para sua manutenção (Prendin et al., 2021).

Esses bundles consistem em um conjunto estruturado de práticas baseadas em evidência que, quando implementadas de forma simultânea e sistemática, promovem significativa redução nas taxas de infecção de corrente sanguínea. Entre essas medidas estão a higienização adequada das mãos antes e após qualquer contato com o cateter, o uso de barreiras estéreis máximas durante a inserção, a antissepsia rigorosa da pele com clorexidina alcoólica a 2% antes da punção, a escolha criteriosa do sítio de inserção, e a avaliação diária da real necessidade de permanência do dispositivo, com sua retirada imediata quando não houver

mais indicação clínica. Além disso, a troca de curativos deve ser realizada com técnica estéril, respeitando os intervalos recomendados e sempre que houver sujidade, umidade ou descolamento (Caruso et al., 2019; Jaworski et al., 2019).

A efetividade desses bundles está diretamente relacionada à adesão da equipe assistencial, sendo imprescindível o investimento em estratégias de educação permanente, auditorias regulares, supervisão técnica e uso de checklists padronizados, conforme preconizado pelas principais diretrizes internacionais de controle de infecção hospitalar (Caruso et al., 2019; Jaworski et al., 2019). Em casos de infecção, o tratamento exige coleta de culturas antes do início da antibioticoterapia empírica, com posterior ajuste do esquema conforme o antibiograma, muitas vezes envolvendo cobertura para microrganismos resistentes como MRSA ou enterobactérias produtoras de ESBL (Fadaly et al., 2022; Prendin et al., 2021).

Estudos incluídos nesta revisão relataram o uso de diversos esquemas antibióticos: Philip et al. (2020) compararam dois esquemas pós-fechamento esternal tardio, utilizando vancomicina (15 mg/kg/dose a cada 12 horas) associada a cefepime (50 mg/kg/dose a cada 8 horas) por dois dias versus cinco dias, observando que a duração reduzida apresentou eficácia semelhante e menor impacto nos custos e na resistência bacteriana. Silveti et al. (2019) relataram maior taxa de infecções em pacientes que utilizaram regimes não padronizados com meropenem e vancomicina em comparação aos que receberam cefazolina 30 mg/kg por 48 horas, mostrando que o uso racional e padronizado foi mais eficaz. Já Vachirapuranon et al. (2022), ao implementarem um bundle de prevenção associado a antibioticoterapia direcionada conforme cultura, demonstraram redução expressiva das infecções de corrente sanguínea em neonatos, com destaque para a importância do uso precoce e ajustado dos antibióticos com base nos patógenos isolados. Esses dados reforçam a necessidade de abordagem individualizada, integrando diagnóstico microbiológico precoce, cobertura empírica de amplo espectro quando indicado, e revisão terapêutica conforme resultados laboratoriais.

As infecções do sítio cirúrgico (ISC) representam uma das complicações infecciosas mais comuns após cirurgias cardíacas pediátricas, especialmente em procedimentos realizados por esternotomia mediana. Essas infecções podem ser superficiais ou profundas, incluindo casos de mediastinite, e decorrem da exposição direta de tecidos esternais e subcutâneos ao ambiente hospitalar, sendo agravadas por fatores como fechamento esternal tardio (DSC), reoperações durante a mesma internação e permanência prolongada em UTI. A flora cutânea do próprio paciente e a colonização por patógenos hospitalares desempenham papel central na patogênese (Prendin et al., 2021; Silveti et al., 2020; von Stumm et al., 2022).

Os microrganismos mais frequentemente isolados em ISC foram os cocos gram-positivos, com destaque para *Staphylococcus aureus*, relatado como principal agente em diversos estudos, incluindo cepas resistentes à meticilina (MRSA). Outros patógenos da pele, como *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus cohnii* e *Staphylococcus haemolyticus*, também foram implicados, sobretudo em infecções superficiais ou relacionadas a dispositivos (Ribeiro et al., 2023a). Em infecções mais profundas e mediastinites, foram descritos patógenos gram-negativos como *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae* complex e *Acinetobacter haemolyticus*, além de enterococos como *Enterococcus faecium* (Fadaly et al., 2022; Ribeiro et al., 2023a; Suvorov & Ivanov, 2024). Em neonatos imunocomprometidos ou expostos a antibioticoterapia prolongada, *Candida* spp. também foram isoladas, exigindo abordagem antifúngica específica (Bianchini et al., 2022; Partridge et al., 2023).

Esse perfil etiológico reforça a importância de estratégias preventivas dirigidas aos patógenos mais prevalentes. O uso de cefazolina profilática na indução anestésica e nas primeiras 24 a 48 horas pós-operatórias é eficaz na cobertura contra estafilococos sensíveis (Burzyńska et al., 2022). A descolonização nasal com mupirocina em pacientes portadores de *S. aureus* demonstrou redução significativa nas taxas de ISC (Prendin et al., 2021), e o banho pré-operatório com clorexidina degermante contribui para a redução da carga microbiana cutânea (von Stumm et al., 2022). A escolha criteriosa do curativo esternal, a troca com técnica estéril e a vigilância ativa de sinais locais de infecção são essenciais para diagnóstico precoce. Em casos suspeitos,

é fundamental coletar material para cultura antes do início da antibioticoterapia empírica, a qual deve incluir cobertura para gram-positivos e, em pacientes de alto risco ou com sinais de infecção profunda, também gram-negativos e fungos, com ajustes posteriores conforme antibiograma (Fadaly et al., 2022; Philip et al., 2020; Ribeiro et al., 2023a; Suvorov & Ivanov, 2024).

A pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV) é uma complicação grave no pós-operatório de cirurgias cardíacas pediátricas, frequentemente observada em pacientes submetidos a suporte ventilatório prolongado, principalmente neonatos com cardiopatias congênicas complexas ou instabilidade hemodinâmica (Beshir et al., 2024; Vachirapuranon et al., 2022).

Esse tipo de infecção ocorre quando há aspiração de secreções colonizadas ou contaminação do circuito ventilatório. A fisiopatologia está relacionada à perda dos mecanismos naturais de defesa pulmonar, como a tosse, o batimento ciliar e a integridade da barreira mucosa (Beshir et al., 2024). O risco aumenta proporcionalmente à duração da ventilação mecânica e à gravidade da condição clínica (Elassal et al., 2022; Wang et al., 2024).

Durante a intervenção clínica, devem ser adotadas medidas estruturadas como: elevação da cabeceira entre 30° e 45°, higiene bucal com clorexidina a 0,12%, aspiração subglótica com sistema fechado e técnica estéril, avaliação diária para desmame ventilatório, e troca de circuitos apenas quando sujos (Beshir et al., 2024; Vachirapuranon et al., 2022). A suspeita clínica de PAV exige coleta de secreção traqueal e início precoce de antibióticos de amplo espectro, que cubram os principais patógenos hospitalares, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii* e enterobactérias multirresistentes, especialmente em unidades com alta prevalência desses agentes (Elassal et al., 2022; Wang et al., 2024).

Por exemplo, pode-se iniciar com uma combinação como piperacilina-tazobactam ou meropenem, associada ou não a um aminoglicosídeo ou polimixina, conforme o perfil epidemiológico local (Prendin et al., 2021). A descalonagem da terapia deve ser feita assim que os resultados de cultura e antibiograma estiverem disponíveis, a fim de reduzir a toxicidade, custos e pressão seletiva por resistência. Em casos graves, pode ser necessário suporte com ventilação de alta frequência ou ECMO (Elassal et al., 2022).

A sepse constitui uma das manifestações mais graves das complicações infecciosas no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas, especialmente em neonatos e lactentes criticamente enfermos. Sua relevância clínica está associada ao alto potencial de progressão rápida para choque séptico e falência de múltiplos órgãos, o que a torna uma das principais causas de óbito nessa população. Frequentemente, a sepse é secundária a infecções primárias não controladas, como ICS, PAV ou ISC, sendo favorecida pelo uso prolongado de dispositivos invasivos e pela internação prolongada em unidades de terapia intensiva (Elassal et al., 2022; Vachirapuranon et al., 2022).

A magnitude desse risco é evidenciada por Elassal et al. (2022), que relataram uma mortalidade operatória de 11% entre neonatos submetidos à cirurgia cardíaca, com a sepse figurando entre os principais fatores associados aos desfechos fatais. De forma semelhante, Vachirapuranon et al. (2022) documentaram mortalidade de 11,1% entre pacientes com BSI, comparada a 3,8% no grupo que recebeu intervenções preventivas estruturadas. Esses dados reforçam a importância de estratégias eficazes de prevenção e detecção precoce.

O controle rigoroso das infecções primárias, associado à remoção precoce de cateteres, tubos e outros dispositivos invasivos, constitui a base da prevenção (Beshir et al., 2024; Elassal et al., 2022). Clinicamente, a sepse deve ser suspeitada diante de sinais como febre persistente, oligúria, taquicardia desproporcional, alterações de consciência e piora hemodinâmica (Bavare et al., 2021). Biomarcadores como a proteína C reativa (PCR) e a procalcitonina (PCT) auxiliam no diagnóstico precoce, mesmo na ausência de leucocitose ou febre clássica (Bavare et al., 2021; Wang et al., 2024). O tratamento deve ser iniciado imediatamente, com antibioticoterapia empírica de amplo espectro, expansão volêmica agressiva e suporte hemodinâmico intensivo, conforme protocolos atualizados de manejo de sepse em pediatria (Bavare et al., 2021; Elassal et al., 2022; Wang et al., 2024).

As infecções fúngicas invasivas, embora menos frequentes, representam um desafio terapêutico no pós-operatório de cirurgias cardíacas pediátricas, sobretudo em neonatos imunocomprometidos, com hospitalizações prolongadas e uso intensivo de dispositivos invasivos. Essas infecções ocorrem frequentemente após uso prolongado de antibióticos, ventilação mecânica e nutrição parenteral, favorecendo colonização por *Candida* spp. ou *Aspergillus* spp. (Bianchini et al., 2022; Klepacka et al., 2022; Partridge et al., 2023). A prevenção exige controle ambiental rigoroso, redução do tempo de dispositivos e racionalização do uso de antimicrobianos. O diagnóstico precoce é difícil, mas deve ser suspeitado diante de febre persistente e piora clínica. Hemoculturas fúngicas, dosagem de beta-D-glucana e galactomanana podem ser úteis. O tratamento deve ser iniciado prontamente com antifúngicos como fluconazol, anfotericina B lipossomal ou equinocandinas, conforme gravidade e agente isolado. Casos complicados podem requerer drenagem cirúrgica (Bianchini et al., 2022; Klepacka et al., 2022; Partridge et al., 2023).

Diante da complexidade que envolve o cuidado intensivo de crianças submetidas à cirurgia cardíaca, torna-se evidente que a prevenção, identificação precoce e manejo adequado das infecções pós-operatórias não devem ser encarados como etapas isoladas, mas sim como parte de um processo integrado e contínuo.

Os dados reunidos nesta revisão evidenciam que o sucesso na redução da morbimortalidade infecciosa depende de uma atuação coordenada entre medidas preventivas baseadas em evidências, protocolos clínicos bem estruturados e capacitação constante das equipes assistenciais. A implementação de bundles específicos para cada tipo de infecção, o uso criterioso de antimicrobianos, a vigilância microbiológica ativa e o apoio de biomarcadores e ferramentas preditivas são estratégias que, além de sustentarem boas práticas, favorecem decisões mais assertivas e individualizadas. Portanto, a discussão sobre infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas ultrapassa o domínio técnico, assumindo papel central na segurança do paciente, na eficiência institucional e na humanização do cuidado em contextos de alta complexidade.

5. Considerações Finais

As infecções no pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas pediátricas configuram um desafio persistente na prática clínica, impactando diretamente a recuperação dos pacientes, a dinâmica das equipes assistenciais e a sustentabilidade dos sistemas de saúde. Esta revisão demonstrou que, apesar dos avanços técnico-científicos e do aprimoramento das condutas cirúrgicas e intensivas, ainda existe um número significativo de complicações infecciosas em crianças submetidas a esse tipo de procedimento.

Os estudos analisados evidenciaram que fatores como idade precoce, baixo peso, presença de dispositivos invasivos e fechamento esternal tardio estão fortemente associados ao risco de infecção, enquanto estratégias como bundles de prevenção, antibioticoprofilaxia racional, descolonização nasal, higienização rigorosa das mãos e vigilância microbiológica demonstraram eficácia na redução de eventos infecciosos. A adoção sistemática dessas intervenções, especialmente quando adaptadas à realidade institucional, tem potencial para transformar o cuidado pós-operatório, reduzir internações prolongadas, prevenir reoperações e reduzir eventos adversos evitáveis, incluindo óbitos associados a infecções hospitalares.

Do ponto de vista prático, os achados desta revisão sugerem que centros cirúrgicos pediátricos devem implementar rotinas de avaliação de risco pré-operatória, uso direcionado de antibióticos e programas estruturados de vigilância microbiológica. Protocolos institucionais baseados em evidência e adaptados às particularidades locais são indispensáveis para garantir a segurança do paciente e a qualidade assistencial. Além disso, o investimento em educação continuada e cultura de segurança deve ser permanente, reforçando a responsabilidade compartilhada entre equipe cirúrgica, intensivistas, enfermeiros, farmacêuticos e gestores.

Contudo, esta revisão apresenta algumas limitações. A heterogeneidade metodológica dos estudos, as diferenças regionais, as variações nos protocolos utilizados e o número restrito de ensaios clínicos controlados dificultam a comparação direta entre os resultados. Apesar disso, a revisão ofereceu uma visão abrangente e atualizada sobre as principais infecções, seus determinantes e estratégias de enfrentamento no contexto da cirurgia cardíaca pediátrica.

Para o avanço do conhecimento e da prática clínica, é necessário fomentar pesquisas multicêntricas e ensaios clínicos que avaliem diferentes abordagens profiláticas de forma sistemática e padronizada. Além disso, estudos que integrem biomarcadores, modelos preditivos e inteligência artificial ao monitoramento clínico poderão contribuir para diagnósticos mais precoces, tratamentos mais assertivos e, conseqüentemente, melhores desfechos em curto e longo prazos.

Assim, espera-se que esta revisão contribua não apenas para ampliar o conhecimento sobre as infecções no contexto cirúrgico pediátrico, mas também para subsidiar práticas clínicas mais seguras, efetivas e humanas, centradas na proteção da vida e na qualidade do cuidado oferecido às crianças cardiopatas.

Referências

- Bavare, A., Rissmiller, B., Devaraj, S., Guffey, D., Rajapakshe, D., Weiner, H., . . . Shekerdemian, L. (2021). Perioperative procalcitonin in predicting infection in children undergoing surgical procedures. *Journal of surgical research*, 258, 332-338.
- Beshir, M. N., Ahmed, M., Tsega, T., & Getahun, T. (2024). Magnitude and Risk Factors for Paediatric Congenital Heart Surgery Complication and its association with Patient Outcomes in the Cardiac Center of Ethiopia. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 34(4).
- Bianchini, S., Nicoletti, L., Monaco, S., Rigotti, E., Corbelli, A., Colombari, A., . . . De Luca, M. (2022). Peri-Operative prophylaxis in patients of neonatal and pediatric age subjected to cardiac and thoracic surgery: A RAND/UCLA Appropriateness Method Consensus study. *Antibiotics*, 11(5), 554.
- Burzyńska, J., Jaworski, R., Maruszewski, B., Kansy, A., & Dzierżanowska-Fangrat, K. (2022). Perioperative Antibiotic Prophylaxis in Pediatric Cardiac Surgery—Simple Is Better. *Antibiotics*, 12(1), 66.
- Campbell, M. M., Turi, J., Collier, S., English, C., Sistla, V., Smith, M. J., . . . Lewis, S. S. (2025). Implementation of bundled interventions to reduce surgical site infections in pediatric patients undergoing cardiothoracic surgery: a quality improvement project. *AORN journal*, 121(2), 127-139.
- Caruso, T. J., Wang, E. Y., Schwenk, H., Marquez, J. L. S., Cahn, J., Loh, L., . . . Sharek, P. J. (2019). A postoperative care bundle reduces surgical site infections in pediatric patients undergoing cardiac surgeries. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 45(3), 156-163.
- Casarin, S. T., Porto, A. R., Gabatz, R. I. B., Bonow, C. A., Ribeiro, J. P., & Mota, M. S. (2020). Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do Journal of Nursing and Health/Types of literature review: considerations of the editors of the Journal of Nursing and Health. *Journal of nursing and health*, 10(5).
- Cavalcante, E. F. d. O., Pereira, I. R. B. d. O., Leite, M. J. V. d. F., Santos, A. M. D., & Cavalcante, C. A. A. (2019). Implementação dos núcleos de segurança do paciente e as infecções relacionadas à assistência à saúde. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 40(spe), e20180306.
- Elassal, A. A., Al-Radi, O. O., Debis, R. S., Zaher, Z. F., Abdelmohsen, G. A., Faden, M. S., . . . Abdulgawad, A. M. (2022). Neonatal congenital heart surgery: contemporary outcomes and risk profile. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 17(1), 80.
- Fadaly, A. S., Abdellatif, G. M., Saeed, S. E., Brik, A., Elsharawy, M., Deebeis, A., . . . Shemais, D. S. (2022). Efficacy of Primary Closure Technique in Treatment of Post-Sternotomy Mediastinitis in Paediatric Group: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of General Medicine*, 15, 7929.
- Jaworski, R., Kansy, A., Dzierżanowska-Fangrat, K., & Maruszewski, B. (2019). Antibiotic prophylaxis in pediatric cardiac surgery: where are we and where do we go? A systematic review. *Surgical infections*, 20(4), 253-260.
- Kato, Y., Shime, N., Hashimoto, S., Nomura, M., Okayama, Y., Yamagishi, M., & Fujita, N. (2007). Effects of controlled perioperative antimicrobial prophylaxis on infectious outcomes in pediatric cardiac surgery. *Critical care medicine*, 35(7), 1763-1768.
- Kawamura, J., Ueno, K., Taimura, E., Matsuba, T., Imoto, Y., Jinguji, M., & Kawano, Y. (2021). Case report: 18F-FDG PET-CT for diagnosing prosthetic device-related infection in an infant with CHD. *Frontiers in Pediatrics*, 9, 584741.
- Klepcka, J., Zakrzewska, Z., Czogała, M., Wojtaszek-Główka, M., Krzysztofik, E., Czogała, W., & Skoczeń, S. (2022). Fungal Infection Testing in Pediatric Intensive Care Units—A Single Center Experience. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1716.
- Lupatini, E. D. O., Melo, O., Santana, R., & Sena, R. (2017). Assistência Farmacêutica em Pediatria no Brasil: recomendações e estratégias para a ampliação da oferta, do acesso e do Uso Racional de Medicamentos em crianças: Editora Ministério da Saúde.
- Mehta, P. A., Cunningham, C. K., Colella, C. B., Alferis, G., & Weiner, L. B. (2000). Risk factors for sternal wound and other infections in pediatric cardiac surgery patients. *The Pediatric infectious disease journal*, 19(10), 1000-1004.

Mendes, E. V. (2010). As redes de atenção à saúde. *Ciência & saúde coletiva*, 15, 2297-2305.

Mota, É. C., Barbosa, D. A., da Silveira, B. R. M., Rabelo, T. A., Silva, N. M., da Silva, P. L. N., . . . Gonçalves, R. P. F. (2014). Higienização das mãos: uma avaliação da adesão e da prática dos profissionais de saúde no controle das infecções hospitalares. *Revista de epidemiologia e Controle de infecção*, 4(1), 12-17.

Partridge, E., Dodson, D., Reilly, M., & Cohen, S. H. (2023). Aspergillus Mediastinitis & Endocarditis in a Pediatric Patient Complicating Cardiac Surgery and Bedside Chest Closure. *WebM&M: Case Studies [Internet]*.

Pereira, A. S., Shitsuk, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*: UFSM.

Perl, T. M., Cullen, J. J., Wenzel, R. P., Zimmerman, M. B., Pfaller, M. A., Sheppard, D., . . . Team, t. R. o. S. a. S. (2002). Intranasal mupirocin to prevent postoperative Staphylococcus aureus infections. *New England Journal of Medicine*, 346(24), 1871-1877.

Philip, J., Kegg, C., Lopez-Colon, D., Kelly, B. J., Lawrence, R. M., Robinson, M. A., . . . Bleiweis, M. S. (2020). Safety of a 2-day antibiotic regimen after delayed chest closure post pediatric cardiac surgery. *Journal of intensive care medicine*, 35(8), 805-809.

Pilarczyk, K., Rath, P.-M., Steinmann, J., Thielmann, M., Padosch, S. A., Dürbeck, M., . . . Dusse, F. (2019). Multiplex polymerase chain reaction to diagnose bloodstream infections in patients after cardi thoracic surgery. *BMC anesthesiology*, 19, 1-11.

Prendin, A., Tabacco, B., Fazio, P. C., & De Barbieri, I. (2021). Management of pediatric cardiac surgery wound: a literature review. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*, 92(4), e2021203.

Ribeiro, A. C. d. L., Siciliano, R. F., Lopes, A. A., & Strabelli, T. M. V. (2023a). Fatores de risco para infecção da ferida operatória em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca pediátrica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 120(12), e20220592.

Ribeiro, A. C. d. L., Siciliano, R. F., Lopes, A. A., & Strabelli, T. M. V. (2023b). Risk factors for surgical site infection in patients undergoing pediatric cardiac surgery. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 120, e20220592.

Rother, E. T. (2007). Revisión sistemática X Revisión narrativa. *Acta paulista de enfermagem*, 20, v-vi.

Sandoval, N., Kreutzer, C., Jatene, M., Sessa, T. D., Novick, W., Jacobs, J. P., . . . Tchervenkov, C. I. (2010). Pediatric cardiovascular surgery in South America: current status and regional differences. *World Journal for pediatric and congenital heart surgery*, 1(3), 321-327.

Savary, L., De Luca, A., El Arid, J.-M., Ma, I., Soule, N., Garnier, E., . . . Lefort, B. (2022). Systematic skin and nasal decolonization lowers Staphylococcus infection in pediatric cardiac surgery. *Archives de Pédiatrie*, 29(3), 177-182.

Sen, A. C., Morrow, D. F., Balachandran, R., Du, X., Gauvreau, K., Jagannath, B. R., . . . Chau, N. T. (2017). Postoperative infection in developing world congenital heart surgery programs: data from the International Quality Improvement Collaborative. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 10(4), e002935.

Silvetti, S., Landoni, G., Castagnola, E., Nuri, H., Pomé, G., & Moscatelli, A. (2020). Antibiotic management for delayed sternal closure following pediatric cardiac surgery: a systematic review of recent literature. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*, 34(5), 1333-1340.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 104, 333-339.

Suvorov, V. V., & Ivanov, D. O. (2024). Risk Factors for Surgical Site Infection After Cardiac Surgery in Neonates: A Case–Control Study. *Journal of Clinical Medicine*, 13(24), 7755.

Turcotte, R. F., Brozovich, A., Corda, R., Demmer, R. T., Biagas, K. V., Mangino, D., . . . Bacha, E. (2014). Health care-associated infections in children after cardiac surgery. *Pediatric cardiology*, 35, 1448-1455.

Vachirapuranon, S., Vijarnsorn, C., Kanjanathai, S., Tocharoenchok, T., Durongpisitkul, K., Chanthong, P., . . . Rungmaitree, S. (2022). Major infections following pediatric cardiac surgery pre-and post-CLABSI bundle implementation. *PeerJ*, 10, e14279.

Van Der Linde, D., Konings, E. E., Slager, M. A., Witsenburg, M., Helbing, W. A., Takkenberg, J. J., & Roos-Hesselink, J. W. (2011). Birth prevalence of congenital heart disease worldwide: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American College of Cardiology*, 58(21), 2241-2247.

von Stumm, M., Leps, Y., Jochheim, L., van R  th, V., Gottschalk, U., Mueller, G., . . . Biermann, D. (2022). Impact of delayed sternal closure on wound infections following neonatal and infant cardiac surgery. *PLoS One*, 17(5), e0267985.

Wang, Q., Liu, H., Zou, L., Cun, Y., Shu, Y., Patel, N., . . . Mo, X. (2024). Early predictors of bacterial pneumonia infection in children with congenital heart disease after cardiopulmonary bypass: a single-centre retrospective study. *BMJ open*, 14(3), e076483.

Williamson, K. C., & Fabbri, D. (2023). *Classifying Infection Risk Following Pediatric Cardiac Surgery*. Paper presented at the AMIA Annual Symposium Proceedings.

Zhang, L., & Guleng, W. (2023). *Risk Factors of Postoperative Infection in Newborns with Congenital Heart Disease*. Paper presented at the The Heart Surgery Forum.