

O PAPEL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PREDIÇÃO DE DOENÇAS CARDIOVASCULARES

AUTORES

Paulo Augusto MAIA BARBOSA

Lourenço VEIGA NEIVA

Victor Hugo SILVA BELONI

Discente do Curso de Medicina- UNILAGO

Silvia Messias BUENO

Docente do Curso de Medicina- UNILAGO

RESUMO

A capacidade de prever as doenças cardiovasculares com precisão é crucial para a prevenção e o tratamento eficaz. Este artigo examina o papel crescente da inteligência artificial (IA) na predição de doenças cardiovasculares. A IA oferece métodos avançados de análise de dados, permitindo a identificação de padrões complexos e a correlação de múltiplos fatores de risco. Algoritmos de aprendizado de máquina e redes neurais podem analisar grandes conjuntos de dados médicos, incluindo históricos clínicos, exames laboratoriais, imagens médicas e informações genéticas, para gerar modelos preditivos personalizados. Esses modelos podem auxiliar os profissionais de saúde na identificação precoce de indivíduos com alto risco de desenvolver doenças cardiovasculares, permitindo intervenções preventivas e personalizadas. No entanto, desafios como a garantia da qualidade dos dados, a interpretabilidade dos modelos e questões éticas devem ser considerados ao implementar sistemas de IA na prática clínica. Apesar desses desafios, a IA oferece um potencial significativo para melhorar a predição, prevenção e gestão de doenças cardiovasculares, promovendo assim a saúde cardiovascular e o bem-estar da população.

PALAVRAS - CHAVE

Inteligência Artificial; Doenças Cardiovasculares; Predição.

ABSTRACT

The ability to accurately predict cardiovascular disease is crucial for prevention and effective treatment. This article examines the growing role of artificial intelligence (AI) in predicting cardiovascular disease. AI offers advanced data analysis methods, allowing the identification of complex patterns and the correlation of multiple risk factors. Machine learning algorithms and neural networks can analyze large sets of medical data, including clinical histories, laboratory tests, medical images and genetic information, to generate personalized predictive models. These models can assist healthcare professionals in the early identification of individuals at high risk of developing cardiovascular diseases, allowing for preventive and personalized interventions. However, challenges such as data quality assurance, model interpretability, and ethical issues must be considered when implementing AI systems in clinical practice. Despite these challenges, AI offers significant potential to improve the prediction, prevention and management of cardiovascular disease, thereby promoting cardiovascular health and well-being in the population.

Keywords: Artificial intelligence; Cardiovascular Diseases; Prediction.

1. INTRODUÇÃO

Inteligência Artificial em medicina é o uso de computadores que, analisando um grande volume de dados e seguindo algoritmos definidos por especialistas na matéria, são capazes de propor soluções para problemas médicos. Computadores podem armazenar e recuperar dados sobre imagens, como lesões dermatológicas ou exames radiológicos, de ultrassom, de ressonância magnética, de tomografia por emissão de pósitrons (PET), de ecocardiogramas, de eletroencefalogramas, eletrocardiogramas, dados de dispositivos vestíveis/corporais (wearable devices) e gerar probabilidades de diagnóstico baseadas em algoritmos de decisão estabelecidos e que podem se automodificar em decorrência de resultados obtidos (self improvement). Atualmente, o uso de wearable devices tem sido introduzido na prática médica, obtendo informações contínuas sobre glicemia, ECG e movimento. Informações desses gadgets são capturadas pelo celular do paciente e podem ser transmitidas ao seu médico (LOBO, 2017).

As doenças cardiovasculares representam uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo, impondo um ônus significativo para a saúde pública e os sistemas de cuidados de saúde. Compreender a extensão dessas condições é essencial para abordar eficazmente seus impactos devastadores. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), as doenças cardiovasculares são responsáveis por cerca de 17,9 milhões de mortes anualmente, representando aproximadamente 31% de todas as mortes globais. Além disso, estima-se que mais de 520 milhões de pessoas vivam com doenças cardiovasculares, gerando uma carga substancial para os sistemas de saúde e economias em todo o mundo (MORAES et. al., 2022; SILVA FILHO & COUTINHO, 2022).

A inteligência artificial (IA) tem se destacado como uma ferramenta promissora na medicina, oferecendo possibilidades inovadoras na previsão, diagnóstico e tratamento de doenças. Na cardiologia, a IA tem sido aplicada de várias maneiras, desde o desenvolvimento de algoritmos para análise de imagens médicas até a criação de sistemas de suporte à decisão clínica. Por exemplo, o uso de softwares de IA pode facilitar a interpretação de exames de imagem cardíaca, como ecocardiogramas e angiografias, identificando anomalias e auxiliando no diagnóstico precoce de doenças cardiovasculares. Além disso, sistemas baseados em IA podem analisar grandes conjuntos de dados clínicos para identificar padrões e correlações entre variáveis, permitindo

uma avaliação mais precisa do risco cardiovascular em pacientes individuais (FREITAS et. al., 2020; SANTOS, 2023).

Os benefícios da IA na predição de doenças cardiovasculares são vastos e abrangem várias condições, incluindo doença coronariana, insuficiência cardíaca, arritmias e acidente vascular cerebral. A capacidade da IA de integrar e analisar dados de diferentes fontes, como registros médicos eletrônicos, resultados de exames laboratoriais, informações genéticas e dados de monitoramento remoto, permite uma avaliação mais abrangente e personalizada do risco cardiovascular. Isso possibilita a identificação precoce de indivíduos em risco de desenvolver doenças cardiovasculares, permitindo intervenções preventivas e tratamentos personalizados para reduzir o impacto dessas condições (ALEMAN et. al., 2021; BATISTA, 2023).

No entanto, apesar do potencial promissor da IA na predição de doenças cardiovasculares, sua implementação enfrenta desafios significativos. Questões relacionadas à qualidade e disponibilidade dos dados, interpretabilidade dos algoritmos, privacidade do paciente e integração com sistemas de saúde existentes são áreas que requerem atenção cuidadosa. Além disso, a validação clínica e regulamentação adequada são essenciais para garantir a segurança, eficácia e equidade no uso da IA na prática clínica (MARQUES et. al., 2020; SILVA FILHO & COUTINHO, 2022).

Para avançar na implementação eficaz da IA na predição de doenças cardiovasculares, são necessárias medidas que promovam a colaboração entre profissionais de saúde, cientistas de dados, reguladores e formuladores de políticas. Isso inclui o desenvolvimento de diretrizes e padrões para garantir a qualidade e segurança dos dados, a criação de modelos de IA interpretáveis e transparentes, e o estabelecimento de estruturas para a validação clínica e regulamentação adequada desses sistemas (BALCEIRO et. al., 2024; NUNES et. al., 2024).

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre o papel da inteligência artificial na predição de doenças cardiovasculares. Ao adotar uma abordagem colaborativa e centrada no paciente, a IA tem o potencial de transformar a prevenção e o manejo de doenças cardiovasculares, melhorando assim a saúde cardiovascular e o bem-estar da população global.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste artigo consistiu em uma revisão bibliográfica abrangente sobre o papel da inteligência artificial na predição de doenças cardiovasculares. Para isso, foram consultadas diversas fontes de informação, incluindo artigos científicos, revisões da literatura e livros relevantes sobre o tema. A busca por literatura foi realizada em bases de dados eletrônicas, como PubMed, Scielo, Google Scholar e Lilacs, utilizando termos de busca específicos relacionados à inteligência artificial e doenças cardiovasculares. Os critérios de inclusão consideraram estudos publicados nos últimos anos, escritos em inglês, português e espanhol, que abordassem o desenvolvimento e aplicação de algoritmos de inteligência artificial na predição de doenças cardiovasculares, incluindo doença coronariana, insuficiência cardíaca, arritmias e doenças valvares. A análise dos artigos incluiu a identificação de tendências, exemplos de softwares e modelos de IA utilizados, bem como uma avaliação crítica dos resultados e limitações encontradas. A revisão bibliográfica foi conduzida de forma sistemática e abrangente, buscando fornecer uma visão geral atualizada sobre o estado da arte e as perspectivas futuras no uso da inteligência artificial para predição de doenças cardiovasculares.

3. REVISÃO DA LITERATURA

O termo inteligência artificial (AI) foi utilizado pela primeira vez na Conferência de Dartmouth em 1956. Basicamente, a IA é o produto da combinação de modelos matemáticos sofisticados e computação, que permite o desenvolvimento de algoritmos complexos capazes de emular a inteligência humana. Todo esse processo inicia-se com a construção de um banco de dados representativo coletado e processado adequadamente. A IA tem desempenhado um papel significativo na cardiologia, ajudando na prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças cardiovasculares (SOUZA FILHO et. al., 2020).

As doenças cardiovasculares vêm sendo descritas como sério problema de saúde pública mundial, tanto em países desenvolvidos quanto em subdesenvolvidos, apontadas como principais causas de morbidade e mortalidade. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), representam aproximadamente 31% de todas as mortes globais. São um grupo de distúrbios que afetam o coração e os vasos sanguíneos e incluem uma variedade de condições, tais como, doença arterial coronariana, doenças cerebrovasculares, insuficiências cardíacas, entre outras. Diversos fatores aumentam o risco de desenvolver doenças cardiovasculares, incluindo idade, sexo, histórico familiar, hábitos como tabagismo e abuso de álcool, diabetes, níveis elevados de colesterol LDL, obesidade e sedentarismo (NEVES et. al., 2023).

Diante da complexa realidade epidemiológica das doenças cardiovasculares (DCV) no Brasil, torna-se evidente o interesse crescente na aplicação da inteligência artificial (IA) para predição e manejo dessas condições. De acordo com os dados do Sistema Único de Saúde (SUS), as DCV ocupam o posto de principal causa de mortalidade no país, com destaque para a Doença Arterial Coronariana (DAC) e o Acidente Vascular Cerebral (AVC) como protagonistas ao longo das últimas décadas. A prevalência das DCV tem se mostrado crescente, reflexo do envelhecimento e crescimento populacional, embora taxas ajustadas por idade tenham apresentado declínio. No entanto, a redução na mortalidade e morbidade por DCV observada em diversas regiões do Brasil não deve ocultar os desafios persistentes, como as disparidades regionais e os altos custos associados ao manejo dessas condições. Nesse contexto, a utilização de ferramentas de IA para predição e diagnóstico precoce das DCV emerge como uma estratégia promissora para mitigar o impacto dessas doenças, promovendo uma abordagem mais eficaz e personalizada no cuidado cardiovascular (MORAES et. al., 2022).

Esses dados revelam a magnitude do impacto das DCV na saúde pública brasileira. A prevalência de DCV, estimada em 6,1% da população, reflete não apenas o aumento constante ao longo das décadas devido ao crescimento e envelhecimento populacional, mas também a significativa carga que essas condições impõem à sociedade. Em particular, a DAC emergiu como uma das principais preocupações de saúde, com um aumento expressivo no número de portadores ao longo dos anos. Em 2019, as mortes atribuídas à DAC representaram 12% do total de mortes no país e 43% de todas as mortes por DCV, destacando a importância de estratégias preventivas e terapêuticas eficazes. Além disso, os dados do SUS revelam um aumento alarmante no número de hospitalizações por Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) e insuficiência cardíaca, evidenciando a necessidade urgente de intervenções para melhorar o manejo e prevenção dessas condições. A alta prevalência de doença valvar subclínica entre escolares, identificada por meio de programas de rastreamento, aponta para a importância de iniciativas de saúde pública direcionadas à detecção precoce e manejo adequado das DCV desde a infância, visando reduzir o impacto dessas doenças ao longo da vida (MORAES et. al., 2022; NUNES et. al., 2024).

Um dos principais benefícios da aplicação da IA no diagnóstico cardiovascular é a capacidade de agilizar o processo de diagnóstico, permitindo aos médicos identificar rapidamente problemas cardíacos e iniciar o tratamento adequado, especialmente em casos de emergência, como ataques cardíacos, onde o tempo é

essencial. Além disso, a IA também pode ser utilizada para ajudar na interpretação de exames de imagem para planejar procedimentos cirúrgicos com mais precisão. Os algoritmos de IA são capazes de analisar grandes conjuntos de dados clínicos e biomarcadores para identificar padrões sutis que estão associados a um maior risco de eventos cardiovasculares. Esses modelos preditivos levam em consideração uma variedade de fatores de risco, como idade, sexo, histórico médico, resultados de exames laboratoriais e dados de imagem. Um dos principais benefícios da aplicação da IA na predição de eventos cardíacos é a capacidade de identificar pacientes de alto risco que podem se beneficiar de intervenções preventivas ou tratamento mais intensivo. Estudos recentes têm demonstrado que os algoritmos de IA podem superar os métodos tradicionais de predição, identificando padrões que podem passar despercebidos aos médicos (BALCEIRO et. al., 2024).

A detecção precoce de Doenças Cardiovasculares (DCV) é crucial, dada sua posição como principal causa de morte global. O advento do Aprendizado Profundo (AP) abre novas possibilidades na classificação e diagnóstico dessas doenças, especialmente através do uso de redes neurais Transformer e Long Short-Term Memory (LSTM). O estudo se propõe a explorar o potencial dessas técnicas, fornecendo uma abordagem inovadora para a análise de Eletrocardiogramas (ECG) e a predição de DCV. Os resultados dos experimentos revelam um desempenho promissor da LSTM, com valores de precisão e revocação que variam de 70% a 84% e 62% a 77%, respectivamente. Por outro lado, embora a rede neural Transformer tenha demonstrado capacidade de aprendizado, suas métricas de desempenho ficaram aquém das expectativas, com valores de precisão e f1-score consistentemente inferiores aos da LSTM. Esses achados ressaltam a importância da seleção adequada de técnicas de AP na análise de dados clínicos complexos, como o ECG, e destacam o potencial da LSTM como uma ferramenta valiosa na detecção precoce e classificação de DCV (SANTOS, 2023).

Um estudo realizado por Silva Filho & Coutinho (2022) sobre modelos de aprendizado de máquina, foram propostos a classificação multiclasse de diagnósticos de doenças cardiovasculares, visando apoiar a tomada de decisão e contribuir para a investigação dos dados, fornecendo orientações para a identificação de diagnósticos e, conseqüentemente, auxiliando na recomendação de tratamentos. Três abordagens foram selecionadas na construção dos modelos de classificação: o uso de algoritmos tradicionais com um único preditor utilizando a árvore de decisão; o uso de ensemble learning para combinar múltiplos preditores para a classificação, com a escolha da floresta aleatória e o XGBoost; e, por fim, o uso de redes neurais profundas, com foco no aprendizado profundo com a rede neural recorrente LSTM. Os experimentos demonstraram a superioridade do aprendizado profundo com a rede LSTM como solução para o problema, resultando em uma acurácia de 77% na predição de 5 superclasses de diagnósticos, e 94% e 95% na classificação de 23 subclasses e 44 diagnósticos. Como contribuições, o trabalho destaca o uso de redes neurais LSTM para séries temporais ao avaliar e comparar com outras abordagens.

O telemonitoramento e o manejo remoto têm se destacado como estratégias promissoras no cuidado de pacientes com insuficiência cardíaca (IC). Essas abordagens, tanto não invasivas (TMONI) quanto invasivas (TMOI), têm sido estudadas extensivamente. Enquanto ensaios clínicos de TMONI têm produzido resultados conflitantes, metanálises envolvendo estudos observacionais e randomizados de TMOI e TMONI têm demonstrado um impacto positivo no prognóstico dos pacientes. A redução na mortalidade geral varia de 19 a 31% com o uso de TMOI ou TMONI em pacientes com IC, enquanto a diminuição na frequência de internações hospitalares pode chegar a 39%, principalmente em pacientes em classe funcional III/IV. Um exemplo destacado de TMOI é o CardioMEMS, um dispositivo implantado na artéria pulmonar que transmite informações pressóricas centrais para um servidor remoto, permitindo ajustes nas terapias farmacológicas. Além disso, o uso de wearables na IC tem ganhado destaque, aproveitando a evolução da tecnologia de transmissão de dados, como o advento

do 5G. Esses dispositivos podem proporcionar monitoramento contínuo e em tempo real de diversas variáveis fisiológicas, permitindo uma intervenção precoce e personalizada (FREITAS et. al., 2020).

No contexto da inteligência artificial (IA) e big data, sistemas computacionais têm sido desenvolvidos para auxiliar no diagnóstico, prognóstico e manejo de pacientes com IC. Técnicas como machine learning (ML) e deep learning (DL) têm sido aplicadas para identificar padrões e prever desfechos clínicos, possibilitando uma medicina de precisão mais personalizada. Esses avanços têm potencial para melhorar significativamente o cuidado de pacientes com IC, proporcionando uma abordagem mais eficaz e direcionada às necessidades individuais de cada paciente (FREITAS et. al., 2020).

A utilização da inteligência artificial (IA) aplicada ao eletrocardiograma (ECG) demonstra ser uma ferramenta promissora na identificação precoce de pacientes com maior probabilidade de insuficiência cardíaca (IC), como evidenciado neste estudo transversal retrospectivo. Com uma área sob a curva ROC (ASC-ROC) impressionante de 0,947, o algoritmo de IA apresentou uma sensibilidade de 69% e uma especificidade de 97,6%, destacando sua eficácia na triagem de indivíduos com DSVE. Por outro lado, as alterações maiores ao ECG (AME) de acordo com o código de Minnesota demonstraram uma ASC-ROC significativamente inferior de 0,172, com uma sensibilidade de apenas 17,2% e uma especificidade de 83,7%. Esses resultados ressaltam a superioridade do algoritmo de IA em relação às AME na detecção precoce de IC, oferecendo a possibilidade de priorizar os pacientes para realização de ecocardiograma (ECO). Essa abordagem tem o potencial de aprimorar significativamente o diagnóstico de IC, permitindo o início precoce do tratamento e, consequentemente, potencial impacto na redução da morbidade e mortalidade associadas a essa condição cardiovascular grave (BATISTA, 2023).

A busca por métodos mais eficazes na detecção precoce do choque cardiogênico (SC) reflete a urgência em melhorar os desfechos clínicos nessa condição de alto risco, cuja taxa de mortalidade permanece substancialmente elevada apesar dos avanços médicos e cirúrgicos. O emprego do aprendizado de máquina (ML) como ferramenta para integrar e analisar uma vasta gama de dados clínicos representa uma abordagem promissora para aprimorar a predição precoce do SC. Destaca-se a importância da área sob a curva (AUC) das características operacionais do receptor (ROCs) como medida da precisão dos modelos de ML na previsão do SC. Embora evidências preliminares sugiram o potencial do ML para identificar pacientes em risco de SC, é crucial reconhecer a complexidade desses modelos e a necessidade de mais ensaios clínicos prospectivos controlados para validar sua eficácia antes de sua implementação generalizada na prática clínica. A busca por métodos de detecção precoce do SC continua a ser uma área de grande interesse e importância clínica, impulsionando a investigação de novas abordagens baseadas em ML para melhorar os desfechos dos pacientes afetados por essa condição potencialmente fatal (ALEMAN et. al., 2021).

Na cardiologia, as aplicações da IA são diversas e abrangem desde a previsão de eventos cardiovasculares até a análise de dados de imagem e sinais clínicos. Algoritmos de IA, como Support Vector Machine (SVM), Naive Bayes (NB), K-nearest neighbors (KNN), Genetic Algorithms (GA), Random Forests (RF), K-means, Artificial Neural Networks (ANN) e Gradient Boosting (GB), têm sido empregados com sucesso em uma variedade de contextos cardiológicos. Essas ferramentas têm demonstrado capacidade de prever eventos cardiovasculares, diagnosticar doenças cardíacas, avaliar o risco de complicações após intervenções médicas e até mesmo identificar padrões sutis em dados clínicos e de imagem. Com o contínuo desenvolvimento e refinamento desses modelos de IA, espera-se que a cardiologia avance ainda mais em direção a uma prática médica mais precisa, eficiente e personalizada (MARQUES et. al., 2019).

Esses aplicativos utilizam algoritmos de aprendizado de máquina para processar grandes volumes de dados clínicos e fornecer previsões ou classificações precisas em contextos cardiológicos. Por exemplo, o Support Vector Machine (SVM) é empregado para prever a deterioração da função ventricular em pacientes com tetralogia de Fallot, utilizando dados clínicos, eletrocardiográficos e de ressonância magnética cardíaca. O Naive Bayes (NB) é combinado com algoritmos genéticos para prever eventos cardiovasculares, como hospitalização ou morte, com base em dados de pacientes com síndrome coronariana aguda. O K-nearest neighbors (KNN) é utilizado para prever a mortalidade por todas as causas em pacientes com informações clínicas e resultados de testes de esforço. Esses algoritmos, junto com outros como Genetic algorithms (GA), Random Forests (RF), K-means, Artificial Neural Networks (ANN) e Gradient Boosting (GB), são aplicados em diversas situações clínicas para melhorar a tomada de decisões e o prognóstico em cardiologia (MARQUES et. al., 2019; NUNES et. al., 2024).

Na área médica, a clareza sobre os fatores que indicam um diagnóstico é crucial, pois um diagnóstico errado pode ter consequências devastadoras para os pacientes. Com base em uma extensa base de dados contendo mais de 560 mil registros de consultas médicas, uma abordagem inovadora que utiliza modelos de aprendizagem de máquina explicáveis para a predição de diagnósticos de condições críticas, como Fibrilação Auricular, Enfermidade Coronária e Apneia do Sono. Para isso, são incorporados dados históricos estruturados e não estruturados dos pacientes. O uso de Aprendizado Fracamente Supervisionado permite rotular os dados não estruturados, enquanto o algoritmo XGBoost é empregado para a predição. Além disso, o método SHAP é aplicado para explicar as predições, destacando as características históricas do paciente que mais impactam o processo de tomada de decisão do diagnóstico sugerido. Essa metodologia é implementada em um software web desenvolvido em linguagem de programação Python, oferecendo resultados promissores não apenas em termos de precisão da predição, mas também na capacidade de explicar as razões por trás das decisões diagnósticas (OLIVEIRA, 2022).

À medida que a Inteligência Artificial (IA) continua a evoluir e a se integrar mais profundamente na prática médica, é inevitável que surjam questões éticas fundamentais que exigem reflexão e consideração cuidadosa. Uma dessas preocupações é a potencial discriminação e violação da privacidade dos dados dos pacientes. Os algoritmos de IA têm o poder de discriminar grupos de pessoas com base em dados sensíveis e, se mal utilizados, podem resultar em consequências prejudiciais. Além disso, a transparência e segurança dos algoritmos também são preocupações significativas (MARQUES et. al., 2020).

A falta de compreensão clara sobre como os algoritmos de IA chegam a determinadas decisões pode minar a confiança na medicina baseada em IA. Isso levanta questões sobre como garantir a explicabilidade e replicabilidade dos resultados obtidos por meio desses sistemas. Outro aspecto crucial é a consideração dos valores, preferências e contexto social dos pacientes no processo de tomada de decisão assistido por IA. A empatia e o julgamento clínico continuam sendo pilares essenciais da prática médica, e é vital garantir que a IA não comprometa esses aspectos fundamentais. Portanto, à medida que avançamos para uma era cada vez mais orientada pela IA na medicina, é imperativo abordar essas questões éticas de forma proativa e colaborativa, garantindo que os benefícios dessa tecnologia sejam maximizados para o bem-estar dos pacientes, enquanto minimizamos os riscos potenciais (NUNES et al., 2024).

4. CONCLUSÃO

Em suma, a aplicação da inteligência artificial (IA) na área cardiovascular representa um avanço significativo na medicina moderna, oferecendo novas perspectivas para o diagnóstico precoce, prognóstico e tratamento de

doenças cardíacas. Desde a interpretação precisa de ECGs até a predição de eventos cardíacos, os algoritmos de IA têm mostrado capacidade de identificar padrões complexos e fornecer insights valiosos que podem melhorar a prática clínica e, conseqüentemente, os resultados dos pacientes. No entanto, apesar dos benefícios promissores, há desafios a serem superados, como a interpretabilidade dos modelos, validação em diferentes populações e integração com sistemas de saúde eletrônicos. Portanto, o desenvolvimento contínuo e a implementação cuidadosa da IA na cardiologia requerem colaboração entre profissionais de saúde, pesquisadores e desenvolvedores de tecnologia, com o objetivo de garantir que essas ferramentas inovadoras sejam utilizadas de maneira ética, eficaz e acessível, sempre priorizando o bem-estar dos pacientes. Com mais pesquisas e avanços tecnológicos, é provável que a IA desempenhe um papel ainda mais significativo na prática clínica em cardiologia, beneficiando assim pacientes e profissionais de saúde em todo o mundo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEMAN, R. et. al. Cardiogenic shock and machine learning: A systematic review on prediction through clinical decision support softwares. **Journal of cardiac surgery**, v. 36, n. 11, p. 4153–4159, 31 ago. 2021.

BALCEIRO, V. et. al. Advances in artificial intelligence in cardiology: a comprehensive review. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 4, p. 2442–2456, 23 abr. 2024.

BATISTA, W. Uso da inteligência artificial aplicada ao Eletrocardiograma para diagnóstico de Disfunção Sistólica Ventricular Esquerda. **Ufmg.br**, 2023.

FREITAS, A. F. et. al. Tópicos Emergentes em Insuficiência Cardíaca: O Futuro na Insuficiência Cardíaca: Telemonitoramento, Wearables , Inteligência Artificial e Ensino na Era Pós-Pandemia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 115, n. 6, p. 1190–1192, 1 dez. 2020.

LOBO, L. C. Inteligência Artificial e Medicina. **Rev. bras. educ. med.** v.41, n.2, Apr-Jun 2017.

MARQUES, E. et. al. Inteligência Artificial em Cardiologia: Conceitos, Ferramentas e Desafios – “Quem Corre é o Cavalo, Você Precisa ser o Jôquei”. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 1 jan. 2019.

MARQUES, E. et. al. Ética, Inteligência Artificial e Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 115, n. 3, p. 579–583, 1 set. 2020.

MORAES, M. et. al. Estatística Cardiovascular – Brasil 2021. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 118, n. 1, p. 115–373, 1 jan. 2022.

NEVES, A. B. A. Usos da inteligência artificial na cardiologia: uma revisão da literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 6, p. 30053-30069, nov./dec., 2023.

NUNES, M. A. et. al. Papel da inteligência artificial na predição de eventos cardíacos. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 2, p. 2213–2229, 27 fev. 2024.

OLIVEIRA, C. A. Sistema de suporte à decisão baseado em inteligência artificial para predição de doenças arteriais coronárias. **Ufmg.br**, 2022.

SANTOS, S. R. O uso de aprendizado profundo para predição de diagnósticos de doenças cardiovasculares. **Repositorio.ufc.br**, 2023.

SILVA FILHO, F. R.; COUTINHO, E. F. Aprendizado de Máquina para Predição de Diagnósticos de Doenças Cardiovasculares. **Anais do simpósio brasileiro de computação aplicada à saúde (sbcas)**. 7 jun. 2022.

SOUZA FILHO, E. M. Inteligência Artificial em Cardiologia: Conceitos, Ferramentas e Desafios – Quem Corre é o Cavalo, Você Precisa ser o Jockey. **Arq Bras Cardiol**. v.114, n.4, p.718-725, 2020.