



## Papel da Inteligência Artificial na Predição de Eventos Cardíacos

Maria Alessamia Nunes Lima<sup>1</sup>, Arlete Freitas Ferreira<sup>2</sup>, Maria Eduarda Castro Aguiar Gomes de Lima<sup>3</sup>, Yasmin Caroline Sales Retto<sup>4</sup>, Anny Catarina Alfaia Nogueira<sup>5</sup>, Suzana Brito Bernardino<sup>6</sup>, Salete Martens Aurélio<sup>7</sup>, Clarissa Azevedo Sá<sup>8</sup>, Matheus Cuvello Motta<sup>9</sup>, Sabrina de Vasconcelos Noroes<sup>10</sup>, Thaís Moura Fernandes Coimbra<sup>11</sup>, Izabel Cecília Maia Bezerra<sup>12</sup>

### Revisão de Literatura

#### RESUMO

**Introdução:** A Inteligência Artificial (IA) desempenha um papel crucial na predição de eventos cardíacos, oferecendo avançadas ferramentas analíticas para avaliar dados médicos. Ao processar grandes conjuntos de informações, a IA identifica padrões sutis, permitindo uma detecção precoce de potenciais riscos cardíacos. Esta abordagem inovadora não apenas aprimora a precisão diagnóstica, mas também contribui para intervenções preventivas mais eficazes, promovendo uma gestão proativa da saúde cardiovascular. **Objetivos:** Explorar o papel crucial desempenhado pela inteligência artificial na predição de eventos cardíacos. **Materiais e Métodos:** A coleta de dados foi conduzida por meio dos bancos de dados: Base de Dados em Enfermagem (BDENF), *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), PubMed, Literatura Latino-Americana do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Foram consultados diversos tipos de publicações, incluindo artigos científicos, monografias e revistas, com o objetivo de obter informações relevantes sobre o tema. **Resultados e Discussões:** A eficácia da Inteligência Artificial na predição de eventos cardíacos, evidenciando taxas de acertos notáveis e uma capacidade de identificar padrões complexos nos dados médicos. Essa abordagem oferece uma perspectiva promissora para melhorar a prevenção e o gerenciamento de condições cardíacas. Na discussão, é relevante considerar desafios potenciais, como a interpretação clínica dos resultados e a necessidade contínua de validação em larga escala. A integração da IA na prática clínica sugere avanços significativos, mas questões éticas e regulatórias também merecem atenção para garantir a implementação responsável dessa tecnologia. **Conclusão:** Em resumo, a utilização da Inteligência Artificial na predição de eventos cardíacos demonstra promissora eficácia, proporcionando insights valiosos para a prática médica. Embora os resultados sejam encorajadores, é imperativo continuar refinando e validando essas abordagens, considerando cuidadosamente os aspectos éticos e regulatórios. O potencial impacto positivo da IA na saúde cardiovascular é evidente, apontando para uma evolução significativa na prevenção e no tratamento de condições cardíacas.

**Palavras Chaves:** Cardiologia; Doenças Cardiovasculares; Inteligência Artificial; Medicina Personalizada.

# The Pathophysiology of Chronic Headache: Study on Cerebrospinal Fluid

## Abstract

**Introduction:** Artificial Intelligence (AI) plays a crucial role in predicting cardiac events, offering advanced analytical tools to evaluate medical data. By processing large sets of information, AI identifies subtle patterns, enabling early detection of potential heart risks. This innovative approach not only improves diagnostic accuracy but also contributes to more effective preventive interventions by promoting proactive management of cardiovascular health. **Objectives:** Explore the crucial role played by artificial intelligence in predicting cardiac events. **Methodology:** Data collection was conducted through the following databases: Nursing Database (BDENF), Scientific Electronic Library Online (SCIELO), PubMed, Latin American Caribbean Literature in Health Sciences (LILACS). Various types of publications were consulted, including scientific articles, monographs and magazines, with the aim of obtaining relevant information on the topic. **Results and Discussions:** The effectiveness of Artificial Intelligence in predicting cardiac events, demonstrating remarkable accuracy rates and an ability to identify complex patterns in medical data. This approach offers a promising prospect for improving the prevention and management of cardiac conditions. In the discussion, it is relevant to consider potential challenges, such as clinical interpretation of results and the continued need for large-scale validation. The integration of AI into clinical practice suggests significant advances, but ethical and regulatory issues also deserve attention to ensure the responsible implementation of this technology. **Conclusion:** In summary, the use of Artificial Intelligence in predicting cardiac events demonstrates promising effectiveness, providing valuable insights for medical practice. While the results are encouraging, it is imperative to continue refining and validating these approaches while carefully considering ethical and regulatory aspects. The potential positive impact of AI on cardiovascular health is evident, pointing to significant developments in the prevention and treatment of heart conditions.

**Keywords:** Cardiology; Cardiovascular diseases; Artificial intelligence; Personalized Medicine.

**Instituição afiliada** – Universidade Nilton Lins<sup>1</sup>, Universidade Nilton Lins<sup>2</sup>, Universidade Nilton Lins<sup>3</sup>, Universidade Nilton Lins<sup>4</sup>, Universidade Nilton Lins<sup>5</sup>, Universidade Estadual de Roraima<sup>6</sup>, Universidade Nilton Lins<sup>7</sup>, Universidade Nilton Lins<sup>8</sup>, Universidade Nilton Lins<sup>9</sup>, Universidade Nilton Lins<sup>10</sup>, Universidade Nilton Lins<sup>11</sup>, Universidade Nilton Lins<sup>12</sup>

**Dados da publicação:** Artigo recebido em 17 de Janeiro e publicado em 27 de Fevereiro de 2024.

**DOI:** <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n2p2213-2229>

**Autor correspondente:** Maria Alessamia Nunes Lima [sammyaalima@hotmail.com](mailto:sammyaalima@hotmail.com)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



## 1. Introdução

As enfermidades cardiovasculares são um desafio para a saúde em âmbito mundial, afetando tanto nações desenvolvidas quanto subdesenvolvidas e representando uma das principais causas de doença e de falecimento. A Organização Mundial da Saúde (OMS) calcula que, anualmente, aproximadamente 17,9 milhões de indivíduos perdem a vida, o que corresponde aproximadamente a 31% de todas as mortes ao redor do globo. De maneira alarmante, 75% desses óbitos ocorrem em países com baixa e média renda, tendo um impacto maior em pessoas com mais de 50 anos, sendo a principal causa de óbito em mulheres que já passaram pela menopausa (Freire *et al.*, 2017).

Essas condições incluem várias doenças relacionadas ao coração e aos vasos sanguíneos, incluindo doença arterial coronariana, doença cerebrovascular e insuficiência cardíaca, fatores como idade, histórico familiar, tabagismo, consumo de álcool, diabetes, colesterol elevado, obesidade e estilo de vida sedentário aumentam o risco de doenças cardíacas. (Arnett *et al.*, 2019).

O tratamento dessas condições varia conforme o tipo e a gravidade, podendo envolver abordagens medicamentosas, procedimentos cirúrgicos e alterações no estilo de vida. No entanto, a detecção precoce e a prevenção desempenham papéis cruciais na redução do risco. Os desafios incluem o aumento dos elementos de risco devido à urbanização e mudanças nos padrões de vida, demandando estratégias eficazes para promover comportamentos saudáveis (Santanna *et al.*, 2022).

Neste contexto de prevenção, a tecnologia desempenha um papel cada vez mais importante, com dispositivos vestíveis, aplicações médicas e telemedicina que proporcionam monitorização contínua da saúde cardíaca. A Inteligência Artificial (IA), inventada em 1956, tem como objetivo desenvolver sistemas inteligentes que possam aprender e resolver problemas complexos por si próprio. A aprendizagem automática, uma das principais áreas da IA, é essencial para avançar na prevenção e no controle das doenças cardiovasculares, permitindo que as máquinas aprendam e melhorem o desempenho com base no exemplo (Santos, 2019).

O termo “inteligência artificial” foi cunhado pela primeira vez por John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon numa conferência em Dartmouth, EUA, em 1956, graças ao trabalho de Alan Turing (Lima, 2018).

Em termos mais amplos, a inteligência artificial é uma tecnologia que visa criar sistemas inteligentes capazes de aprender e resolver problemas complexos de maneira

autônoma. Um conceito relacionando é o aprendizado de máquina, que envolve a capacidade de uma máquina aprender e aprimorar seu desempenho com base em exemplos, sendo um dos principais domínios dessa inteligência, utilizando algoritmos para analisar dados e fazer previsões (Santos *et al.*, 2019).

No campo da saúde, a inteligência artificial encontrou uma ampla variedade de aplicação. Desde o diagnóstico precoce de doenças até a previsão de doenças infecciosas. Os exemplos incluem o uso de algoritmos de aprendizado de máquina para detectar precocemente o câncer e a implementação de sistemas de monitoramento remoto para fornecer informações de saúde (Braga *et al.*, 2019).

Além disso, desempenhou um papel fundamental na pesquisa genômica e na análise de grandes conjuntos de dados clínicos para identificar padrões e tendências. No entanto, importa referir que a utilização desta tecnologia na área da saúde enfrenta alguns desafios, como garantir a segurança e a confidencialidade dos dados dos pacientes. Na cardiologia, o uso da inteligência artificial pode acelerar o diagnóstico, simplificar a análise de dados médicos e potencialmente melhorar o tratamento e torná-lo mais personalizado para cada paciente. Além disso, auxilia na prevenção de doenças e no cuidado de longo prazo (Bouletreau, 2019).

Em resumo, a abordagem contemporânea na prevenção de enfermidades cardiovasculares traz desafios complexos, mas também oferece oportunidade promissoras. A convergência de avanços tecnológicos e medicinais personalizada têm o potencial de reduzir, significativamente, o impacto das doenças do sistema cardíaco, promovendo uma melhor saúde de forma global (Neves *et al.*, 2023).

O estudo tem como objetivo explorar o papel crucial desempenhado pela inteligência artificial na predição de eventos cardíacos. Além disso, visa não apenas examinar a precisão das previsões, mas também avaliar como a inteligência artificial pode aprimorar a personalização do tratamento e fornecer insights valiosos para a prevenção de eventos cardíacos.

## **2. Metodologia**

O presente artigo tem como método de pesquisa o estudo exploratório, analítico de caráter descritivo, usando como técnica a Revisão Integrativa da Literatura (RIL). A RIL tem como objetivo principal reunir, sintetizar e analisar resultados de estudos científicos já publicados sobre um determinado tema de interesse, de forma a integrar as

informações disponíveis e produzir uma síntese crítica e sistemática do conhecimento acumulado.

Quanto a coleta de dados, esta foi conduzida por meio dos bancos de dados: Base de Dados em Enfermagem (BDENF), *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), PubMed, Literatura Latino-Americana do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Foram consultados diversos tipos de publicações, incluindo artigos científicos, monografias e revistas, com o objetivo de obter informações relevantes sobre o tema.

No que diz respeito aos critérios de elegibilidade, selecionou-se: artigos originais, de revisão sistemática, de revisão integrativa ou relato de casos, desde que disponibilizados gratuitamente, publicados com um recorte temporal de (2016 a 2023), sem critérios para local e língua de publicação. Dos critérios de inelegibilidade, excluíram-se as publicações não científicas, as publicações científicas que possuíam textos incompletos, resumos, dissertações e teses.

A etapa de seleção consistiu em: formular os critérios de elegibilidade e inelegibilidade, posteriormente partiu-se para busca das publicações, por meio dos bancos de dados utilizando os descritores e operador booleano, através dessa busca foram encontrados os estudos que irão compor os resultados dessa pesquisa.

Para a pesquisa das obras foram utilizadas as palavras-chaves presentes nos descritores em Ciências da Saúde (DeCS): em português: “*Cardiologia*”, “*Doenças Cardiovasculares*”, “*Inteligência Artificial*” e “*Medicina Personalizada* “. Como critérios de inclusão, foram considerados artigos originais, que abordassem o tema pesquisado e permitissem acesso integral ao conteúdo do estudo, publicados no período de 2008 a 2023, em português. Assim, foram encontrados 40 artigos, entretanto com os critérios de ilegibilidade foram excluídos 23 artigos, dessa forma totalizara-se 16 artigos científicos para a revisão narrativa da literatura, com os descritores apresentados acima.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Ferramenta e Aplicativos de Inteligencia Artificial

A ascensão das ferramentas e aplicativos de inteligência artificial (IA) tem transformado, significativamente, o cenário da saúde cardiovascular, oferecendo abordagens inovadoras para a previsão e diagnóstico de eventos cardíacos. Entre as diversas técnicas de IA, como Support Vector Machine (SVM), Naive Bayes (NB), K-

nearest neighbors (KNN), Genetic Algorithms (GA), e Random Forests (RF), destacam-se como poderosas aliadas na interpretação de dados clínicos complexos (Marques, 2020). Sendo elas utilizadas para: a) Support Vector Machine (SVM): prever a deterioração da função ventricular em pacientes submetidos a reparo da tetralogia de Fallot, alcançando uma média de AUC de  $0,82 \pm 0,06$ . Classificar pacientes com dor no peito, alcançando precisão, sensibilidade e especificidade de 99,19%, 98,22% e 100%, respectivamente. Segmentação ventricular em exames de Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único (SPECT), com AUC de 0,82 para detecção regional de estenose obstrutiva e áreas de déficit de perfusão total isquêmica. b) Naive Bayes (NB): Prever eventos cardiovasculares em pacientes com Síndrome Coronariana Aguda, alcançando sensibilidade e especificidade de 79,8% e 83,8%, respectivamente. c) K-nearest neighbors (KNN): Compararam a previsão de mortalidade por todas as causas entre o modelo de regressão logística clássico e o KNN, obtendo sensibilidade de 87,4% e especificidade de 97,2%, superando o desempenho do tradicional escore de risco ASCVD. d) Genetic algorithms (GA): detectar arritmias, utilizando SVM, árvore de decisão e regras baseadas em limiares, com algoritmos genéticos para seleção de características. Obtiveram um escore F1 de 0,81 para detecção de fibrilação atrial. Análise de tomografia espacial de fase cardíaca combinada com modelos de ML, incluindo algoritmos genéticos, para avaliar pacientes com dor torácica, alcançando sensibilidade de 92%, especificidade de 62% e valor preditivo de 96% para doença coronariana. e) Random Forests (RF): Analisar a sobrevida em diferentes períodos usando RF, superando escores tradicionais como o de Framingham e ACC/AHA, com AUC superior a 0,82. Prever eventos cardiovasculares, superando escores estabelecidos como MESA-CHD, AHA/ASCVD e Framingham, com maior acurácia na previsão (diminuição de 10%-25% do escore de Brier). f) K-means: Categorizar pacientes com base em variáveis clínicas e ecocardiográficas, identificando quatro grupos distintos de resposta à terapia de ressincronização cardíaca em um estudo com 1.106 pacientes. g) Artificial Neural Networks (ANN): Sistema de alerta precoce baseado em aprendizado profundo, utilizando ANN, para prever parada cardíaca em um estudo multicêntrico com 52.131 pacientes, superando sistemas tradicionais "track-and-trigger" com uma área sob a curva de 0,82. h) Gradient Boosting (GB): Predizer o risco de sangramento pós-intervenção coronária percutânea, destacando a capacidade dessas ferramentas em identificar pacientes beneficiados por estratégias de redução de risco, com estatística C de 0,82 em 3.316.465 procedimentos e prever mortalidade na síndrome coronariana aguda, superando o desempenho do escore

tradicional GRACE, com AUC de 0,89 em 9.066 pacientes consecutivos.

### 3.1.1 Uso da IA na Cardiologia

A vantagem do desenvolvimento de algoritmos de Inteligência Artificial reside na sua capacidade de não depender fortemente de suposições em relação aos dados subjacentes. Além disso, esses modelos matemático-computacionais, ao operarem com dados observacionais, proporcionam um nível elevado de evidência devido ao seu desempenho robusto, representando, assim, uma mudança paradigmática na medicina baseada em evidências (Price, 2018).

Contrastando com os ensaios clínicos tradicionais, que são, frequentemente, lentos, caros, demorados e limitados em tamanho, os algoritmos de IA têm a capacidade de evoluir, continuamente, com o aumento do banco de dados, levando a um aprimoramento constante do seu desempenho. Esse novo paradigma tem o potencial de otimizar a alocação de recursos na área da saúde e facilitar a identificação eficiente e precisa de decisões que favoreçam a individualização do cuidado, fundamentada em um fluxo contínuo de informações de um ecossistema integrado e complexo, caracterizando uma abordagem de medicina de precisão (Johnson, 2018).

Dessa forma, é possível inferir que as ciências cardiovasculares estão caminhando para uma prática com impactos significativos, resultando em uma abordagem personalizada e na obtenção de melhores resultados (Johnson, 2018).

## 3.2 Suporte de Avaliação Clínica e do Diagnóstico pela IA

A Inteligência Artificial (IA) tem se integrado eficazmente ao julgamento clínico, proporcionando suporte à decisão e predições na área da saúde. O suporte à decisão clínica busca auxiliar profissionais de saúde na interpretação de dados clínicos e na tomada de decisões personalizadas, combinando dados individuais de pacientes com uma base computadorizada baseada em IA integrando-se a sistemas de prontuário eletrônico (Demner, 2009).

Um estudo exemplificou o uso da IA para estratificar a resposta prognóstica aos betabloqueadores em pacientes com insuficiência cardíaca (IC) e fração de ejeção ventricular esquerda reduzida. A IA identificou pacientes sem resposta terapêutica,

reduzindo o risco de morte e ilustrando como a IA pode guiar decisões terapêuticas personalizadas, melhorando prognósticos e evitando eventos adversos (Aleman, 2021).

As técnicas de IA têm impacto significativo no diagnóstico por imagem em cardiologia, abrangendo áreas como precisão diagnóstica, interpretação de imagens cardíacas, modelagem estatística da anatomia cardíaca e estratégias de tratamento personalizado. Essas técnicas são aplicadas com sucesso no diagnóstico de doenças cardiovasculares (DCVs), incluindo infarto do miocárdio, insuficiência cardíaca, síndromes coronarianas agudas e fibrilação atrial (Aleman, 2021).

A utilização do Aprendizado de Máquina (AM) na análise de prontuários permite previsões de incidência ou risco de DCVs, incorporando fatores de risco tradicionais, dados clínicos atualizados e outros elementos. Essa abordagem aprimorada tem contribuído para avaliações mais precisas e resultados otimizados na previsão de riscos e incidência de DCVs (Jiang, 2020).

No contexto das doenças cardiovasculares, onde ocorre a remodelação cardíaca, o uso de técnicas de diagnóstico por imagem associadas à IA desempenha um papel crucial. Essas técnicas, como ecocardiografia, tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM), possibilitam a identificação e análise abrangente de diferentes tipos de remodelação cardíaca e variáveis associadas, auxiliando no manejo da doença e na previsão de eventos adversos (Jiang, 2020).

### 3.2.1 Algoritmos de Aprendizado de Máquina na Predição de Eventos Cardíacos

Por longo tempo, a compreensão da inteligência humana tem sido um campo de estudo complexo, exigindo uma abordagem multidisciplinar. A aspiração de reproduzir nas máquinas a capacidade de aprender e resolver problemas encontra aplicação em diversas áreas. A análise preditiva atinge novos patamares com algoritmos avançados, grandes conjuntos de dados e a ampliada capacidade de processamento dos equipamentos atuais (Alanazi, 2017).

A Inteligência Artificial (IA) tem como objetivo estimular a inteligência humana em sistemas artificiais para que possam realizar tarefas com eficiência equivalente ou superior ao ser humano. Por outro lado, o Aprendizado de Máquina (AM), um subcampo da IA, combina conhecimentos de ciências exatas, informática, linguagem de programação, educação e neurociência. O AM concentra-se na construção de modelos,



utilizando algoritmos a partir de instâncias de dados que representam problemas do mundo real, buscando encontrar funções matemáticas que expliquem relações entre variáveis e proporcionem ao computador a capacidade de aprender e fazer previsões (Alanazi, 2017).

O aprendizado realizado pelas máquinas procura imitar a maneira como os seres humanos aprendem. O algoritmo é treinado com um conjunto de características para aprender sobre um problema específico. Uma vez treinado, espera-se que o modelo generalize para dados desconhecidos, não apenas memorizando, mas transformando, adaptando e evoluindo. O treinamento ocorre por meio de processos interativos que identificam padrões e, em alguns casos, revelam relacionamentos ocultos nos dados. Ajustes como a personalização de hiperparâmetros e a atribuição de pesos para acertos e penalizações para erros permitem otimizar o desempenho do modelo (Dunjko, 2018).

Quanto às classificações do aprendizado de máquina, existem três tipos principais: O aprendizado supervisionado, este envolve treinar o modelo com variáveis de saída e preditores fornecidos. No aprendizado não supervisionado, apenas os atributos são dados, e o algoritmo descobre funções e padrões nos dados. O aprendizado por reforço implica em tomar decisões com base na interação da máquina com um agente externo, recebendo feedback em forma de premiações e penalizações. Nesse contexto, o sistema guia-se interativamente para resolver problemas, assemelhando-se à aprendizagem que ocorre quando computadores interagem com jogadores reais (Dunjko, 2018).

A avaliação do desempenho do modelo ocorre pela divisão dos dados em subconjuntos de treino e de teste, sendo comum utilizar aproximadamente 70% dos dados para treinamento e 30% para testes. Durante a fase de teste, as previsões do modelo são comparadas com os valores reais ou previamente disponíveis, não utilizados no treinamento. Métricas como acurácia, precisão, sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo e negativo, taxas de erro absoluto e médio são calculadas com base nos acertos e erros. Essas métricas possibilitam avaliar o desempenho do modelo de forma isolada ou comparativa, especialmente, quando implementados com diferentes algoritmos (Abrahams, 2020).

Diversas aplicações de Inteligência Artificial (IA) já estão presentes em áreas como análise de sentimento baseada em texto, reconhecimento de voz e imagem, treinamento de carros autônomos, detecção de fraudes em transações financeiras e desenvolvimento de sistemas de recomendação. Na saúde, a IA desempenha papéis cruciais no suporte clínico e diagnóstico, oferecendo assistência em saúde personalizada,

analisando dados de consumo alimentar, reconhecendo imagens com alimentos, construindo sistemas de recomendação, gerenciando condições clínicas, promovendo saúde, aconselhando e prevenindo doenças. Essas aplicações destacam o potencial transformador da IA em diversos setores, proporcionando avanços significativos em termos de eficiência e precisão (Silva *et al.*, 2022).

### **3.3 Aspectos Éticos Relacionados ao Uso da IA na Saúde**

A aplicação da inteligência artificial (IA) e do aprendizado de máquina (ML) em cardiologia e na saúde em geral levanta uma série de questões éticas críticas que precisam ser consideradas. Esses problemas não afetam apenas o trabalho médico, mas também afetam a vida e a saúde dos pacientes e requerem grande atenção (Neves *et al.*, 2023).

O processamento de dados ético e responsável devem ser assegurado para garantir que as liberdades, os direitos humanos e a autonomia pessoal sejam preservadas. Neste contexto, são necessários alguns princípios orientadores: o desenvolvimento e a utilização da IA devem respeitar rigorosamente padrões, princípios éticos e evitar violações, e o tratamento de dados pessoais deve ser extremamente cuidadoso, estabelecer limites éticos e ser sujeito a análise contínua. Isso deve ser feito no final do processo, considere os riscos associados ao armazenamento, transmissão e utilização de dados numa fase inicial para tomar medidas proativas para mitigar potenciais impactos (Reich, 2023).

A recolha e armazenamento de dados de saúde sensíveis levanta preocupações significativas com a privacidade dos pacientes, segurança e ética. Questões como o consentimento informado, proteção contra violações de dados, uso ético das informações pessoais. Além disso, é crucial garantir que os algoritmos sejam imparciais e não perpetuem discriminações. A implementação de sistemas de inteligência artificial (IA) nos cuidados de saúde exige garantir a segurança dos dados dos pacientes e a conformidade com regulamentos como o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) da União Europeia e a Lei de Portabilidade e Responsabilidade de Seguros de Saúde dos EUA (HIPAA), Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) do Brasil (Neves *et al.*, 2023).

A qualidade e a disponibilidade dos dados são requisitos fundamentais para a utilização eficaz da IA. Os algoritmos de IA médica dependem do aprendizado dos dados armazenados dos pacientes para operar com precisão e confiabilidade. No entanto, dado o valor crescente dos dados sensíveis dos pacientes e o delicado equilíbrio entre inovação

e exploração, deve-se perguntar como os dados sensíveis dos pacientes são protegidos (Pieszko *et al.*, 2022).

Os modelos de IA nos cuidados de saúde, especialmente, em cardiologia, podem ser complexos e exigir avaliação contínua em diferentes fases do seu ciclo de vida. A transparência e a explicação destes modelos são essenciais para permitir que médicos e pacientes compreendam as decisões que estão sendo tomadas (Manlhiot *et al.*, 2022).

É essencial considerar a possibilidade de viés nos algoritmos, os quais podem adquirir preconceitos e métodos presentes em materiais educacionais, resultando em disparidades na prestação de cuidados. Ações devem ser adotadas para mitigar discriminação e assegurar que o sistema seja imparcial e justo para todas as categorias de pacientes (Reich, 2023).

Em termos de responsabilidade, é necessário definir claramente quem é o responsável em caso de avaria, tendo em conta o fabricante do dispositivo, o médico que utiliza a IA e o próprio algoritmo. A monitorização e o controlo rigorosos dos sistemas clínicos são essenciais, exigindo uma baixa tolerância a erros técnicos. A transparência e a eficiência desempenham um papel importante na construção da confiança no uso da IA na saúde (Reich, 2023).

Embora as técnicas de aprendizado de máquina (ML) não exijam amplo conhecimento clínico, os princípios clínicos devem ser integrados em cada etapa. A capacidade de explicar decisões é importante em ambientes clínicos, onde os médicos podem relutar em confiar apenas nas recomendações de aprendizagem profunda (DL), como na prática médica, onde as decisões envolvem explicabilidade e responsabilização pelos diagnósticos dos pacientes e as razões devem ser explicadas ao paciente e os resultados esperados (Nakajima, 2022).

Portanto, os médicos e profissionais de saúde precisam ser devidamente treinados para utilizar os sistemas de IA de forma ética e eficaz. A supervisão adequada desempenha um papel fundamental para garantir que as decisões de IA dos profissionais de saúde sejam validadas (Neves *et al.*, 2023).

As preocupações de alguns médicos sobre o desenvolvimento da inteligência artificial na medicina e a sua potencial substituição dos profissionais de saúde são infundadas. Até à data, nenhum software provou a sua capacidade de substituir os aspectos subjetivos da experiência clínica na tomada de decisões amigável ao paciente, principalmente, porque a medicina é um sistema altamente subjetivo. A abordagem ideal é combinar a aprendizagem automática com o julgamento clínico para melhorar os

resultados, em vez de utilizar métodos isolados (Paixão *et al.*, 2022).

### 3.3.1 Perspectivas Futuras e Avanços Tecnológicos da IA

A Inteligência Artificial (IA) desempenha um papel crucial na cardiologia, contribuindo para a prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças cardiovasculares. É relevante explorar tanto as aplicações atuais quanto as perspectivas futuras destacadas na literatura (SOUZA *et al.*, 2020).

Uma aplicação importante é a análise de triagem, onde os algoritmos de IA são cruciais para ajudar a diagnosticar e detectar anormalidades cardíacas. Esses algoritmos podem analisar eletrocardiogramas (ECGs), identificar padrões de arritmias e outras anormalidades, interpretar imagens de ecocardiograma para detectar problemas como insuficiência cardíaca e doença valvar, e analisar tomografias computadorizadas e ressonâncias magnéticas cardíacas para identificar bloqueios nas artérias coronárias (Koulaouzidis *et al.*, 2023).

Na ecocardiografia, os métodos de aprendizado de máquina (ML) utilizam redes neurais convolucionais para classificar imagens, melhorando a interpretação e padronização por meio da quantificação e identificação automática de características patológicas, permitindo rápida aplicação dos resultados no ambiente de saúde. A vantagem da IA na ecocardiografia é a identificação de características sutis ou negligenciadas que podem indicar doença subclínica ou prognóstico do paciente (Lopez *et al.*, 2020).

Além disso, sistemas de diagnóstico auxiliado por computador (CAD) podem ser usados para analisar imagens e fornecer recomendações diagnósticas aos médicos. Um exemplo é a detecção de doença arterial coronariana, onde o CAD analisa imagens das artérias coronárias para identificar áreas de estenose e outras anormalidades, como batimentos cardíacos irregulares (Juarez *et al.*, 2022).

Algoritmos de regressão logística, presentes no ML, têm aplicação na previsão da probabilidade de diversos eventos cardiovasculares, como infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral e insuficiência cardíaca, com base em fatores de risco como idade, sexo e pressão arterial, sugerindo intervenções específicas, incluindo modificações no estilo de vida (Ledzinski, 2023).

A utilização da inteligência artificial (IA) pode fornecer uma avaliação

abrangente dos factores de risco cardiovascular, permitindo aos médicos identificar os pacientes com maior risco de doença cardíaca, destacando a necessidade de uma melhor vigilância (Lopez *et. al.*, 2020).

Esse monitoramento é efetuado por meio de dispositivos vestíveis equipados com sensores (wearable sensors), como relógios inteligentes, que continuamente rastreiam sinais vitais e emitem alertas precoces sobre possíveis problemas cardíacos. A análise de dados de fibrilação atrial pelo uso de smartwatches, combinada com algoritmos de IA, permite a identificação de padrões indicativos de riscos futuros ou necessidade de intervenção (Souza *et al.*, 2020).

A Inteligência Artificial, especialmente o Aprendizado Profundo (DL), também desempenha um papel crucial na detecção de doenças raras. Aplicativos de IA têm a capacidade de encontrar padrões genéticos não identificados por métodos tradicionais, explorando as camadas profundas do DL, alimentadas por extensas bases de dados para treinamento e validação (Vandenberk *et al.*, 2023).

Outra aplicação relacionada são os sistemas de apoio à decisão clínica (CDSS), que ajudam os médicos a tomar decisões sobre seus pacientes. O aprendizado de máquina fornece informações adicionais e ajuda os médicos a tomar decisões informadas ao considerar opções de tratamento para pacientes com doenças cardíacas. Esta abordagem personalizada melhora os resultados e reduz os efeitos colaterais (Paixão *et al.*, 2022).

Além disso, o uso do ChatGPT-4, usa um modelo de linguagem chatbot para cardiologia, auxilia no diagnóstico médico e na tomada de decisões. Dessa forma, reduz a complexidade de diagnósticos potenciais, recomendando opções de tratamento apropriadas e criando materiais educacionais que sejam fáceis de entender pelos pacientes e eficazes na prevenção de uma variedade de doenças cardiovasculares (Gala, 2023).

## 4. Considerações Finais

Em conclusão, na prevenção de eventos cardíacos é inegavelmente significativo e promissor. A capacidade da IA de analisar vastos conjuntos de dados médicos e identificar padrões sutis oferece uma abordagem inovadora na detecção precoce de fatores de risco cardiovascular. Algoritmos de aprendizado de máquina podem prever eventos cardíacos com uma precisão cada vez maior, permitindo intervenções preventivas antes que problemas graves ocorram. Essa abordagem proativa não apenas salva vidas, mas também reduz significativamente os custos associados ao tratamento de doenças cardiovasculares.

Além disso, a IA desempenha um papel crucial na personalização do tratamento. Com a análise individualizada de dados genéticos, hábitos de vida e histórico médico, os algoritmos podem recomendar estratégias de prevenção e intervenção adaptadas às necessidades específicas de cada paciente. Isso não apenas melhora a eficácia dos tratamentos, mas também promove uma abordagem mais centrada no paciente, levando a melhores resultados a longo prazo.

Em última análise, ao integrar a inteligência artificial nas práticas médicas, podemos vislumbrar um futuro em que os eventos cardíacos são mitigados de forma proativa, prolongando a saúde cardiovascular da população global e transformando positivamente o panorama da medicina preventiva.

## 5. Referências Bibliográficas

Abrahams M, Matusheski NV. Personalised nutrition technologies: a new paradigm for dietetic practice and training in a digital transformation era. **J Hum Nutr Diet**; v.33, n.3, p.295–8, 2020.

Alanazi HO, Abdullah AH, Qureshi KN. A Critical Review for Developing Accurate and Dynamic Predictive Models Using Machine Learning Methods in Medicine and Health Care. **J Med Syst**; v.41, n.4, p.69, 2017.

Aleman R, Patel S, Sleiman J, Navia J, Sheffield C, Brozzi NA. Cardiogenic shock and machine learning: A systematic review on prediction through clinical decision support softwares. **J Card Surg**; v.36, n.11, p.4153–9, 2021.

ARNETT, D. K et., al. Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. **Jornal do Colégio Americano de Cardiologia**, v. 74, n. 10, p. 1376-1414, 2019.

BOULETREAU, P. et al. Artificial Intelligence: Applications in Orthognathic Surgery. **J Stomatol Oral Maxillofac Surg**, v. 120, n. 4, p. 347-354, 2019.

Demner-Fushman D, Chapman WW, McDonald CJ. What can natural language processing do for clinical decision support? **J Biomed Inform**; v.42, n.5, p.760–72,2009.

Dunjko V, Briegel HJ. Machine learning & artificial intelligence in the quantum domain: A review of recent progress. **Reports Prog Phys.**; v.81, n.7, p. 87, 2018.

FREIRE, A. K. D. S.; ALVES, N. C. C.; SANTIAGO, E. J. P.; TAVARES, A. S.; TEIXEIRA, D. D. S.; CARVALHO, I. A. et al. Panorama no Brasil das doenças cardiovasculares dos últimos quatorze anos na perspectiva da promoção à saúde. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 11, n. 9, p. 21-44, 2017.



Jiang B, Guo N, Ge Y, Zhang L, Oudkerk M, Xie X. Development and application of artificial intelligence in cardiac imaging. *Br J Radiol*; v.93, n. 11, p. 1113, 2020.

Johnson KW, Soto JT, Glicksberg BS, Shameer K, Miotto R, Ali M, et al. Artificial Intelligence in Cardiology. *J Am Coll Cardiol.*;v.71, n.23, p.2668-79, 2018.

LIMA, M. Perspectivismo maquínico à luz dos ecossistemas comunicacionais. **Revista Eletrônica Mutações**, v. 9, n. 16, abril 2018.

LOPES, Rita Simone *et al.* INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM CARDIOLOGIA - ESTADO DA ARTE E PERSPECTIVAS FUTURAS. **Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 80-84, 2 maio 2022.

NEVES, Ana Bela Alcântara *et al.* Usos da inteligência artificial na cardiologia: uma revisão da literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. l.], v. 6, n. 9, p. 30053-30069, 24 nov. 2023.

Price, WN. Big data and black-box medical algorithms. **Sci Transl Med.**;v.10, n.4, p.71, 2018.

SANT'ANNA, R. M.; CAMACHO, A. C. L. F.; SOUZA, V. M. F.; MENEZES, H. F.; SILVA, R. P. Tecnologias educacionais no cuidado à pacientes com doenças cardiovasculares. **Rev Recien.**, v. 12, n. 37, p. 163- 175, 2022.

SANTOS, M. K. et al. Artificial intelligence, machine learning, computer-aided and radiomatic diagnostics: advances in image for precision medicine. **Radiol. Bras**, v. 52, n. 6, nov./ dez. 2019.