

## **Impressão 3D e Inteligência Artificial como auxílio em estratégias terapêuticas para doenças cardiovasculares em adultos: Uma revisão sistemática**

**3D Printing and Artificial Intelligence as an aid in therapeutic strategies for cardiovascular diseases in adults: A systematic review**

**Impresión 3D e Inteligencia Artificial como apoyo en estrategias terapéuticas para enfermedades cardiovasculares en adultos: Una revisión sistemática**

Recebido: 16/03/2026 | Revisado: 23/03/2026 | Aceitado: 23/03/2026 | Publicado: 24/03/2026

### **Maria Clara Sales Araujo**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5055-0101>  
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil  
Email: [mclarasa.ara@gmail.com](mailto:mclarasa.ara@gmail.com)

### **Maria Cecília Muniz Cirne**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2403-0891>  
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil  
Email: [mariaceciliacirne@gmail.com](mailto:mariaceciliacirne@gmail.com)

### **Letícia Porto Menelau**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6662-7621>  
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil  
Email: [lpmleticiaipm@gmail.com](mailto:lpmleticiaipm@gmail.com)

### **Beatriz Azevedo Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2177-149X>  
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil  
Email: [biaazevedos19@gmail.com](mailto:biaazevedos19@gmail.com)

### **Evelyne Imidio Prestrelo Marinho**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2566-5702>  
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil  
Email: [evelyne.pmarinho@gmail.com](mailto:evelyne.pmarinho@gmail.com)

### **Lucas Rafael De Fátima Assis Carneiro**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7942-7785>  
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil  
Email: [lucasrafaeldf@hotmail.com](mailto:lucasrafaeldf@hotmail.com)

### **Guilherme De Souza Farias**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4212-3369>  
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil  
Email: [guiciente@gmail.com](mailto:guiciente@gmail.com)

### **Jefferson Matheus Arruda Xavier**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6804-7040>  
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil  
Email: [jeffersonxavier175@gmail.com](mailto:jeffersonxavier175@gmail.com)

### **Matheus Alves Cordeiro Cavalcanti**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2241-0868>  
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil  
Email: [matheusalves2005@outlook.com](mailto:matheusalves2005@outlook.com)

### **Manuela Barbosa Rodrigues de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7773-100X>  
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil  
Email: [manuela.souza@unicap.br](mailto:manuela.souza@unicap.br)

### **Pedro Rafael Salerno**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5137-8340>  
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil  
Email: [pedro.salerno@unicap.br](mailto:pedro.salerno@unicap.br)

### **Resumo**

O avanço da Inteligência Artificial (IA) e Impressão 3D permite inovações no tratamento de doenças cardiovasculares. Essas ferramentas tecnológicas desempenham um papel fundamental na produção de modelos 3D individualizados e na simulação de técnicas durante procedimentos cirúrgicos. O objetivo deste estudo é analisar o papel da Inteligência Artificial e da Impressão 3D na criação de um planejamento terapêutico personalizado para

doenças cardiovasculares. Trata-se de uma Revisão Integrativa, utilizando dados da National Library of Medicine (PubMed) e da Scientific Electronic Library Online (SciELO), abrangendo os anos de 2019 a 2024. Os descritores aplicados foram: Artificial Intelligence AND Printing Three-Dimensional AND (Cardiovascular Surgical Procedures OR Cardiovascular). Esses descritores estão alinhados aos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). O uso da Impressão 3D e da Inteligência Artificial na área cardiovascular tem proporcionado maior precisão nos diagnósticos, no planejamento cirúrgico e na personalização terapêutica. Exames de imagem, como a Tomografia Computadorizada (TC) e a Ressonância Magnética (RM), são essenciais para a criação de modelos tridimensionais, apoiados por algoritmos e softwares específicos. Essas tecnologias beneficiam casos como doenças cardíacas congênitas, dissecções aórticas e substituições valvares, por exemplo, ao permitir melhor visualização anatômica, aprimorar o treinamento médico e melhorar a comunicação com o paciente. A Impressão 3D e a Inteligência Artificial contribuem para o tratamento personalizado das doenças cardiovasculares. No entanto, por se tratar de um campo em constante evolução, ainda há carência de informações e necessidade de mais estudos.

**Palavras-chave:** Impressão 3D; Inteligência Artificial; Doenças Cardiovasculares.

### Abstract

The advancement of Artificial Intelligence (AI) and 3D Printing enables innovations in the treatment of cardiovascular diseases. These technological tools play a fundamental role in producing individualized 3D models and simulating techniques during surgical procedures. The objective of this study is to analyze the role of Artificial Intelligence and 3D Printing in creating personalized therapeutic planning for cardiovascular diseases. This is an Integrative Review, using data from the National Library of Medicine (PubMed) and the Scientific Electronic Library Online (SciELO), covering the years 2019 to 2024. The descriptors applied were: Artificial Intelligence AND Printing Three-Dimensional AND (Cardiovascular Surgical Procedures OR Cardiovascular). These descriptors are aligned with the Health Sciences Descriptors (DeCS). The use of 3D printing and Artificial Intelligence in the cardiovascular field has provided greater precision in diagnoses, surgical planning, and therapeutic personalization. Imaging exams such as Computed Tomography (CT) and Magnetic Resonance Imaging (MRI) are essential for creating three-dimensional models, supported by specific algorithms and software. These technologies benefit cases such as congenital heart diseases, aortic dissections, and valve replacements, for example, by enabling better anatomical visualization, enhancing medical training, and improving communication with the patient. 3D printing and Artificial Intelligence contribute to the personalized treatment of cardiovascular diseases. However, as this is an evolving field, there is still a lack of information and a need for further studies.

**Keywords:** 3D Printing; Artificial Intelligence (AI); Cardiovascular Diseases.

### Resumen

El avance de la Inteligencia Artificial (IA) y de la Impresión 3D permite innovaciones en el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares. Estas herramientas tecnológicas desempeñan un papel fundamental en la producción de modelos 3D individualizados y en la simulación de técnicas durante procedimientos quirúrgicos. El objetivo de este estudio es analizar el papel de la Inteligencia Artificial y de la Impresión 3D en la creación de una planificación terapéutica personalizada para las enfermedades cardiovasculares. Se trata de una Revisión Integrativa, utilizando datos de la National Library of Medicine (PubMed) y de la Scientific Electronic Library Online (SciELO), abarcando los años de 2019 a 2024. Los descriptores aplicados fueron: Artificial Intelligence AND Printing Three-Dimensional AND (Cardiovascular Surgical Procedures OR Cardiovascular). Estos descriptores están alineados con los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS). El uso de la Impresión 3D y de la Inteligencia Artificial ha proporcionado mayor precisión en los diagnósticos, en la planificación quirúrgica y en la personalización terapéutica. Estudios de imagen, como la Tomografía Computarizada (TC) y la Resonancia Magnética (RM), son esenciales para la creación de modelos tridimensionales, apoyados por algoritmos y softwares específicos. Estas tecnologías benefician casos como cardiopatías congénitas, disecciones aórticas y reemplazos valvulares, por ejemplo, al permitir una mejor visualización anatómica, mejorar la formación médica y optimizar la comunicación con el paciente. La Impresión 3D y la Inteligencia Artificial contribuyen al tratamiento personalizado de las enfermedades cardiovasculares. Al tratarse de un campo en constante evolución, aún existe escasez de información y necesidad de más estudios.

**Palabras clave:** Impresión 3D; Inteligencia Artificial; Enfermedades Cardiovasculares.

## 1. Introdução

Na segunda metade do século XX, novas tecnologias surgiram e se tornaram cada vez mais presentes no cotidiano, com destaque cada vez maior para a informática, robótica e biotecnologia. Toda essa rápida difusão de conhecimentos preparou o terreno para tecnologias cada vez mais específicas e voltadas para a contribuição em todas as áreas da vida humana, o que é cada vez mais notório num contexto de pleno desenvolvimento da Inteligência Artificial. A implementação da “Análise

Profunda” utilizando Redes Neurais Convolucionais (RNC) assegurou novos patamares de precisão na análise diagnóstica de exames de imagem, superando as limitações da análise humana manual (Litjens, 2017).

A prática clínica e cirúrgica tem sido auxiliada pela inserção da IA na imagiologia cardiovascular, otimizando a qualidade e precisão de informações diagnósticas extraídas a partir da análise de exames de imagem. Métodos tradicionais de estudo de imagem em 2D, ainda são limitados na transmissão da relação espacial tridimensional de patologias complexas, fato que, vem sendo revertido gradualmente pela implementação da análise e interpretação por IA com modelagem e impressão 3D como fonte de auxílio na prática médica, antecipando riscos pré e pós-operatórios (Dey, 2019).

Nesse sentido, a impressora 3D ganhou destaque com algumas adaptações e avanços que transformaram a tecnologia da impressão com tinta para a impressão com materiais. Assim, Charles W. Hull inventou, em 1984, um processo de impressão que permite a criação de um objeto 3D a partir de dados digitais, chamado estereolitografia (Wohlers, 2016). Essa tecnologia é usada para criar um modelo a partir de uma imagem, sobrepondo milhares de finas camadas de plástico e fundindo as mesmas utilizando luz ultravioleta (UV) (Silva, 2021).

Nas últimas décadas, houve uma grande variedade de aplicações da impressão 3D que se desenvolveram em vários setores, tendo grande potencial na área médica (Silva, 2021). Entre esses avanços está a impressão tridimensional de peças cardíacas, técnica em pleno aperfeiçoamento que promete auxiliar médicos especialistas a melhor compreender a anatomia e fisiopatologia do paciente, para planejar terapias intervencionistas de maior complexidade particular (Chessa, 2022).

Mais recentemente, esse procedimento evoluiu para a bioimpressão, que utiliza biotintas munidas com células viáveis para a engenharia de tecidos (An, 2021). Apesar dos desafios relacionados à vascularização e à função contrátil, a bioimpressão de tecidos cardíacos personalizados apresenta grande potencial de melhorar o cenário terapêutico cardíaco nos próximos anos, uma vez que tem o intuito de imitar a arquitetura do tecido e sua função fisiológica (Roche et al., 2020).

Num contexto em que as doenças cardiovasculares são, atualmente, a principal causa de morbimortalidade no mundo, e foram responsáveis por cerca de 19,2 milhões de mortes apenas no ano de 2016 (Mensah, 2025; OPAS, 2023), convém destacar também que, os danos causados por cardiopatias são irreversíveis a o que impõe uma clínica desafiadora. Diante desse cenário, a medicina atual tem desenvolvido um grande interesse em utilizar tecnologias exógenas e métodos terapêuticos regenerativos para procurar novos métodos terapêuticos a fim de reparar esses danos que limitam fortemente a qualidade de vida e o prognóstico dos pacientes (Vaz Kochhann, 2022).

As ferramentas de visualização tridimensional, incluindo IA e realidade virtual, estão ampliando o cenário dos exames de imagens cardiovasculares, com resultados promissores no diagnóstico e no prognóstico de doenças. Essas tecnologias permitem aquisição de imagens com melhor resolução, interpretação avançada, além de facilitar detecção de anormalidades e doenças cardíacas na tomografia computadorizada cardíaca, ressonância magnética cardíaca e ecocardiograma (Baggiano et al., 2025).

Sob esse viés, não só a impressão 3D para fins cardiovasculares, mas também a associação dela com a Inteligência Artificial, que ganha um grande destaque na atualidade, torna a terapêutica cada vez mais eficiente e personalizada. Afinal, utilizando algoritmos de aprendizado de máquina, é possível melhorar a precisão e a estabilidade da impressão, ajudando a determinar um formato preciso que atenda às necessidades específicas do paciente (Stewart, 2020).

O objetivo deste estudo é analisar o papel da Inteligência Artificial e da Impressão 3D na criação de um planejamento terapêutico personalizado para doenças cardiovasculares. Mais especificamente avaliar como a inteligência artificial pode melhorar a precisão da estrutura espacial e funcionabilidade de novos tecidos. Uma temática que tende a ganhar cada vez mais destaque no contexto da medicina a nível global para o que supera as barreiras da medicina convencional com melhor prognóstico.

## 2. Metodologia

Trata-se de uma Revisão Integrativa (Crossetti, 2012), numa investigação documental de fonte indireta em artigos científicos e, de abordagem quantitativa em relação aos 5 (Cinco) artigos selecionados para compor o corpus da pesquisa e abordagem qualitativa em relação à discussão sobre os artigos selecionados (Risemberg et al., 2026; Snyder, 2019; Pereira et al., 2018), para o estudo relacionado à impressão 3D e à Inteligência Artificial no tratamento de doenças cardiovasculares em adultos. Revisões integrativas possibilitam a integração e síntese de conclusões de pesquisas anteriores sobre o tema em questão, permitindo uma compreensão vasta acerca do assunto abordado (Souza, Silva, & Carvalho, 2010). Ademais, revisões de literatura enquanto metodologia de pesquisa contribuem para organizar e consolidar o conhecimento existente, possibilitando avaliar evidências e direcionar futuras investigações científicas (Snyder, 2019).

A pesquisa foi realizada baseada em seis etapas: (1) escolha do tema, pergunta condutora e dos objetivos específicos; (2) coleta de informações nas bases de dados escolhidas; (3) estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão; (4) análise dos dados tratados; (5) interpretação dos dados; e (6) construção da revisão integrativa. Essas etapas seguem o rigor metodológico necessário para revisões integrativas, permitindo uma análise sistemática e crítica da literatura disponível sobre o tema investigado (Crossetti, 2012).

A formulação da pergunta norteadora — “Como a impressão 3D e a Inteligência Artificial (IA) podem auxiliar no tratamento de doenças cardiovasculares em adultos?” — fundamentou-se na estratégia PICO, acrônimo para P (população/pacientes), I (intervenção), C (comparação/controle) e O (desfecho, do inglês outcome). Essa pergunta serviu de guia para a formulação dos seguintes descritores, os quais estão de acordo com os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), utilizando-se os operadores booleanos “AND” e “OR”: Artificial Intelligence AND Three-Dimensional Printing AND (Cardiovascular Surgical Procedures OR Cardiovascular).

A revisão teve como base de dados a National Library of Medicine (PubMed) e a Scientific Electronic Library Online (SciELO). Os critérios de inclusão foram: (1) artigos nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola; (2) textos completos e gratuitos publicados nos últimos cinco anos (2019–2024); e (3) artigos que abordam os descritores definidos. Os critérios de exclusão foram: (1) artigos duplicados; (2) revisões de literatura; e (3) artigos que não contemplavam diretamente os critérios de inclusão, seguindo a lógica metodológica para a seleção em revisões científicas (Moher et al., 2009).

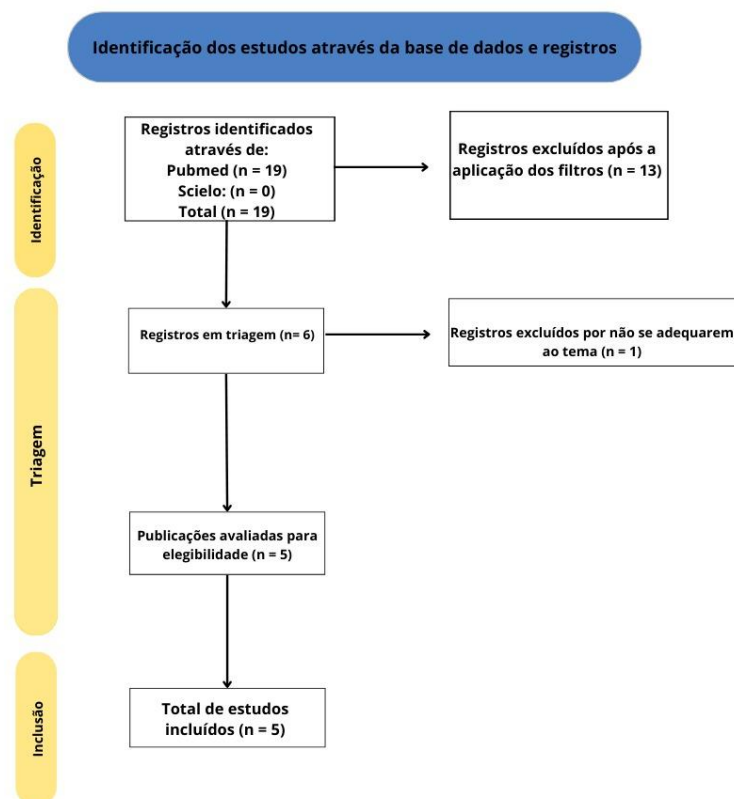
A partir dos dados apurados através dos descritores foi feita a exclusão manual dos artigos que não contemplaram os critérios de inclusão.

## 3. Resultados e Discussão

A busca foi feita através dos descritores e a partir disso foram encontrados 19 artigos (19 PubMed e 0 SciELO), em seguida foram aplicados os filtros, filtrando assim para 6 artigos (6 PubMed e 0 SciELO). Nenhuma duplicata ou plágio foram encontrados. Na análise manual, de acordo com os critérios de exclusão, não eram estudos de interesse (1). Restando assim 5 artigos selecionados para o estudo.

Na sequência, a Figura 1 apresenta o fluxograma referente ao processo de seleção dos artigos incluídos neste estudo:

**Figura 1** - Fluxograma do tipo prisma referente aos artigos selecionados.



Fonte: Autores (2024).

O Quadro 1, apresentado a seguir, sintetiza os resultados das etapas de filtragem aplicadas na pesquisa. Ele reúne o conjunto de materiais selecionados para compor a discussão e a análise, com o objetivo de elucidar a temática abordada na literatura científica sobre o tema.

**Quadro 1** - Descrição sintetizada e níveis de evidência de cada estudo que compôs a revisão, Recife – PE, 2024.

| Autor, Ano                                  | País de estudo | Título                                                                                                                                                                                              | Conclusão                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chessa <i>et al.</i> , 2022                 | Itália         | Three-Dimensional Printing, Holograms, Computational Modelling, and Artificial Intelligence for Adult Congenital Heart Disease Care: an Exciting Future                                             | A incorporação de tecnologias como a impressão 3D auxilia na compreensão da anatomia e no planejamento terapêutico, principalmente em casos de cardiopatias congênitas. |
| Qiu <i>et al.</i> , 2022                    | China          | A Novel 3D Visualized Operative Procedure in the Single-Stage Complete Repair with Unifocalization of Pulmonary Atresia With Ventricular Septal Defect and Major Aortopulmonary Collateral Arteries | A utilização da Realidade Virtual e Mista, juntamente com a impressão 3D pode auxiliar no planejamento cirúrgico de portadores de Atresia Pulmonar.                     |
| Wang <i>et al.</i> , 2021                   | Estados Unidos | 3D Printing, Computational Modeling, and Artificial Intelligence for Structural Heart Disease                                                                                                       | As aplicações da impressão 3D e do uso da IA nas intervenções de doenças cardíacas estruturais mudam o cenário médico e o tratamento individualizado do paciente.       |
| Yan Y; Su, Y; Yan, Z; 2022                  | China          | Preservation of Autologous Brachiocephalic Vessels with Assistance of Three-Dimensional Printing Based on Convolutional Neural Networks                                                             | A análise de redes neurais convolucionais auxilia na reconstrução do modelo do arco aórtico de impressão 3D.                                                            |
| Sun, Z; Silberstein, J; Vaccarezza, M; 2024 | Austrália      | Cardiovascular Computed Tomography in the Diagnosis of Cardiovascular Disease: Body Lumen Assessment                                                                                                | A TC Cardiovascular, IA, Modelos impressos em 3D e Realidades Virtuais podem contribuir para a prática médica cardiovascular.                                           |

Fonte: Autores (2024).

Baseando-se nos artigos selecionados, apesar de tratarem de campos ainda em ascensão e desenvolvimento, a tecnologia avançada da impressão 3D e da Inteligência Artificial (IA) são ferramentas que têm ganhado cada vez mais notoriedade no contexto de compreensão da anatomia e da fisiopatologia de doenças cardiovasculares em adultos. Foi conclusivo que essas tecnologias contribuem, individualmente ou em conjunto, para a criação de planos de tratamento individualizados para os pacientes, favorecendo o planejamento e predição de casos específicos, garantindo maior acurácia e sucesso nas técnicas intervencionistas (Chessa, 2022).

Exames de imagem são de extrema importância para o acompanhamento de pacientes com doenças cardiovasculares. Quando se trata da impressão de modelos tridimensionais, essa realidade não é diferente. A Ressonância Magnética Nuclear (RMN), e, principalmente, a Tomografia Computadorizada multislice (TC), fornecem as bases para a impressão de modelos 3D (Sun, 2024).

Apesar de não apresentar boa visualização funcional, a TC multislice avalia a anatomia do paciente através de métodos não invasivos, além de atualmente contar com programas como a IA associados a seus processadores (Sun, 2024).

Algoritmos como o Mimics (19.0-25.0), o 3D Slicer (5.6.1), o Real-ESRGAN e técnicas de simulação computacional são utilizados de forma significativa na interpretação de exames de imagem voltados à impressão 3D, apresentando maior precisão à captação de dados das condições dos pacientes e de anormalidades específicas (>90% de assertividade). Dessa forma, contribuem para a produção de exemplares individualizados (Sun, 2024).

No estudo em que foi realizado o procedimento de Sun com preservação de vasos braquiocefálicos autólogos na dissecação aórtica tipo A de Stanford, foi observado o uso de redes neurais convolucionais (CNN) para auxiliar a reconstrução do modelo do arco aórtico por impressão 3D. O uso de CNN permitiu um diagnóstico exato e uma análise mais detalhada comparada ao método de exames convencionais, concluindo que este algoritmo simula e desenvolve um plano cirúrgico pré-operatório preciso (Yan, 2022).

A impressão 3D inicia seu processo a partir de aquisições de imagens de alta qualidade, que são convertidas em um formato Digital Imaging and Communication in Medicine (Wang, 2021).

Posteriormente, essas imagens são importadas para um software especializado em processamento de imagem, onde as partes anatômicas do corpo de interesse são construídas através do processo de segmentação. Essa etapa é seguida pela renderização de volume 3D, que permite a modelagem digital de geometrias específicas dos pacientes, as quais serão salvas como arquivo de estereolitografia (STL). Após ajustes, o arquivo STL é exportado para impressão 3D, resultando em moldes especializados dos pacientes (Wang, 2021).

A estereolitografia foi a primeira tecnologia de impressão 3D desenvolvida na década de 1980. Esse método de impressão utiliza a resina líquida fotossensível como material e o laser ultravioleta (UV) como técnica de impressão. A técnica é ideal para produzir modelos cardíacos e vasculares para serem utilizados em testes de fluxo e em treinamentos, visto que permite a criação de modelos grandes, precisos e transparentes (Wang, 2021).

O jato de tinta é um tipo de impressão 3D indicado na impressão em cores de estruturas cardiovasculares complexas, utilizando um material em pó em conjunto com a tecnologia jato de tinta. Outro método relevante é a tecnologia de Polyjet, que deposita fotopolímeros curáveis por UV em camadas para produzir um objeto 3D. Essa técnica tem sido utilizada na impressão de modelos cardiovasculares compatíveis com partes rígidas e de modelos que imitam tecidos (Wang, 2021).

Algoritmos que contam com a IA em sua constituição vêm contribuindo significativamente para o tratamento de doenças cardiovasculares. Foi capaz de se analisar tais influências em diferentes casos, como: Doença Arterial Periférica (DAP), Aneurisma Aórtico Abdominal (AAA), Doença Arterial Crônica (DAC) e avaliação da Pontuação de Cálculo Coronariano (PCC), com melhores sensibilidades à detecção de anormalidades e otimizando o tempo de interpretação dos exames quando comparados à análise humana, além da capacidade de prever riscos pós-operatórios na AAA especificamente

(Sun, 2024).

Além destas, em casos de Dissecção Aórtica, a IA pode ser aplicada para melhorar a qualidade de TCs com doses baixas ou ultrabaixas de radiação (Sun, 2024).

Outra alteração da morfologia cardiovascular que pode obter benefícios intervencionistas com a utilização da impressão 3D, devido a sua anatomia particular, são os tipos de Cardiopatias Congênitas. Os métodos de visualizações tradicionais em 2D são limitados e não transmitem percepção realista da relação 3D entre anatomia e patologia, que são necessários nesses casos (Chessa, 2022).

De acordo com estudos sobre o uso da impressão 3D e da IA na Atresia Pulmonar com Defeito do Septo Ventricular e Artérias Colaterais Aortopulmonares Maiores (AP/VSD/MAPCAs), o novo procedimento operatório visualizado tridimensionalmente tem papel crucial no reparo completo de estágio único com unifocalização, permitindo especificar a localização dos MAPCAs da aorta descendente e ter o auxílio do modelo sólido 3D durante a operação, considerando a anatomia complexa da condição. Assim, esse método contribui para a redução da dificuldade do procedimento (Qiu, 2022).

Na substituição da válvula mitral transcater, a impressão 3D possibilitou a simulação específica da anatomia do trato de saída do ventrículo esquerdo, além de uma avaliação visual e individualizada do paciente. A partir dos avanços desse estudo, concluiu-se que a impressão 3D contribui significativamente para o sucesso do procedimento (Wang, 2021).

Ao utilizar materiais para impressão que se assemelham às propriedades biomecânicas do tecido cardíaco, a deformação bidimensional que o procedimento transcater poderia ocasionar pode ser modulada (Chessa, 2022).

Os modelos impressos tridimensionalmente são altamente realistas e individualizados, desempenhando papéis importantes tanto na prática clínica, quanto no planejamento e simulação de procedimentos cardiovasculares de média-alta complexidade, contribuindo para melhores resultados intra e pós-operatórios (Chessa, 2022).

Dispositivos impressos em 3D, como stents e válvulas, demonstram melhorar a patência de estruturas lesionadas. Além disso, também são capazes de tornar a comunicação interdisciplinar e entre médico-paciente mais eficazes. Assim, influenciam positivamente na qualidade dos procedimentos, e, consequentemente, na qualidade de vida dos pacientes (Sun, 2024).

Entretanto, os estudos revisados, por tratarem de tecnologias recentes, apresentam limitações que devem ser superadas em estudos futuros. As principais limitações percebidas foram a escassa diversidade de materiais que reproduzem as propriedades do tecido cardíaco para a impressão, a capacitação para o manejo clínico ser muito necessária e específica, bem como a implementação do uso e entendimento de IA no currículo de educação médica (Chessa, 2022).

Apesar disso, existem indicativos promissores de que desenvolvimentos na impressão 3D e na aplicação da Inteligência Artificial na área médica cardiovascular tendem a se desenvolver e a se aperfeiçoarem, como é o caso do surgimento da Impressão 4D e da Realidade Alternativa atrelada à IA (Qiu, 2022).

Ainda assim, médicos devem estar cientes das especificidades que se fazem presentes em relação à aplicação da IA na prática cardiovascular, como a necessidade de se monitorar de forma contínua os algoritmos de Inteligência Artificial para garantir sua eficácia, além das questões éticas acerca do tema (Sun, 2024).

#### 4. Conclusão

A impressão 3D e a Inteligência Artificial auxiliam no tratamento de doenças cardiovasculares através da personalização do tratamento. Por se tratar de uma área ainda em desenvolvimento, são escassas as informações e mais trabalhos acerca do tema são necessários.

## Referências

- An, J., Chua, C. K., & Mironov, V. (2021). Application of Machine Learning in 3D Bioprinting: Focus on Development of Big Data and Digital Twin. *International journal of bioprinting*, 7(1), 342. <https://doi.org/10.18063/ijb.v7i1.342>
- Baggiano, A., Mushtaq, S., Fusini, L., Muratori, M., Pontone, G., & Pepi, M. (2025). Artificial Intelligence in Cardiovascular Imaging: Current Applications and New Horizons. *Journal of cardiovascular echography*, 35(2), 97–107. [https://doi.org/10.4103/jcecho.jcecho\\_62\\_25](https://doi.org/10.4103/jcecho.jcecho_62_25)
- Chessa, M., Van De Bruaene, A., Farooqi, K., Valverde, I., Jung, C., Votta, E., Sturla, F., Diller, G. P., Brida, M., Sun, Z., Little, S. H., & Gatzoulis, M. A. (2022). Three-dimensional printing, holograms, computational modelling, and artificial intelligence for adult congenital heart disease care: an exciting future. *European Heart Journal*, 43(28), 2672–2684. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac266>
- Crossetti, M. G. O. (2012). Revisão integrativa de pesquisa na enfermagem o rigor científico que lhe é exigido. *Rev Gaúcha Enferm.* 33(2):8-9.
- Dey, D., Slomka, P. J., Leeson, P., Comaniciu, D., Shrestha, S., Sengupta, P. P., & Marwick, T. H. (2019). Artificial intelligence in cardiovascular imaging: JACC state-of-the-art review. *Journal of the American College of Cardiology*, 73(11), 1317–1335. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.12.054>
- Doenças Cardiovasculares. OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde. (n.d.). <https://www.paho.org/pt/topicos/doencas-cardiovasculares>
- Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., van der Laak, J. A. W. M., van Ginneken, B., & Sánchez, C. I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical image analysis*, 42, 60–88. <https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005>
- Mensah, G. A., Fuster, V., Murray, C. J. L., & Roth, G. A. (2023). Global burden of cardiovascular diseases and risks, 1990–2022. *Journal of the American College of Cardiology*, 82(25), 2350–2473. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2023.11.007>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free ebook]. Santa Maria: Editora da UFSM.
- Qiu, H., Wen, S., Ji, E., Chen, T., Liu, X., Li, X., Teng, Y., Zhang, Y., Liufu, R., Zhang, J., Xu, X., Chen, J., Huang, M., Cen, J., & Zhuang, J. (2022). A Novel 3D Visualized Operative Procedure in the Single-Stage Complete Repair With Unifocalization of Pulmonary Atresia With Ventricular Septal Defect and Major Aortopulmonary Collateral Arteries. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9, 836200. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.836200>
- Risemberg, R. I. C. et al. (2026). A importância da metodologia científica no desenvolvimento de artigos científicos. *E-Acadêmica*, 7(1), e0171675. <https://eacademica.org/eacademica/article/view/675>.
- Roche, C. D., Brereton, R. J. L., Ashton, A. W., Jackson, C., & Gentile, C. (2020). Current challenges in three-dimensional bioprinting heart tissues for cardiac surgery. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 58(3), 500–510. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa093>
- Silva, A. L., Moraes, J. A., Benitez, L. B., & Kaufmann, E. A. (2021). Impressão 3D: Análise da Evolução e Seus Impactos no Mundo Científico. *Revista FSA*, 18(11), 124–144. <https://doi.org/10.12819/2021.18.11.6>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*. 104, 333-9. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>.
- Souza, M. T., Silva, M. D., & Carvalho, R. (2010). Revisão integrativa: O que é e como fazer. *Einstein (São Paulo)*, 8(1), 102–106. <https://doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134>
- Stewart, C. E., Kan, C. F., Stewart, B. R., Sanicola, H. W., Jung, J. P., Sulaiman, O. A., & Wang, D. (2020). Machine Intelligence for Nerve Conduit Design and production. *Journal of Biological Engineering*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13036-020-00245-2>
- Sun, Z., Silberstein, J., & Vaccarezza, M. (2024). Cardiovascular Computed Tomography in the Diagnosis of Cardiovascular Disease: Beyond Lumen Assessment. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 11(1), 22. <https://doi.org/10.3390/jcdd11010022>
- Vaz Kochhann, E., Alencastro Costa Moreira, C., Miki Alves, G., Vilela Neves Júnior, A., Mattar Marangoni, M., Teixeira de Assis Carvalho, L., Teixeira de Assis Carvalho, G., Felipe Santos Silva, D., Azara Oliveira, E., & Gonçalves Cherain, L. G. (2022). BIOIMPRESSÃO 3D DE TECIDOS CARDIOVASCULARES. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, 3(12), e3122409. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i12.2409>
- Wang, D. D., Qian, Z., Vukicevic, M., Engelhardt, S., Kheradvar, A., Zhang, C., Little, S. H., Verjans, J., Comaniciu, D., O'Neill, W. W., & Vannan, M. A. (2021). 3D Printing, Computational Modeling, and Artificial Intelligence for Structural Heart Disease. *JACC. Cardiovascular imaging*, 14(1), 41–60. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.12.022>
- Wohlers, T., Gornet, T., Mostow, N., Campbell, I., Diegel, O., Kowen, J., Huff, R., Stucker, B., Fidan, I., Doukas, A., Drab, B., Drstvenšek, I., Eitsert, N., Espalin, D., Feldhausen, T., Ghany, K., Gillett-Crooks, M., Guo, D., Held, A., ... Peels, J. (2023). History of additive manufacturing. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4474824>
- Yan, Y., Su, Y. Y., & Yan, Z. Y. (2022). Preservation of Autologous Brachiocephalic Vessels with Assistance of Three-Dimensional Printing Based on Convolutional Neural Networks. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2022, 6499461. <https://doi.org/10.1155/2022/6499461>