

O impacto da realidade aumentada na transformação do cenário das cirurgias cardíacas



Artigo Original

Vinícius Otávio da Silva¹, vinicius_otv.work@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-5743-9880.
Brenda Almeida Moreira¹, brendaalmeidamoreira@gmail.com, ORCID: 0009-0008-2889-0136
Gustavo Honório Toledo¹, gustavohtoledo@hotmail.com, ORCID: 0009-0000-3443-8850
Jakeline Damiana Moreira Gontijo¹, jakelinedamiana@yahoo.com.br, ORCID: 0000-0001-9001-0306
Josué da Silva Brito¹, Josuedasilvabrito1998@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2142-3689

¹Faculdade de Medicina de Atenas, Passos - MG, Brasil
Autor Correspondente: Vinícius Otávio da Silva

Resumo

Introdução: As doenças cardiovasculares possuem grande impacto na população mundial, sendo a intervenção cirúrgica uma das opções de tratamento atual. Dessa forma, novas tecnologias, como a realidade aumentada, podem ajudar a aprimorar a técnica cirúrgica e reduzir a mortalidade de procedimentos. Assim, esse estudo busca avaliar o impacto de novas tecnologias de ensino na cirurgia cardiovascular. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão sistemática, realizada na base PubMed, utilizando-se os termos “realidade aumentada”, “cirurgia cardiovascular” e “cirurgia torácica”, incluindo-se publicações realizadas entre 2018 e 2023. **Resultados:** A realidade aumentada e a realidade virtual são úteis nas diferentes fases do planejamento cirúrgico, sendo capaz de auxiliar nas intervenções pré, intra e pós-operatórias. **Discussão:** Embora os estudos que avaliem o tema ainda sejam limitados, a implementação de realidade aumentada permite que se possa avaliar mais cenários e aperfeiçoar o treinamento cirúrgico. São ferramentas educacionais e práticas. **Conclusão:** São inegáveis os benefícios da realidade virtual e aumentada na cirurgia cardiovascular. Podem diminuir o risco de contaminação e garantir melhor visualização anatômica do coração. Contudo, mais estudos são necessários.

Abstract

Introduction: Cardiovascular diseases have a significant impact on the global population, with surgical intervention being one of the current treatment options. Thus, new technologies, such as augmented reality, can help enhance surgical technique and reduce procedural mortality. Therefore, this study aims to evaluate the impact of new teaching technologies in cardiovascular surgery. **Methodology:** This is a systematic review conducted on the PubMed database using the terms "augmented reality," "cardiovascular surgery," and "thoracic surgery," including publications from 2018 to 2023. **Results:** Augmented reality and virtual reality are useful in different phases of surgical planning, capable of assisting in pre, intra, and post-operative interventions. **Discussion:** Although studies evaluating the topic are still limited, the implementation of augmented reality allows for the evaluation of more scenarios and the improvement of surgical training. They are educational and practical tools. **Conclusion:** The benefits of virtual and augmented reality in cardiovascular surgery are undeniable. They can decrease the risk of contamination and ensure better anatomical visualization of the heart. However, more studies are needed.

INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (CVD) constituem um grupo de alterações estruturais e funcionais no coração e nos vasos sanguíneos, altamente prevalente na população mundial. De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (WHO), em 2019, houve 17,9 milhões de mortes por CVD, correspondendo a 32% das mortes globais, sendo ainda 38% delas em pacientes com menos de 70 anos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021).

No tratamento de CVD, a intervenção cirúrgica é indicada, principalmente, para casos refratários ao tratamento clínico, sendo capaz de reduzir a mortalidade e melhorar qualidade de vida dos pacientes (SILVA; VAZ; DE MORAIS JÚNIOR, 2022; BARCELLOS, et al., 2021).

Na busca de aumentar a sobrevida, novas tecnologias estão sendo buscadas para melhoramento da técnica cirúrgica, entre elas a da realidade aumentada (AR), que consiste em sobrepor imagens virtuais à

realidade, mesclando informações com o contexto em questão (PARK, et al., 2020). Um exemplo deste avanço é o uso do “Microsoft HoloLens Head-Mounted Display” (HMD®), equipamento da Microsoft Corporation adequado para práticas cirúrgicas, que trabalha por meio de um sistema de exibição única de realidade virtual equipado com câmeras e sensores que trabalham com hologramas (JIANG, et al., 2020). Por meio de treinamento de realidade aumentada, os cirurgiões utilizam simulações do campo real para atividades práticas que proporcionem experiências próximas ao vivenciado nos hospitais com o intuito de construir técnicas e aprimorar a destreza com que os profissionais as realizam (RAD, et al., 2022).

Tendo em vista o significativo impacto CVD na população mundial, novas tecnologias são indispensáveis para obter melhores resultados no tratamento destes pacientes. O uso de RA e realidade virtual (VR) influenciam nos processos de aprendizagem, treinamento e etapas cirúrgicas, como planejamento, fase intraoperatória e acompanhamento pós-operatório, sendo responsáveis por influenciar positivamente o curso das cirurgias cardíacas, reduzindo traumas e melhorando a recuperação dos pacientes (CORNEJO, et al., 2022; RAD, et al., 2022). Assim, o estudo busca evidenciar o impacto destas novas tecnologias sobre cirurgias cardíacas, avaliando desde a formação profissional até as etapas operatórias.

METODOLOGIA

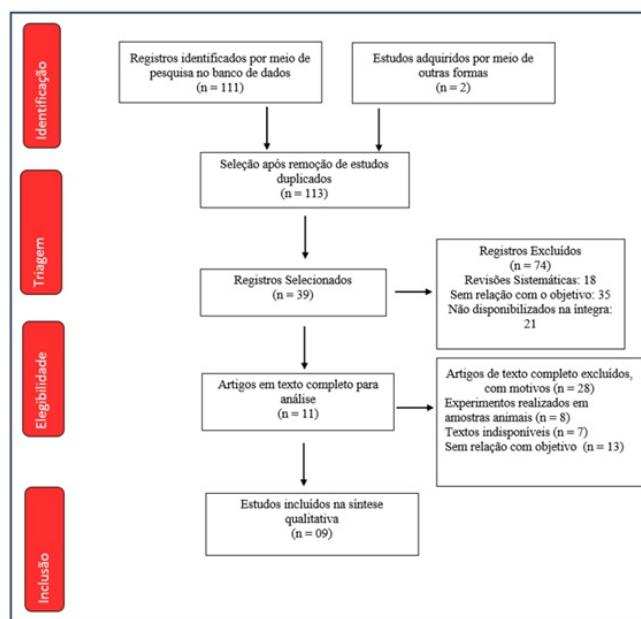
Foram seguidas as diretrizes do Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA), para a formulação desta revisão sistemática, a plataforma de pesquisa utilizada foi o PUBMED. O período de publicação considerado foi de 2018 a 2023. As palavras-chaves utilizadas na busca incluem “realidade aumentada”, “cirurgia cardiovascular” e “cirurgia torácica”.

Os critérios de inclusão foram os seguintes: estudos publicados apenas entre

os anos de 2018 a 2023 e disponibilizados na íntegra, que discorreram sobre o uso da AR e VR em cirurgias cardíacas, especificamente. Os idiomas considerados foram inglês e português.

Não foram considerados artigos cujos estudos não foram realizados com amostras humanas e estudos do tipo revisão.

Figura 1: PRISMA Diagrama de fluxo da estratégia de busca de literatura.



RESULTADOS

Foram selecionados 9 estudos, os quais evidenciaram o impacto da realidade-estendida (XR) e modelos tridimensionais (3D) na formação de profissionais médicos e nas etapas de procedimentos cirúrgicos cardíacos.

Quatro artigos trataram do efeito destas tecnologias de visualização sobre o ensino e treinamento médico no campo anatômico e cirúrgico. Dois indicaram a repercussão no período intra-operatório e três durante o pré-operatório e pós-operatório.

Educação e treinamento médico

Segundo Rad et.al., as cirurgias cardíacas minimamente invasivas apresentam escassez de métodos de treinamentos seguros e estruturados. Dessa forma, a conversão desse cenário se torna possível pelo uso de tecnologias VR e AR, concebendo uma interação em tempo real que diminui a invasividade de procedimentos

cirúrgicos, a qual auxilia no ensinamento de práticas e na confiabilidade das habilidades operatórias, apontando também a capacidade de fornecer o avanço necessário para melhor visualização e resultados cirúrgicos intracardíacos (RAD et al., 2022).

Mocan et al. conduziram uma pesquisa envolvendo seis estudantes, utilizando exercícios de VR para avaliar a praticabilidade do sistema RoboTeleRehab. Esse programa de telerreabilitação é concebido para funcionar como uma espécie de prótese, oferecendo uma abordagem inovadora e tecnológica para a reabilitação. Diante disso, foi depreendido que a telecomunicação foi fácil e a tecnologia, junto da VR, foram bem recebidas pelos usuários, ao promover melhorias na aptidão cardiorrespiratória, qualidade de vida, gerenciamento de fatores de risco e taxas de mortalidade (MOCAN et al., 2022).

O estudo de Rochlen et. al avaliou o uso de um programa de realidade mista, por sete profissionais da saúde, para a colocação de cateter intravenoso periférico (CIVP). Os autores utilizaram o Hololens para gerar imagens que foram projetadas em um monitor de anatomia interna do braço de um manequim e de suas veias, como um guia. A partir disso, os profissionais praticaram a canulação do cateter, sendo 77,4% deles bem-sucedidos na primeira tentativa, comprovando a eficácia desta tecnologia no auxílio de tais procedimentos (ROCHLEN et al., 2022), diferentemente de Liu et. al. (LIU et al., 2019) que utilizou de um modelo fantasma construído por impressão 3D a partir de modelos anatômicos segmentados, demonstrando a inserção de um cateter no modelo, a fim de simular um procedimento de punção transeptal, sendo a posição do cateter exibida no Hololens para fornecer a visualização aumentada. Os testes realizados por esse estudo mostraram erros de desalinhamento abaixo de 1 milímetro. Também houve a análise de imagens registradas por 3 métodos, SIFT (transformação de recurso invariante em escala), SURF (recurso robusto de aceleração) e Fourier, sendo o último a apresentar maior taxa de sucesso e eficácia,

além de maior desempenho computacional. Em síntese, o modelo fantasma 3D apresentou alta precisão em testes estáticos, porém a dinâmica cardíaca deve ser explorada com tecnologias mais complexas, como imagens em 4 dimensões (pseudo 4D) (LIU et al., 2019).

Pré-operatório e pós-operatório

O planejamento cirúrgico é a fase orientadora para que haja condução precisa ao decorrer da cirurgia, sendo utilizada para esse fim a VR, a qual se revelou conveniente para os pesquisadores Amir H. Sadeghi et. al. durante a avaliação de seis pacientes com indicações para cirurgia torácica, evidenciando a viabilidade da revisão de tomografias em 3D VR para planejamento pré-operatório de cirurgias cardíacas. Da amostra total, quatro pacientes foram submetidos à cirurgia cardíaca minimamente invasiva (MICS) - consistindo em revascularização miocárdica direta minimamente invasiva (MIDCAB) (n =2), reparação da válvula tricúspide (n =1) e ablação totalmente toracoscópica (n =1). Os dois casos restantes foram: toracotomia esquerda para remover um dispositivo de assistência ventricular esquerda (LVAD) (n =1) e refazer cirurgia aórtica através de esternotomia mediana (n =1). Por meio da plataforma VR, foi possível a visualização 3D rápida de tomografias computadorizadas, o que proporcionou maior utilidade e eficácia no contexto do planejamento pré-operatório, além de ser classificada como uma ferramenta de fácil manuseio (SADEGHI et al., 2020).

Outro estudo feito por Gianfranco Butera et. al. analisou o caso de uma paciente de 73 anos, sexo feminino, que apresentou síndrome respiratória restritiva grave e classe funcional III do New York Heart Association (NYHA). Perante ecocardiografia apresentou aumento de ventrículo direito (DV), disfunção moderada de DV, shunt da esquerda para a direita através de um defeito no óstio secundum da comunicação interatrial (CIA) e CIA do seio venoso com retorno venoso anormal parcial das veias pulmonares direitas. Foi realizado cateterismo cardíaco

diagnóstico que constatou resistência nas artérias pulmonares e pressões pulmonares reduzidas no teste de oclusão. A realidade aumentada e a impressão tridimensional 3D permitiram a análise direta do procedimento no modelo instrumentado, além de prever a relação anatômica pós-operatória entre a veia cava superior e as veias pulmonares anômalas. Ademais, as tomografias computadorizadas foram visualizadas com holografia 3D mostrando resultados de intervenção no procedimento de cateterização completa. Após 3 meses do procedimento, o paciente demonstrou uma melhora nas pressões do ventrículo direito e da artéria pulmonar, alcançando a classe funcional I da NYHA (BUTERA et al., 2019).

Intra-operatório

A VR e a AR são capazes de contribuir além do estágio de planejamento, sendo essas coadjuvantes também para lidar com as dificuldades intraoperatórias, auxiliando os cirurgiões e facilitando os procedimentos. Jerzy Sacha et. al. realizaram o estudo sobre a implantação do MitraClip® com o CarnaLife Holo (MedApp®) que emprega dispositivo HoloLens 2 Microsoft® para criar imagens holográficas, assistindo processos intra-operatórios, como a punção do septo interatrial e a navegação dos cateteres no átrio esquerdo com o uso da holografia. O resultado final da apreensão foi positivo, sendo a regurgitação mitral grave reduzida, evidenciando o potencial dessa tecnologia aplicada às imagens em intervenções cardíacas estruturais (SACHA et al., 2022). As vantagens não se limitam apenas no campo anatômico cardíaco, apresentando também pros na esfera vascular, como Mialhe et. al. relata, explanando acerca da aplicação de AR holográfica que inclui “Microsoft HoloLens Head-Mounted Display” (HMD®). O dispositivo garante a visualização da angiografia perioperatória durante a angioplastia periférica, angioplastia carotídea e reparo endovascular de aneurisma aórtico. Além disso, o monitor foi operado por comando de voz, garantindo a esterilidade do ambiente e auxiliando o cirurgião durante a navegação, sem que haja perda de visão

sobre o campo cirúrgico. (MIALHE et al., 2021). No âmbito ergonômico, a fim de que haja aperfeiçoamento e desenvolvimento de intervenções de “exibição sem tela”, Claude Mialhe, Juliette Raffort e Fabien Lareyre defendem que a adaptação da AR com tecnologia HMD® permite aprimorar o fluxo de trabalho cirúrgico em procedimentos endovasculares, além de novas ferramentas capazes de ajudar na visualização e navegação durante procedimentos endovasculares (MIALHE; RAFFORT; LAREYRE, 2021).

DISCUSSÃO

As tecnologias VR e AR têm representado um avanço significativo para o diagnóstico e manejo de pacientes no âmbito das cirurgias cardíacas. Tais ferramentas associadas a imagens 3D promovem uma análise mais eficaz e precisa, posto que proporcionam uma sobreposição de modelos anatômicos ao corpo do paciente durante as etapas cirúrgicas (JIANG, et al., 2020), além de auxiliarem o profissional a conduzir o procedimento com maior ergonomia (MIALHE; RAFFORT; LAREYRE, 2022). Entretanto, sua utilidade não se limita somente a cirurgias, sendo explorada no âmbito educacional e de treinamento de profissionais médicos, tendo em vista o dinamismo proporcionado pela interface homem-máquina. Também inclui vantagens referentes à Realidade Mista (RM) ao permitirem a reprodução repetida de cenários diversos e a acessibilidade, abordando além de uma anatomia realista, possíveis complicações clínicas e cirúrgicas (ROCHLEN, et al., 2022).

As realidades virtual e aumentada (VR e AR) constituem um método de simulação tridimensional (3D) que permite uma interação em tempo real entre o usuário e as informações sobrepostas à realidade (RAD, et al., 2022), proporcionando uma melhor visualização dos dados digitais sem que se perca o foco no espaço físico em questão. Para tal, pode-se optar pelos óculos HoloLens® (Microsoft, Redmond, WA, EUA), visores ópticos montados na cabeça (HMD®), considerados equipamentos ideais

perante questões cirúrgicas, em que podem ser observadas imagens em uma única exibição (MIALHE; RAFFORT; LAREYRE, 2021; JIANG, et al., 2020).

Associando as imagens de ultrassom à holografia em tempo real é possível estabelecer intervenções cardíacas estruturais, possibilitando procedimentos como punção do septo interatrial e a navegação dos cateteres no átrio esquerdo (SASHA, et al., 2022). Além disso, a RA associado ao HoloLens, dispositivo autônomo, anula a necessidade de instalação de outro hardware para realizar a ação da RA, auxiliando na diminuição de risco de contaminação na sala cirúrgica (JIANG, et al., 2020). Outra vantagem é a assistência na evolução de novos métodos terapêuticos e redução no trajeto do conhecimento das técnicas já existentes, promovendo uma melhor interface aos intervencionistas para compreenderem melhor o coração anatomicamente (LIU, et al., 2019). Também é válido ressaltar que o futuro da RV é a sua colaboração para procedimentos minimamente invasivos modificando a técnica de esternotomia aberta (RAD, et al., 2022). Por fim, o desconforto físico apresentado pelos cirurgiões, como dores em pescoço e costas, advém de posturas inadequadas que podem ser minimizadas pelo manuseio dinâmico do equipamento que garante ao profissional a liberdade de exploração sem prejuízos no foco cirúrgico (MIALHE; RAFFORT; LAREYRE, 2021). Sob outra perspectiva, a plataforma VR possui limitações em suas visualizações, sendo possível, atualmente, apenas de tomografias computadorizadas, incluindo a análise das imagens 3D através de um monitor no lugar de um HMD® em sala cirúrgica (SADEGHI, et al., 2020). A implementação de tecnologias na cirurgia cardíaca possui um custo significativo devido à necessidade de alta fidelidade e precisão, porém com a adaptação do hardware disponível comercialmente, o custo tem se tornado mais acessível (RAD, et al., 2022).

É válido ressaltar que a escassez de pesquisas prévias sobre a problemática dificultou a contextualização e análise mais profunda do tema. Ademais, os estudos encontrados contaram com amostras

pequenas, que podem impactar na generalização dos resultados, além da possibilidade de enviesamento desses devido à falta de comparações adequadas e ausência de grupos controle.

CONCLUSÃO

Conclui-se a partir dos estudos identificados, que, o uso de tecnologias de visualização 3D, como RA e VR, proporcionam aprimoramento em diversos aspectos, como para a diminuição de risco de contaminação na sala cirúrgica, melhor visualização anatômica tridimensional do coração, colaboração para procedimentos minimamente invasivos e a melhor ergonomia do cirurgião. Entretanto, há limitações, como o uso restrito a tomografias computadorizadas e o custo significativo, reduzindo sua acessibilidade. Por fim, vale ressaltar que novos estudos devem ser promovidos, a fim de evoluir e tornar esse método mais acessível, refletindo seus impactos na população geral e abordando maiores amostras que contornem as limitações supracitadas.

REFERÊNCIAS

- 1 BARCELLOS, S. R.; COSTANZI, A. P.; STRELOW, F. A.; VIEIRA, C. F. R.; SIMONETTO, D. P.; SOUZA, E. N. Cirurgia cardíaca: Perfil clínico dos pacientes e acompanhamento em 30 dias. *Rev. Sobecc*, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 43-49, Jan./Mar., 2021. Disponível em: <https://revista.sobecc.org.br/sobecc/article/view/661/pdf>. Acesso em: 01 Set. 2023.
2. CORNEJO, J.; CORNEJO-AGUILAR, J. A.; VARGAS, M.; HELGUERO, C. G.; MILANEZI DE ANDRADE, R.; TORRES-MONTOYA, S.; ASENSIO-SALAZAR, J.; RIVERO CALLE, A.; MARTÍNEZ SANTOS, J.; DAMON, A.; QUIÑONES-HINOJOSA, A.; QUINTERO-CONSUEGRA, M. D.; UMAÑA, J. P.; GALLO-BERNAL, S.; BRICEÑO, M.; TRIPODI, P.; SEBASTIAN, R.; PERALES-VILLARROEL, P.; DE LA CRUZ-KU, G.; MCKENZIE, T.; ARRUIRANA, V. S.; JI, J.; ZULUAGA, L.; HAEHN, D. A.; PAOLI, A.; VILLA, J. C.; MARTINEZ, R.; GONZALEZ, C.; GROSSMANN, R. J.; ESCALONA, G.; CINELLI, I.; RUSSOMANO, T. Anatomical Engineering and 3D Printing for Surgery and Medical Devices: International Review and Future Exponential Innovations. *BioMed Research International*, 24 Mar., 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35372574/>. Acesso em: 01 Set. 2023.
3. JIANG, T.; YU, D.; WANG, Y.; ZAN, T.; WANG, S.; LI, Q. HoloLens-Based Vascular Localization System: Precision Evaluation Study With a Three-Dimensional Printed Model. *Journal of Medical Internet Research*, v. 22, n.4, 17 Abr., 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32301738/>. Acesso em: 01 Set. 2023.
4. LIU, J.; AL'AREF, S. J.; SINGH, G.; CAPRIO, A.; MOGHADAM, A. A. A.; JANG, S. J.; WONG, S. C.; MIN, J. K.; DUNHAM, S.; MOSADEGH, B. An augmented reality system for image guidance of transcatheter procedures for structural heart disease. *PLoS One*, v. 14, n. 7, 1 Jul. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31260497/>. Acesso em: 01 Set. 2023.
5. MIALHE, C.; RAFFORT, J.; LAREYRE, F. Holographic Imaging with the HoloLens Head Mounted System to Enhance Angio Suite Ergonomics During an Endovascular Procedure. *European Journal of Vascular Et Endovascular Surgery*, v. 61, n. 5, p. 849-850, Mai., 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33632612/>. Acesso em: 01 Set. 2023.
6. PARK, B. J.; HUNT, S. J.; MARTIN C. 3rd; NADOLSKI, G. J.; WOOD, B. J.; GADE, T. P. Augmented and Mixed Reality: Technologies for Enhancing the Future of IR. *Journal of Vascular and*

Interventional Radiology, v. 31, n. 7, p. 1074-1082, 12 Fev., 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32061520/>. Acesso em: 01 Set. 2023.

7. RAD, A. A.; VARDANYAN, R.; LOPUSZKO, A.; ALTIC C.; STOFFELSC I.; SCHMACKC B.; RUHPARWARC A.; ZHIGALOV K.; ZUBAREVICH A.; WEYMANN A. Virtual and Augmented Reality in Cardiac Surgery. Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery, v. 37, n. 1, p. 123-127, 10 Mar. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34236814/>. Acesso em: 01 Set. 2023.

8. ROCHLEN, L. R.; PUTNAM, E.; LEVINE, R.; TAIT, A. R. Mixed reality simulation for peripheral intravenous catheter placement training. BMC Medical Education, v. 22, n. 1, 17 Dez., 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36528576/>. Acesso em: 01 Set. 2023.

9. SACHA, J.; KRAWCZYK, K.; BUGAJSKI, J.; STANISZ, M.; FEUSETTE, P.; GIERLOTKA, M. MitraClip Implantation in Holography. JACC Cardiovasc Intervention, v. 15, n. 9, p. 107-108, 9 Mai., 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35512926/>. Acesso em: 01 Set. 2023.

10. SADEGHI, A.H.; BAKHUIS, W.; VAN SCHAAGEN, F.; OEI, F. B. S.; BEKKERS, J. A.; MAAT, A. P. W. M.; MAHTAB, E. A. F.; BOGERS, A. J. J. C.; TAVERNE, Y. J. H. J. Immersive 3D virtual reality imaging in planning minimally invasive and complex adult cardiac surgery. European Heart Journal Digital Health, v. 1, n. 1, p. 62-70, 23 Nov., 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36713960/>. Acesso em: 01 Set. 2023.

11. SILVA, A. C.; VAZ, S. R. A.; de MORAIS JÚNIOR, J. C. Estudo observacional da cirurgia cardíaca em uma macrorregião de saúde do Vale do São Francisco em 13 anos (2008-2020). Revista Baiana de Saúde Pública, Bahia, v. 46, n. 3, p. 10-23, Jul./Set., 2023. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2023/03/1417560/rbsp_v46n3_01_3754.pdf. Acesso em: 01 Set. 2023.

12. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Cardiovascular diseases (CVDs). 11 jun. 2021. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)). Acesso em: 01 Set. 2023.