



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

VICENTE GREGÓRIO DE MORAIS NETO

**RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA: técnicas e inovações no cateterismo
cardíaco e angioplastia transluminal percutânea**

TERESINA

2025

VICENTE GREGÓRIO DE MORAIS NETO

RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA: técnicas e inovações no cateterismo cardíaco
e angioplastia transluminal percutânea

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Radiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Idna de Carvalho Barros Taumaturgo.

TERESINA

2025

RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA: técnicas e inovações no cateterismo cardíaco e angioplastia transluminal percutânea

Vicente Gregório de Moraes Neto¹

Prof^a. Dr^a. Idna de Carvalho Barros Taumaturgo²

RESUMO

As doenças cardiovasculares continuam sendo a principal causa de morbimortalidade e as técnicas minimamente invasivas, como o cateterismo cardíaco e a angioplastia transluminal percutânea, têm evoluído por meio de inovações em dispositivos e em modalidades de imagem. **Objetivo:** Comparar e sintetizar, por meio de revisão integrativa, as principais técnicas e inovações aplicadas ao cateterismo cardíaco e à angioplastia transluminal percutânea. **Metodologia:** Realizou-se busca eletrônica em bases reconhecidas como PubMed Central, CAPES e SciELO, empregando descritores relacionados a radiologia intervencionista, cateterismo e angioplastia, combinados e separadamente, com o operador booleano AND. Após triagem por título e resumo, os estudos selecionados foram submetidos à leitura integral para inclusão final. Foram encontrados 446.413 registros, 58 pré-selecionados e 10 incluídos na revisão. **Resultados:** As evidências apontam para avanços em materiais e desenho de cateteres, para técnicas de imagem que aprimoram caracterização de placas e guiamento do procedimento e para opções terapêuticas como stents de nova geração e balões revestidos por fármaco. **Conclusão:** Conclui-se que as inovações tecnológicas têm potencial para aumentar a precisão e segurança do cateterismo cardíaco e da angioplastia, mas sua incorporação ampla depende de estudos comparativos, análise de custo efetividade e estratégias de implementação adaptadas à realidade local.

Palavras-chave: radiologia; cateterismo; angioplastia; fluoroscopia.

ABSTRACT

Introduction: Cardiovascular diseases remain the leading cause of morbidity and mortality, and minimally invasive techniques, such as cardiac catheterization and percutaneous transluminal angioplasty, have evolved through innovations in devices and imaging modalities. Objective: To compare and synthesize, through an integrative review, the main techniques and innovations applied to cardiac catheterization and percutaneous transluminal angioplasty. Methodology: An electronic search was conducted in recognized databases such as PubMed Central, CAPES, and SciELO, using descriptors related to interventional radiology, catheterization, and angioplasty, combined and separately, with the Boolean operator AND. After screening by title and abstract, the selected studies were subjected to full reading for final inclusion. A total

¹ Graduando em Tecnologia em Radiologia. IFPI. gregoriodemorais7@gmail.com.

² Doutora em Biologia Celular e Molecular Aplicada à Saúde. IFPI. idnabarros@gmail.com.

of 446,413 records were found, 58 were preselected and 10 were included in the review. Results and discussion: Evidence points to advances in catheter materials and design, imaging techniques that improve plaque characterization and procedure guidance, and therapeutic options such as new-generation stents and drug-coated balloons. Conclusion: Technological innovations have the potential to increase the accuracy and safety of cardiac catheterization and angioplasty, but their widespread adoption depends on comparative studies, cost-effectiveness analyses, and implementation strategies adapted to local circumstances.

Keywords: radiology; catheterization; angioplasty; fluoroscopy.

Data de aprovação: 28/11/2025

1 INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares permanecem como o principal problema de saúde pública no mundo, sendo responsáveis por aproximadamente 17,9 milhões de mortes anuais. As cardiopatias congênitas também representam importante causa de morbidade, com prevalência estimada entre 0,8% e 1,2% dos nascidos vivos. Nesse cenário, as intervenções endovasculares, como o cateterismo cardíaco e a angioplastia transluminal percutânea guiados por fluoroscopia, consolidam-se por sua abordagem minimamente invasiva, capaz de reduzir tempo de internação e riscos associados, reforçando a relevância da radiologia intervencionista na promoção da saúde (Abdelaziz et al., 2024).

A radiologia intervencionista estrutura-se sobre três pilares centrais: a aquisição de imagens de alta resolução, a execução de procedimentos minimamente invasivos guiados por métodos imagiológicos e o cuidado periprocedimento. Nas últimas décadas, sua evolução tem sido impulsionada pelo aprimoramento de tecnologias como tomografia computadorizada, ressonância magnética e ultrassonografia, além de avanços em plataformas de fluoroscopia e dispositivos específicos, que ampliaram as possibilidades terapêuticas e reduziram a dependência de métodos puramente diagnósticos (Marx, 2023).

A angiografia coronariana, desde sua descrição acidental por F. Mason Sones Jr. em 1958, tornou-se o padrão-ouro para avaliação da doença arterial coronariana. Contudo, sua interpretação ainda é limitada por subjetividade e pela visualização restrita ao luminograma preenchido por contraste, o que não permite identificar a

carga total de placa ou o remodelamento vascular. Essas limitações estimularam o desenvolvimento de métodos mais precisos e reprodutíveis para avaliar estenoses e características anatômicas complexas, buscando reduzir variações inter e intraobservador (Gurav et al., 2024).

Mais recentemente, a cardiologia intervencionista ampliou seu campo de atuação com técnicas como a intervenção coronária em oclusões crônicas totais e o tratamento valvar por cateter, especialmente a substituição da válvula aórtica transcater, respaldadas por evidências que demonstram eficácia, segurança e benefícios clínicos relevantes, como menor tempo de recuperação e redução de complicações pós-procedimento, aspectos essenciais em pacientes de maior risco (Fernandes et al., 2024). Este estudo tem como objetivo principal sintetizar e analisar, por meio de revisão de literatura, as técnicas e inovações recentes no cateterismo cardíaco e na angioplastia transluminal percutânea; identificar lacunas na produção científica atual; e contribuir para o aprimoramento das práticas clínicas e institucionais, além de orientar futuras pesquisas e a implementação segura e eficaz de novos dispositivos e procedimentos.

2 METODOLOGIA

Neste estudo, adota-se a metodologia de revisão integrativa da literatura, que tem como objetivo organizar e analisar as evidências mais relevantes publicadas até o momento. Foi realizada busca eletrônica, em junho de 2025, nas bases *PubMed Central*, Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e *The Scientific Electronic Library Online* (SciELO), restringindo-se aos artigos em português e inglês publicados entre 2020 e 2025.

Para a seleção dos trabalhos, empregaram-se, isoladamente e em combinações, os seguintes descritores: “Radiologia Intervencionista” e “*Interventional Radiology*”; “*fluoroscópica*” e “*fluoroscopic*”; “Angiografia Coronária” e “*Coronary Angiography*”; “Cateterismo Cardíaco” e “*Cardiac Catheterization*”; “Angioplastia Coronária” e “*Coronary Angioplasty*”. Após a aplicação dos filtros, os registros foram exportados para um documento no Google Docs, onde se procedeu à triagem inicial com base no período de publicação.

Utilizou-se como critério de exclusão: as publicações anteriores a 2020, os artigos em idiomas diferentes de português ou inglês, aqueles que não apresentavam

os descritores mencionados no título ou no resumo, os que não abordavam populações humanas, textos indisponíveis ou incompletos, além estudos indisponíveis para acesso integral gratuito.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram identificados 446.413 artigos nas bases consultadas a partir dos descritores definidos para este estudo. Após essa busca inicial, adotaram-se os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos no protocolo. Aplicou-se o filtro de cinco anos de publicação, eliminando 122.116 registros e permanecendo 324.297 estudos. Em seguida excluíram-se 139.202 estudos por não estarem nos idiomas estabelecidos, restando 185.095. Posteriormente, 99.940 artigos foram excluídos por não abordarem os descritores no título/resumo, resultando em 85.155. Logo após, por não tratar de seres humanos ou por apresentarem textos indisponíveis ou incompletos, 68.234 estudos foram eliminados, restando 16.921. Conforme tabela 1.

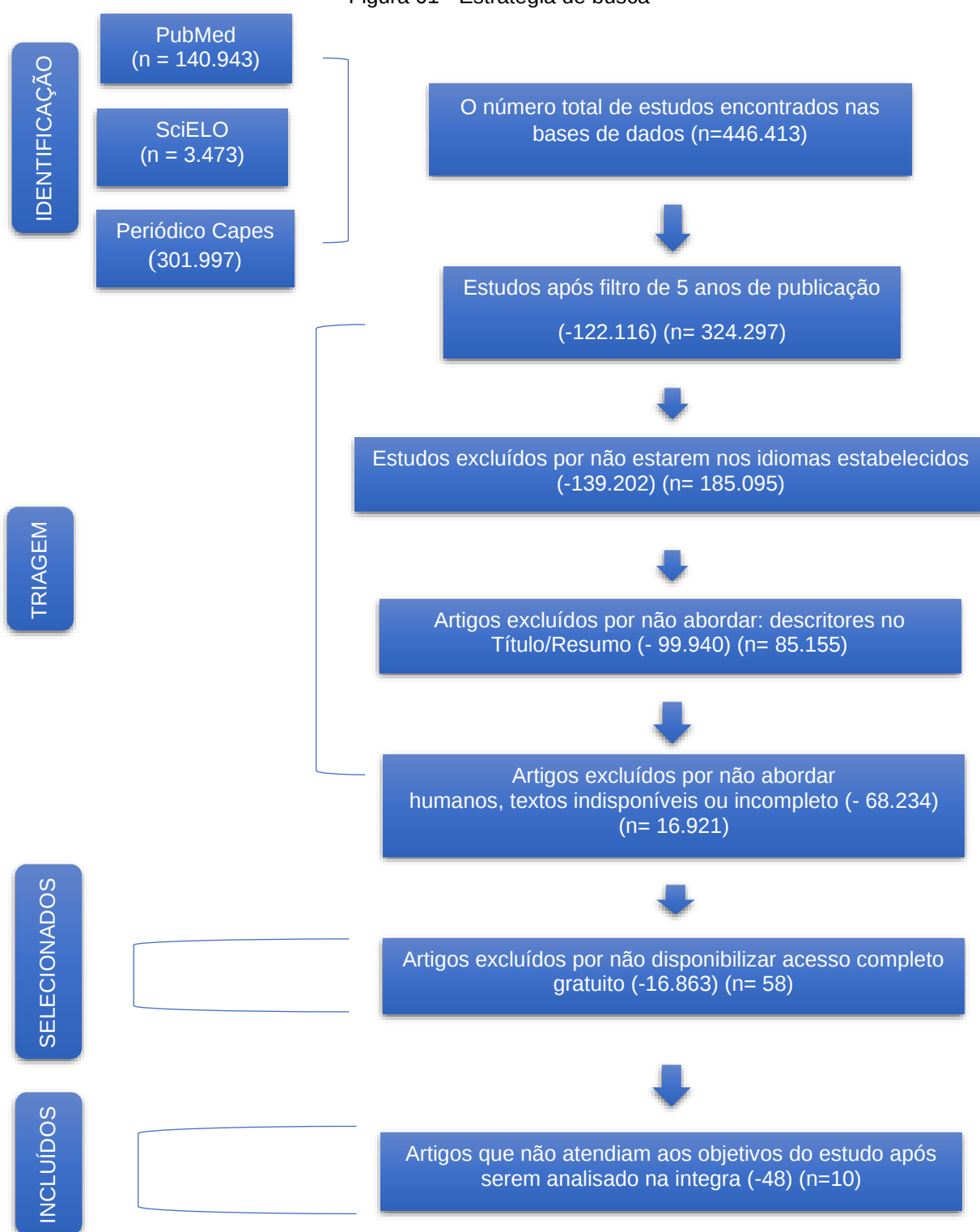
Tabela 1 - Quantidade de artigos antes e após a triagem, separados por descritores utilizados e conforme a base de dados.

BASES DE DADOS DESCRITORES	IDENTIFICAÇÃO			APÓS TRIAGEM		
	PUBMD	SCIELO	CAPES	PUBMED	SCIELO	CAPES
radiologia intervencionista	251	108	148	15	2	7
interventional radiology	58.980	133	94.600	4424	4	2270
fluoroscópica	7.160	25	70	435	2	1
fluoroscopic	7.160	140	21.903	435	7	635
angiografia coronária	54	380	517	5	11	11
coronary angiography	40.174	799	87.084	2496	19	3188
cateterismo cardíaco	209	383	623	2	3	13
cardiac catheterization	20.425	358	61.335	672	4	1370
angioplastia coronária	32	557	659	1	7	10
coronary angioplasty	6.498	590	35.058	388	5	509
TOTAL	446.413			16.951		

Fonte: própria.

Após verificação do acesso ao texto completo, 16.863 artigos foram excluídos por não disponibilizarem acesso completo gratuito, ficando 58. Por fim, após leitura integral, 48 artigos foram excluídos por não atenderem aos objetivos do estudo, restando 10 trabalhos incluídos na revisão. As etapas estão detalhadas na Figura 1, que representa como foram conduzidas em sete fases distintas.

Figura 01 - Estratégia de busca



Fonte: própria.

Assim, permaneceram 10 artigos elegíveis para inclusão na revisão integrativa. Os estudos selecionados foram organizados nos Quadro 1, com dados sobre título, autor(es), ano e objetivos dos artigos. Posteriormente, efetuou-se análise comparativa

entre os resultados encontrados por cada autor para identificar concordâncias e discordâncias.

Quadro 1 - Organização dos estudos acessados conforme autor(res), ano de publicação, título do artigo e objetivos.

Nº	AUTOR(ES) / ANO DE PUBLICAÇÃO	TÍTULO DO ARTIGO	OBJETIVOS
1	ABDELAZIZ et al. (2024)	A Paradigm Shift in Catheter Development: Thermally Drawn Polymeric Fibers for MR-Guided Cardiovascular Interventions.	Apresentar dois novos sistemas de cateter fabricados pela técnica de 'thermal drawing' (um cateter dirigível por tendão e um cateter ativo para rastreamento), descrever suas propriedades mecânicas e avaliar desempenho in vitro e in vivo visando viabilizar intervenções cardiovasculares guiadas por ressonância magnética sem radiação.
2	FERNANDES et al. (2023–2024)	A evolução da cardiologia intervencionista: técnicas e resultados recentes.	Realizar revisão integrativa sobre inovações recentes em cardiologia intervencionista (dispositivos como stents farmacológicos, TAVI, técnicas para oclusões coronárias crônicas), avaliar eficácia e segurança das tecnologias emergentes e sintetizar evidências para discussão do impacto clínico e necessidades futuras.
3	MARX (2023)	Interventional Radiology: Reflections and Projections	Refletir sobre o estado atual da radiologia intervencionista e projetar tendências e desafios futuros, abordando evolução da especialidade, impacto clínico e áreas prioritárias de pesquisa e desenvolvimento.
4	GURAV . et al. (2024)	Coronary angiography: a review of the state of the art and the evolution of angiography in cardiotherapeutics	Traçar a evolução da angiografia coronária, revisar metodologias quantitativas como QCA, destacar avanços tecnológicos recentes (incluindo integração de IA e índices fisiológicos não invasivos) e discutir perspectivas para melhorar a acurácia diagnóstica e as decisões de revascularização.
5	ABUBAKAR M. et al. (2023)	Advancements in Percutaneous Coronary Intervention Techniques: A Comprehensive Literature Review of Mixed Studies and Practice Guidelines	Revisar literatura mista e diretrizes sobre inovações em intervenção coronária percutânea, comparar recomendações de sociedades científicas, descrever novas tecnologias (imagens intravasculares, scaffolds, dispositivos) e oferecer recomendações práticas para otimização dos resultados clínicos.
6	COSTANTINI CR et al. (2021)	A Evolução da Angioplastia Transluminal Coronariana na América Latina	Relatar a trajetória histórica e os avanços clínicos da angioplastia transluminal coronariana na América Latina, descrevendo evolução de técnicas, resultados regionais e desafios específicos do contexto latino-americano
7	KEIL; TRAPP (2022)	Fluoroscopic imaging: New advances	Revisar inovações recentes em imagem fluoroscópica (2D/3D), processamento de imagem, redução de dose e aplicações emergentes como realidade aumentada, além de discutir implicações para cirurgia e procedimentos intervencionistas.
8	CABRAL et al. (2024)	Inovações e desenvolvimentos em radiologia intervencionista pediátrica: melhorando os resultados dos pacientes e as técnicas de procedimento	Revisar avanços específicos da radiologia intervencionista pediátrica, avaliar impacto das novas técnicas e tecnologias sobre desfechos pediátricos e propor práticas que aprimorem segurança e eficácia em crianças.

9	STEVENS JR et al. (2021)	Critical evaluation of stents in coronary angioplasty: a systematic review	Realizar revisão sistemática sobre diferentes tipos de stents (BMS, DES, BRS), comparar características de projeto e materiais, e identificar feições associadas à redução de eventos adversos como trombose e restenose intrastent.
10	ÖZBAY et al. (2025)	Drug-Coated Balloons vs. Plain Balloon Angioplasty for Side Branch Management in Coronary Bifurcation Lesions: A Systematic Review and Meta-Analysis	Comparar eficácia e segurança de balões revestidos com fármaco (DCB) versus angioplastia com balão simples para tratamento de ramo lateral em lesões de bifurcação, por meio de meta-análise de ECRs, avaliando perda tardia de lúmen, eventos adversos maiores (MACE) e necessidade de revascularização.

Fonte: própria.

Os resultados encontrados nesta revisão da literatura confluem para uma evolução contínua das técnicas diagnósticas e terapêuticas na cardiologia intervencionista, com expansão das indicações e melhoria dos desfechos clínicos quando as tecnologias são bem aplicadas. Segundo o estudo de Gurav et al. (2024), a angiografia coronária deixou de ser apenas uma avaliação visual da luz coronária para incorporar métodos quantitativos e complementares que melhoram a acurácia do diagnóstico. Esse progresso técnico casa com revisões mais amplas que mostram avanços nas práticas de ICP, recomendando a incorporação de imagens intravasculares e diretrizes atualizadas para otimizar decisões clínicas, como discutido por Abubakar et al. (2023) e também por autores que analisam a trajetória regional da angioplastia na América Latina (Costantini et al., 2021).

No que se refere a inovação em materiais e sistemas de cateteres, este é apontado como vetor promissor para reduzir limitações históricas da intervenção guiada por ressonância magnética e para diminuir a exposição à radiação. A este respeito a pesquisa de Abdelaziz et al. (2024), apresentar dois novos sistemas de cateter construídos com fibras poliméricas termicamente desenhadas que possibilitam que estes cateteres sejam compatíveis com RM e assim, permitindo procedimentos sem radiação ionizante e com melhor visualização de tecidos moles. Esse potencial é complementado pelo estudo de Keil; Trapp (2022) que faz uma revisão sobre avanços em imagem fluoroscópica ressaltando melhorias em aquisição de imagens, redução de dose e integração de ferramentas de realidade aumentada, apontando caminhos diferentes, mas complementares para tornar os procedimentos mais seguros e precisos.

No domínio dos dispositivos implantáveis, a análise dos estudos incluídos mostra concordância quanto ao benefício dos stents na redução de reestenose em

comparação com técnicas anteriores, mas aponta variabilidade em relação a riscos associados, desfechos a longo prazo e decisões de adoção conforme contexto. Stevens et al. (2021) apresentam uma avaliação crítica detalhada das características dos diferentes tipos de stent (stents metálicos convencionais, stents farmacológicos e scaffolds biodegradáveis), ressaltando que variações de projeto e material modulam riscos clínicos. Entre os fatores técnicos e de projeto que influenciam resultados destacam-se a espessura do estrado (strut thickness), a presença e tipo de polímero, a farmacocinética do agente liberado e a conformação do desenho do estrado. Essas diferenças repercutem em mecanismos de falha como trombose intrastent precoce e tardia, e em taxas de reestenose, especialmente quando associadas a fatores do paciente e da lesão, como aterosclerose extensa, calcificação e inadequada implantação.

Complementando essa avaliação técnica, outros autores reforçam que, apesar da redução de reestenose com stents farmacológicos, os benefícios em desfechos duros e na mortalidade exigem acompanhamento prolongado (Abubakar et al., 2023; Fernandes et al., 2023–2024). Além disso, o contexto regional influencia custos e disponibilidade tecnológica, afetando a relação custo-benefício (Costantini et al., 2021), enquanto a otimização dos resultados depende de critérios claros de seleção de dispositivo e de avaliação por imagem intravascular (Marx, 2023; Gurav et al., 2024).

A estratégia de tratamento de lesões complexas, como bifurcações coronárias, tem evoluído para incorporar abordagens mais individualizadas. Em lesões de bifurcação, alternativas como o uso de balões revestidos por fármaco podem reduzir perda tardia de lúmen no ramo lateral em determinados cenários, enquanto a angioplastia com balão simples permanece uma opção válida quando associada a avaliação por imagem e técnica otimizada. Revisões recentes sintetizam que a escolha ideal depende do padrão anatômico, das características do paciente e da disponibilidade de tecnologia de imagem intravascular, sendo a decisão orientada pela personalização do tratamento e pela otimização técnica do procedimento (Özbay et al. 2025; Abubakar et al., 2023; Fernandes et al., 2023-2024).

Questões relacionadas à formação, organização dos serviços e aplicação em populações especiais aparecem repetidamente como condicionantes para a efetividade das inovações fora dos centros de referência. O posicionamento de sociedades científicas e análises regionais enfatizam a necessidade de centros de

treinamento, certificação e protocolos padronizados para garantir qualidade técnica e segurança nas intervenções (Costantini et al., 2021; Marx, 2023; Abubakar et al., 2023). Estudos de implementação em contextos com recursos limitados demonstram que, com adaptação técnica e protocolos robustos, é possível alcançar taxas de sucesso comparáveis a referências internacionais, o que reforça a importância de políticas de capacitação e de avaliação contínua.

Avanços em radiologia intervencionista pediátrica exigem abordagem dedicada às particularidades dessa população. Cabral et al. (2024) propõem um conjunto abrangente de objetivos voltados a melhorar desfechos pediátricos: revisar e consolidar modificações de equipamentos e dispositivos para adequação anatômica infantil ; analisar estratégias para redução da dose de radiação e protocolos de sedação e analgesia adaptados ; avaliar medidas de segurança específicas, incluindo proteção e monitoramento radiológico ; propor indicadores padronizados de desfecho clínico e de desenvolvimento a longo prazo ; recomendar práticas de treinamento multidisciplinar para equipes pediátricas ; e incentivar a criação de registros prospectivos que documentem técnicas, complicações e desfechos. Esses objetivos visam não apenas descrever inovações técnicas, mas também orientar implementação prática, formação de equipes e geração de evidência que permita comparações entre centros e melhora, contínua da qualidade assistencial.

A síntese dos autores consultados indica uma convergência de prioridades para o futuro próximo: a integração eficiente de novas modalidades de imagem, incluindo as intravasculares e a compatibilidade com RM; a avaliação crítica e contextualizada das tecnologias implantáveis; e o investimento contínuo em formação e estruturação de serviços (Abubakar et al., 2023; Abdelaziz et al., 2024).

4 CONCLUSÃO

A revisão evidencia que os avanços em dispositivos, técnicas de imagem e materiais têm contribuído para tornar o cateterismo cardíaco e a angioplastia transluminal percutânea, procedimentos mais precisos, seguros e individualizados. Esses progressos incluem a ampliação do uso de métodos quantitativos, inovações em cateteres compatíveis com ressonância magnética, melhorias em plataformas fluoroscópicas e desenvolvimento de dispositivos implantáveis mais eficientes. No entanto, a consolidação desses benefícios na prática clínica depende de estudos comparativos robustos, análises de custo-efetividade e estratégias de implementação alinhadas às necessidades regionais. Também se destaca a importância de programas de formação e protocolos padronizados para garantir qualidade e segurança. Assim, as tecnologias emergentes representam oportunidades relevantes para aprimorar os desfechos clínicos, desde que integradas de forma responsável e sustentada por evidências consistentes.

REFERÊNCIAS

ABDELAZIZ, M. E. M. K. et al. A paradigm shift in catheter development: thermally drawn polymeric fibers for MR-guided cardiovascular interventions. **arXiv**, 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2403.05485>. Acesso: 26 abr. 2025.

ABUBAKAR, M. et al. Advancements in percutaneous coronary intervention techniques: a comprehensive literature review of mixed studies and practice guidelines. **Cureus**, v. 15, e41311, 2023. Disponível em: <https://www.cureus.com/articles/167429-advancements-in-percutaneous-coronary-intervention-techniques-a-comprehensive-literature-review-of-mixed-studies-and-practice-guidelines>. Acesso: 28 jul. 2025.

CABRAL, B. F. et al. Inovações e desenvolvimentos em radiologia intervencionista pediátrica: melhorando os resultados dos pacientes e as técnicas de procedimento. **Archives of Health**, v. 5, n. 3, e2385, 2024. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=all&id=W4402044789>. Acesso: 28 jul. 2025.

COSTANTINI, C. R. et al. A evolução da angioplastia transluminal coronariana na América Latina. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 116, n. 5, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/7PMzdNGksKXPGyG4gDbPxqm/>. Acesso: 28 jul. 2025.

FERNANDES, I. M. B. et al. A evolução da cardiologia intervencionista: técnicas e resultados recentes. **Pesquisa Brasil**. Disponível em: <https://www.pesquisabrasil.org/artigo-a-inova%C3%A7%C3%A3o-da-cardiologia>. Acesso: 26 abr. 2025.

GURAV, A. et al. Coronary angiography: a review of the state of the art and the evolution of angiography in cardiotherapeutics. **Frontiers in Cardiovascular Medicine**, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcvm.2024.1468888/full>. Acesso: 28 jul. 2025.

KEIL, H.; TRAPP, O. Imagem fluoroscópica: novos avanços. **Injury**, v. 53, supl. 3, p. S8–S15, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35636982/>. Acesso: 28 jul. 2025.

MARX, M. V. Radiologia intervencionista: reflexões e projeções. **Radiology**, v. 308, n. 1, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37489982/>. Acesso: 26 abr. 2025.

ÖZBAY, M. B. et al. Drug-coated balloons versus plain balloon angioplasty for side branch management in coronary bifurcation lesions: systematic review and meta-analysis. **Anatolian Journal of Cardiology**, v. 29, n. 6, p. 272–279, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40407807/>. Acesso: 28 jul. 2025.

STEVENS, J. R. et al. Avaliação crítica de stents em angioplastia coronária: revisão sistemática. **BioMedical Engineering OnLine**, v. 20, art. 46, 2021. Disponível em:

<https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=all&id=W3161267378>. Acesso: 28 jul. 2025.