

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UMA BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE FERRAMENTAS DE MACHINE LEARNING E DEEP LEARNING NA MEDICINA

Victor Almeida de Jesus

Thiago Antônio Sidônio Coqueiro

Faculdade de Computação – Universidade Federal do Pará (UFPA)

Castanahl – PA – Brasil

victor.jesus@castanhal.ufpa.br

tcoqueiro@ufpa.br

**Abstract.** *After a long period, artificial intelligence (AI) has become an everyday presence, being essential in several areas. The current focus is on understanding AI, its tools and techniques, and how it is integrated with applicability in medicine. That is, being used in applications such as diagnosing chronic diseases, cancer, and predicting cardiovascular diseases. Machine learning (ML) and deep learning (DP) approaches are artificial intelligence tools that focus on building computational algorithms capable of learning from data, rather than relying on pre-programmed instructions, in order to predict, classify or detect patterns. In this sense, the objective of this work was to review and survey the main Machine Learning and Deep Learning techniques applied in medicine. A bibliographical review was carried out on the concepts of AI and a survey of articles to identify the main ML and DP techniques, in addition to their applicability in medicine.*

**Resumo.** *Após um longo período, a inteligência artificial (IA) tornou-se uma presença cotidiana, sendo essencial em diversas áreas. O foco atual está na compreensão da IA, suas ferramentas e técnicas, e como ela está integrada à aplicabilidade em medicina. Isto é, sendo utilizadas em aplicações como diagnósticos de doenças crônicas, câncer, e predição de doenças cardiovasculares. As abordagens do tipo aprendizado de máquina (ML) e aprendizado profundo (DP) são ferramentas de inteligência artificial, que se concentra na construção de algoritmos computacionais capazes de aprender com dados, em vez de depender de instruções pré-programadas, a fim de prever, classificar ou detectar padrões. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi de fazer uma revisão e levantamento das principais técnicas de Machine Learning e Deep Learning aplicados na medicina. Foram feitos uma revisão bibliográfica sobre os conceitos de IA e um levantamento de artigos para identificar as principais técnicas de ML e DP, além de sua aplicabilidade na medicina.*

## **1. Introdução**

A inteligência artificial (IA) é um campo de estudo dedicado à criação de sistemas capazes de realizar tarefas que demandam inteligência humana, como aprendizado, raciocínio e resolução de problemas. Impulsionada por avanços na capacidade computacional e acesso a grandes conjuntos de dados, a IA incorpora técnicas como aprendizado de máquina (Machine Learning) e aprendizado profundo (Deep Learning). Presente em setores como a saúde. Logo, IA está transformando processos, aprimorando a eficiência e impactando significativamente a sociedade, embora desafios éticos e de privacidade também sejam considerações importantes nesse desenvolvimento acelerado. (LEMOS, 2023).

No entanto, a Inteligência Artificial encontrou um nicho significativo nas diversas especialidades médicas. A mesma desfruta de ampla aplicação como na análise e previsão de imagens. Ou seja, promovendo avanços significativos voltados para o aprimoramento dos cuidados de saúde como, na predição de diagnóstico e prognóstico. Diante disso, como procedimentos como uma digitalização de prontuários e exames médicos criam por exemplo, uma vasta fontes de dados para técnicas de machine learning (aprendizado de máquina) e deep learning (aprendizado profundo) (LEITE, 2019).

O aprendizado de máquina e a aprendizado profundo são pilares da inteligência artificial, pois são ferramentas que se concentram na construção de algoritmos computacionais capazes de aprender com dados, em vez de depender de instruções pré-programadas. Apresentam a finalidade de desenvolver sistemas computacionais que aprendam com conjuntos de dados específicos, resultando na criação de modelos para previsão, classificação ou detecção. Em vez de serem programados explicitamente, esses modelos extraem padrões e insights valiosos a partir dos dados (CAMPOS, 2022).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi de fazer uma revisão e levantamento das principais técnicas de Machine Learning e Deep Learning aplicados na medicina, com a finalidade de identificar quais técnicas estão fortemente direcionadas em quais aplicabilidades na área da medicina. Como objetivos específicos, este artigo oferece: uma breve revisão conceitual sobre inteligência artificial, bem como machine learning e deep learning, ou seja, apresentando suas respectivas técnicas; além de um levantamento sobre artigos da literatura, relacionando suas principais técnicas de ML e DP com as aplicabilidades na área médica.

O respectivo artigo foi organizado da seguinte forma: a seção 2 descreve sobre o referencial teórico, abordando os conceitos de inteligência artificial e as técnicas de ML e DP; a seção sobre as principais técnicas de machine learning e deep learning; a seção 4, sobre os trabalhos relacionados; a seção 5, sobre a identificação das principais aplicabilidades na medicina que abordam técnicas de machine learning e deep learning; e por fim a conclusão desta proposta.

## **2. Referencial teórico**

Esta seção irá descrever sobre o conceito e ferramentas de IA.

### **2.1 Conceito de Inteligência Artificial**

Na década de 1940, McCulloch e Pitts propuseram um modelo matemático semelhante ao sistema nervoso humano, chamado de redes neurais, que se tornou crucial para a inteligência artificial contemporânea. Alan Turing, em 1950, explorou conceitos filosóficos e computacionais sobre a possibilidade de máquinas alcançarem inteligência artificial, introduzindo o famoso "Jogo da Imitação". Dois anos depois, seu colega Christopher Strachey desenvolveu a primeira IA funcional com um jogo de damas (COSTA, 2023).

Em seguida, o termo "Inteligência Artificial" foi oficializado em 1956 durante um workshop que reuniu líderes em ciência da computação. Esse evento gerou tanto entusiasmo que instituições públicas e privadas passaram a investir fortemente na pesquisa. Entre as décadas de 1950 e 1970, significativos avanços científicos foram impulsionados por substanciais financiamentos de empresas e governos. (COSTA, 2023).

No entanto, a inteligência artificial pode ser simplificada descrita como um processo que envolve a coleta e a combinação extensiva de dados, seguido pela identificação de padrões específicos nesse conjunto de informações. Visto que, essa abordagem é geralmente facilitada por algoritmos pré-programados, permitindo que o software tome decisões e realize tarefas de maneira autônoma. Haja vista que, reflete o crescente interesse e reconhecimento, por parte das empresas, na relevância da inteligência artificial e análise de dados para aprimorar suas estratégias e compreender o comportamento do mercado (FRANCO, 2020). Existem diversos métodos pelos quais a IA pode imitar o comportamento humano, sendo os dois principais:

### **2.1.1 Aprendizado de Máquina (Machine Learning)**

Este processo ocorre de forma automatizada, onde a inteligência artificial reconhece e replica padrões com base em sua experiência prévia, adquirida através da utilização de algoritmos, ou seja é um método de análise de dados que automatiza a construção de modelos analíticos. Um exemplo notável é os jogos de xadrez, dama e também é encontrado nos motores de busca da internet. Através disso, a cada nova experiência o seu desempenho melhora (GUITARRARA, 2023).

Além do mais, os algoritmos do Machine Learning se dividem em três categorias, que são:

#### **a) Aprendizagem Supervisionada**

Aprendizado supervisionada refere-se a algoritmos que passam por uma fase inicial de aprendizado com base em um conjunto de dados rotulado. Esse método permite que esses algoritmos tomem decisões ou façam previsões. Um exemplo prático na área da medicina seria criação de modelos preditivos para a prevenção de doenças. Utilizando informações como dados demográficos, histórico médico e hábitos de vida, os algoritmos conseguem identificar indivíduos com maior propensão a desenvolver determinadas condições de saúde. Isso, por sua vez, viabiliza intervenções precoces e medidas preventivas para mitigar o impacto dessas condições (LISBOA 2023).

#### **b) Aprendizagem Não Supervisionada**

Por vez, esses algoritmos não têm um conhecimento prévio. Eles enfrentam o caos de dados, com o objetivo de encontrar padrões que permitam, de alguma forma,

organizá-los, ou seja é aquele em que fornecemos dados de entrada ao algoritmo sem nenhum dado de saída rotulado. Portanto, sozinho, o algoritmo identifica padrões e relaciona os dados entre eles (LISBOA 2023).

### **c) Aprendizagem Por Reforço**

Seu propósito é capacitar um algoritmo a aprender por meio de sua própria experiência. Visto que, o algoritmo busca aprimorar sua capacidade de tomar decisões adequadas diante de diversas situações através de um processo de tentativa e erro, no qual decisões corretas são recompensadas. Atualmente, esse tipo de algoritmo é empregado em diversas áreas, como reconhecimento facial, diagnósticos médicos e classificação de sequências de DNA (RIGUEIRA, 2022).

#### **2.1.2. Aprendizado Profundo (Deep Learning)**

Como um subcampo do aprendizado de máquina, o aprendizado profundo faz uso de redes neurais que consiste um algoritmo inspirado no funcionamento do cérebro humano (PIRES; SILVA, 2017, p. 242). Isto é, unidades conectadas em rede para analisar extensos conjuntos de dados e informações, buscando emular o funcionamento do cérebro humano.

Esses métodos capacitam a inteligência artificial a desempenhar tarefas de forma autônoma, tomando decisões com base nos padrões identificados durante o processo de aprendizado. A exemplo disso, a Deep Learning é bastante utilizado na robótica. Haja vista que, a aprendizagem profunda torna possível para os robôs possam realizar tarefas que se assemelham às realizadas pelos seres humanos, incluindo a habilidade de tomar decisões instantâneas. Além disso, esses robôs têm a capacidade de realizar sua própria manutenção que consiste (CHAGAS, 2019).

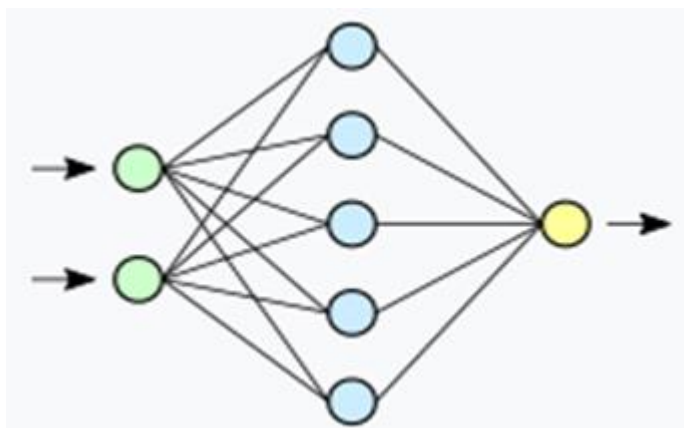
## **3. Técnicas de Machine Learning e Deep Learning**

### **3.1 Redes Neurais Artificiais (ML)**

Redes neurais artificiais (RNAs) são estruturas compostas por camadas de nós, onde cada camada desempenha um papel específico. Incluem uma camada de entrada para receber dados, uma ou mais camadas ocultas para processamento interno e uma camada de saída para fornecer o resultado final. Cada nó, equivalente a um neurônio artificial, conecta-se a outros nós e possui um peso e um limite associados. Quando a saída de um nó ultrapassa o limite estabelecido, o nó é ativado, transmitindo dados para a próxima camada da rede. Se a saída não atingir o limite, nenhum dado é transmitido para a próxima camada. Essa arquitetura permite que a rede aprenda padrões e realize tarefas específicas através do ajuste dos pesos e limites durante o treinamento (FLECK, 2016).

Além do mais, uma rede neural que vai além de três camadas, incluindo as camadas de entrada e saída, é caracterizada como um algoritmo de deep learning. Quando uma rede neural tem apenas duas ou três camadas, contando as camadas de entrada e saída, é mais simples e classificada como uma rede neural básica. Portanto, a complexidade e a capacidade de aprendizado da rede aumentam à medida que mais camadas intermediárias, também chamadas de camadas ocultas, são adicionadas, tornando-a uma rede mais profunda e adequada para tarefas mais complexas (VENTURA, 2023).

Figura 1: Imagem simplificado de uma rede neural simples



### 3.2 Regressão Linear (ML)

A regressão linear é um método básico e muito empregado no campo de aprendizado de máquina. Pois, sua principal função é modelar a conexão entre uma única variável independente e uma variável dependente por meio de uma linha reta. A essência da regressão linear consiste em identificar a linha que melhor se ajusta aos dados, minimizando a soma dos erros ao quadrado. Esse algoritmo é especialmente útil quando há uma relação linear entre as variáveis, e seu propósito principal é fazer previsões contínuas com base nessa relação. Em resumo, a regressão linear é uma ferramenta valiosa quando se busca entender e prever padrões simples em conjuntos de dados. Sendo assim, ao treinar esses modelos com dados históricos em que se conhece as variáveis independentes e dependentes, o modelo se torna capaz de fazer previsões precisas. Este processo é fundamental para a capacidade do modelo de generalizar e fazer previsões em novos conjuntos de dados não rotulados. Logo, a técnica é frequentemente utilizada em problemas de classificação binária se um paciente tem uma doença ou não (ALVES, 2020).

### 3.3 Random Forest (ML)

A Random Forest, ou Floresta Aleatória, é como uma equipe de especialistas trabalhando juntos para fazer previsões mais precisas. Cada "especialista" é uma árvore de decisão que aprende com uma parte aleatória dos dados. Então, pode ser usado para tarefas de classificação e regressão, logo é comumente utilizado em problemas como detecção de diagnóstico médico.

Portanto, em vez de depender de uma única árvore, a Random Forest constrói várias delas e, em seguida, junta suas opiniões para formar uma resposta final. Uma vez que, ajuda a evitar erros individuais e melhora a confiabilidade e a capacidade de fazer previsões precisas em diferentes situações. É como tivesse uma "floresta" de opiniões especializadas trabalhando em conjunto para fornecer uma resposta mais robusta e geral (SILVA, 2023).

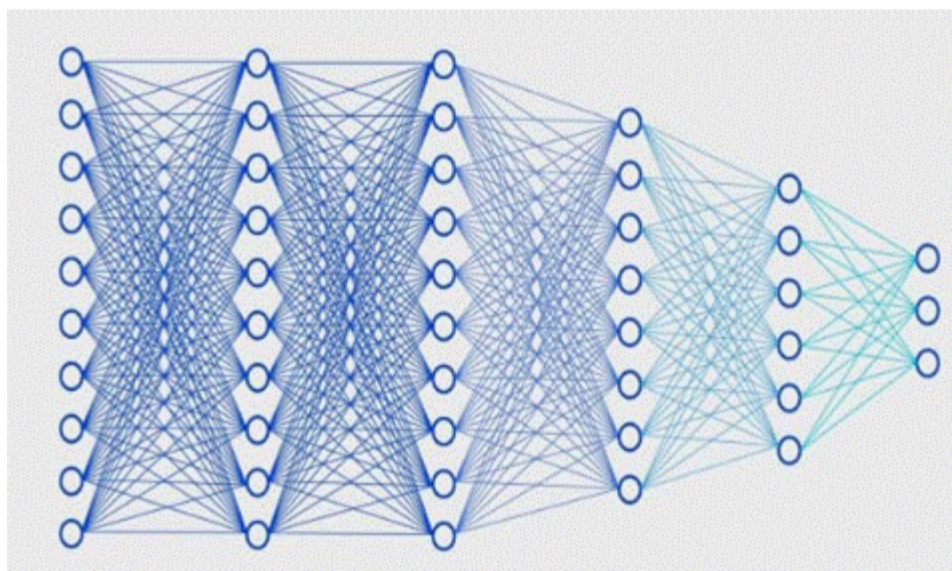
### 3.4 Redes Neurais Convolucionais (DL)

As Redes Neurais Convolucionais (CNN) são como "especialistas visuais" de aprendizagem profunda projetados para entender imagens, sons e vídeos. Em vez de

processar a imagem como um todo, elas usam camadas especiais chamadas camadas convolucionais para examinar pequenas partes da imagem de cada vez, identificando características específicas. Essas redes são muito úteis em tarefas como dizer o que está em uma imagem ou onde estão certos objetos, pois são eficazes em aprender automaticamente características visuais relevantes. É como ter uma equipe de especialistas treinados para entender e interpretar o conteúdo visual em diferentes tipos de dados. (VENTURA, 2023)

Por isso, as CNN é utilizada para análise de imagens médicas devido a alta capacidade em aprender automaticamente padrões complexos em grandes conjuntos de dados tornando valiosas na prática médica, proporcionando melhorias significativas na precisão diagnóstica, planejamento de tratamentos e prognósticos (KLOECKNER, 2020).

Figura 2: Imagem ilustrativa uma rede neural convolucional

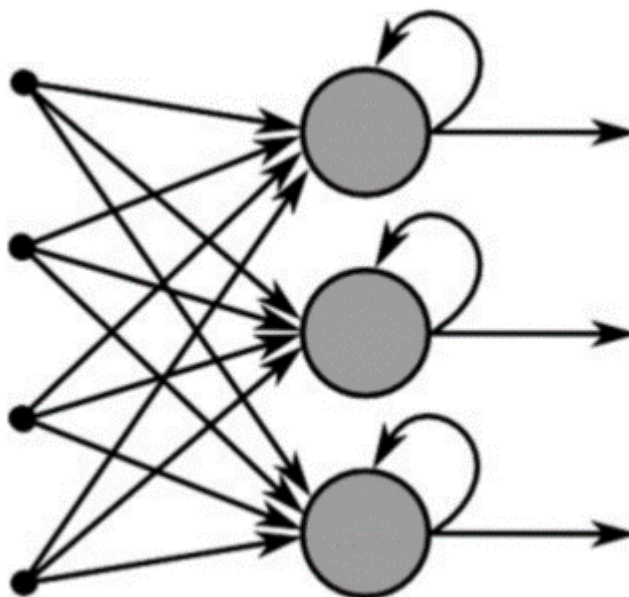


### 3.5 Redes Neurais Recorrentes (DL)

As Redes Neurais Recorrentes (RNNs) são como redes neurais tradicionais, mas com uma habilidade especial: elas têm conexões que formam ciclos, criando uma espécie de "memória" na rede. Essa característica permite que as informações sejam transmitidas de volta para a rede, tornando-as particularmente úteis em situações em que a entrada é uma sequência de dados, como em problemas de reconhecimento de voz ou de texto. Em resumo, as RNNs são como redes neurais com uma memória interna, capazes de lidar de maneira eficaz com dados que têm uma sequência ou ordem específica, sendo muito úteis em aplicações que envolvem dados sequenciais e temporais (PIMENTA, 2020).

Além do mais, as RNNs podem ser treinadas para gerar novas moléculas com propriedades desejadas. Isso é útil na busca por compostos químicos inovadores que possam ser desenvolvidos como medicamentos. (ISABEL, 2022).

Figura 3: Rede Neural Recorrente



Fonte: ACADEMY, 2019

### 3.6 Redes Neurais Profundas (DP)

Uma Rede Neural Profunda (DNN) é uma ferramenta de aprendizado de máquina que capacita um computador a realizar tarefas desafiadoras, as quais seriam difíceis de abordar com métodos convencionais de programação. Inspiradas pelo funcionamento do cérebro humano, essas redes não apenas seguem regras pré-definidas, mas também têm a capacidade de prever soluções e tirar conclusões com base em iterações e experiências passadas, semelhante ao processo de pensamento humano. Isso permite que o sistema aprenda padrões complexos e realize tarefas complexas que seriam desafiadoras de serem expressas explicitamente por meio de programação tradicional (Marc Mercier, 2022). Assim, as Redes Neurais Profundas (DNNs) têm potencial para desempenhar um papel significativo na medicina, inclusive em cirurgias (VAZ, 2021).

## 4. Trabalhos Relacionados

Em primeiro, MIANA (2022) descreve que a cardiologia é uma das áreas de maior impacto na produção científica usando técnicas de ML. Desde a predição de eventos cardiovasculares à melhoria dos diagnósticos eletrocardiográficos a IA tem sido ferramenta importante para a pesquisa científica. Este artigo de revisão aborda uma introdução sobre ML dividida em: definição, modelos de aprendizagem e uma revisão sistemática de artigos sobre a sua aplicabilidade na medicina e, principalmente, na cardiologia. O objetivo é apresentar ML para médicos e profissionais de saúde como uma ferramenta de auxílio para a prática clínica.

Já ALVES (2023), com a proposta de - o uso da inteligência artificial na medicina: aplicações e benefícios. Enfatiza que a realização deste estudo, justifica-se pela sua relevância acadêmica, científica e social, pautada em apresentar os avanços

tecnológicos que envolvem a inteligência artificial na saúde. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa incide em evidenciar as aplicações e benefícios da Inteligência Artificial na Medicina.

Em terceiro, (BRAGA, 2019) demonstrando o uso da inteligência artificial em diversos ramos da medicina, assim, demonstrar que o Machine learning (aprendizado de máquina) fornece um caminho para melhorar a precisão e a confiabilidade das modalidades diagnósticas e tem o potencial de contribuir significativamente para alcançar o objetivo da medicina de precisão.

Das propostas apresentadas na seção de relacionados, ALVES (2023) não relaciona o uso das técnicas com as principais aplicações na saúde. Já BRAGA (2019), embora aborde o uso da técnica de ML relacionado com aplicações na medicina, porém não considera outras técnicas como deep learning. Nesse sentido, a proposta deste artigo tem como diferencial, perante os trabalhos relacionados, oferecer um levantamento por meio de relacionamento das aplicabilidades na área da saúde com suporte tanto a deep learning quanto deep learning.

#### 4.1 Tabela de Trabalhos Relacionados

MIANA (2022)	ALVES (2023)	BRAGA (2019)	Proposta:
Este artigo de revisão aborda uma introdução sobre ML dividida em: definição, modelos de aprendizagem e uma revisão sistemática de artigos sobre a sua aplicabilidade na medicina e, principalmente, na cardiologia.	O objetivo desta pesquisa incide em evidenciar as aplicações e benefícios da Inteligência Artificial na Medicina.	O Machine Learning oferece uma via para aprimorar a acurácia e confiabilidade dos diagnósticos, contribuindo de forma substancial para a realização da medicina de precisão.	A proposta deste trabalho tem como diferencial, perante os trabalhos relacionados, oferecer um levantamento por meio de relacionamento das aplicabilidades na área da saúde com suporte tanto a machine learning quanto deep learning.

Tabela 1: Trabalhos relacionados diante de cada proposta e objetividade

## 5. Aplicabilidade na Medicina

O objetivo desta seção foi expor o conjunto de técnicas de Machine Learning e Deep Learning que foram utilizadas na medicina, em função das diferentes aplicabilidades

### 5.1 Doenças Cardiovasculares

Ao longo do último século, cientistas têm investigado as variadas utilizações das técnicas de aprendizado de máquina (ML) em todas as áreas da medicina. Desse modo, a técnica de redes neurais artificiais (RNAs) tem como objetivo a detecção e predição de doenças cardiovasculares, através de análises de dados, como: exames de imagem,

genômicos e de avaliação molecular, estudos dos prontuários médicos e banco de dados biológicos. (MIANA, 2022).

Nesse sentido, na cardiologia, pesquisas conduzidas por Zellweger et al. (2018), por meio do algoritmo Basel-MPA, e por Stuckey et al. (2018), utilizando aprendizado de máquina (ML), demonstraram uma capacidade aprimorada de distinguir entre pacientes que apresentavam ou não angiografia documentada de doença arterial coronariana. Esses estudos destacaram a eficácia dessas abordagens computacionais, proporcionando uma melhor discriminação e identificação de casos relevantes para a doença cardiovascular com base em algoritmos e técnicas de Redes Neurais Artificiais, para identificar padrões específicos em ECG (Eletrocardiograma) que indicam diferentes condições cardíacas.

Também, ainda (MARQUES, 2020) a IA representa uma transformação marcante nos vários domínios do conhecimento médico, e especialmente na Cardiologia, devido à sua capacidade de fornecer suporte em decisões que têm o potencial de aprimorar tanto o diagnóstico quanto o prognóstico, por meio da técnica Support Vector Machines (SVM), que também utiliza algoritmo de classificação. Essa tecnologia emerge como um catalisador de mudanças significativas, oferecendo ferramentas poderosas que podem melhorar o desempenho clínico ao fornecer informação precisa e valiosa para os profissionais de saúde tomarem decisões mais embasadas.

## **5.2 Detecção e Predição de doenças Pós-Cirurgia**

Desse modo, segundo Lisboa (2023), na saúde, algoritmos de regressão linear têm aplicações significativas, como antecipar desfechos médicos, como a chance de um paciente enfrentar complicações pós-cirurgia, ou entender a ligação entre características genéticas e o desenvolvimento de doenças. Essa técnica de IA também é útil na identificação de fatores de risco e oferecem suporte à pesquisa científica em campos como a epidemiologia, através da investigação e associações entre variáveis de interesse, como a relação entre a exposição a certos ambientes e o aumento do risco de doenças. Em essência, a análise de regressão na área da saúde contribui para uma compreensão mais profunda das relações entre variáveis, possibilitando previsões e descobertas valiosas no contexto médico.

Diante do exposto, na urologia, a incorporação da tecnologia desempenha um papel crucial no processo de diagnóstico, abrangendo desde a detecção da composição de cálculos renais até a previsão dos resultados do tratamento, incluindo possíveis complicações e a taxa de recorrência. A aplicação dessas tecnologias oferece ferramentas avançadas que facilitam uma análise mais precisa, contribuindo significativamente para a tomada de decisões clínicas informadas e a melhoria dos resultados no tratamento de condições urológicas, através de técnicas não supervisionadas de ML, como clustering, para descobrir padrões inesperados nos dados, identificando grupos de pacientes com características similares que podem compartilhar riscos comuns (ALVES, 2023).

## **5.3 Prognósticos de Doenças Crônicas**

A random forest é uma técnica de ferramenta de IA no campo da ML, com aplicações em diversas áreas, como previsão de riscos e prognósticos que é utilizadas para prever o

risco de desenvolvimento de certas condições médicas, como diabetes, e para estimar prognósticos para pacientes com determinadas doenças (MAURÍCIO, 2023).

Também, a IA desempenha um papel significativo no diagnóstico do glaucoma, uma condição oftalmológica crônica. No processo de detecção do glaucoma, a inteligência artificial analisa imagens obtidas por várias técnicas como de clustering para identificar subgrupos de pacientes com características semelhantes e, assim, ajudar a personalizar prognósticos com base em perfis específicos, passando por etapas como pré-processamento da imagem e extração de características, seguidas de classificação. Essa abordagem possibilita a detecção precoce da doença, contribuindo para a redução da progressão da condição ocular (PRABHAKAR, 2021).

#### **5.4 Diagnóstico de Câncer**

Em primeiro lugar, a técnica Redes Neurais Convolucionais (CNNs) é utilizada para análise de imagens médicas, como radiografias, tomografias e ressonâncias magnéticas, auxiliando no diagnóstico de condições como câncer, podendo ter diagnósticos mais rápidos e precisos graças ao uso dessa ferramenta de reconhecimento inteligente (FORESTI, 2023).

Em segundo, a aplicação de inteligência artificial na medicina, em particular no diagnóstico de câncer de pele, assume uma importância significativa. Pesquisadores desenvolveram soluções baseadas em IA, utilizando dados públicos de lesões cutâneas, para distinguir entre lesões malignas e benigna, por meio também das CNNs que são amplamente utilizadas para análise de imagens médicas, como radiografias, tomografias computadorizadas e imagens de ressonância magnética. Assim, elas são capazes de aprender automaticamente padrões complexos e características relevantes para o diagnóstico. Então, essas abordagens baseadas em inteligência artificial demonstraram alcançar maior precisão na diferenciação das lesões cutâneas, oferecendo assim um avanço promissor no diagnóstico mais eficaz e preciso do câncer de pele (GOYAL, 2020).

Além do mais, os algoritmos de inteligência artificial demonstram habilidade em identificar padrões temporais e espaciais, uma vez que, com dados temporais é possível utilizar Redes Neurais Recorrentes (RNNs) para capturar padrões ao longo do tempo, auxiliando no diagnóstico e prognóstico do câncer, assim como alterações nas características dos nódulos. Isso permite a previsão do risco de desenvolvimento de câncer de pulmão nos próximos 3 anos, possibilitando intervenções precoces e, consequentemente, melhorando as perspectivas de tratamento para essa doença (KAPLAN, 2021).

#### **5.5 Descoberta de Novos Medicamentos**

As técnicas de Redes Neurais Recorrentes (RNNs) está sendo utilizada para auxiliar na descoberta de novos medicamentos, através de análise de grandes conjuntos de dados, como dados genômicos e químicos, contribuindo para a identificação de alvos terapêuticos. Visto que, a IA pode lidar com grandes quantidades de dados (ISABEL, 2022).

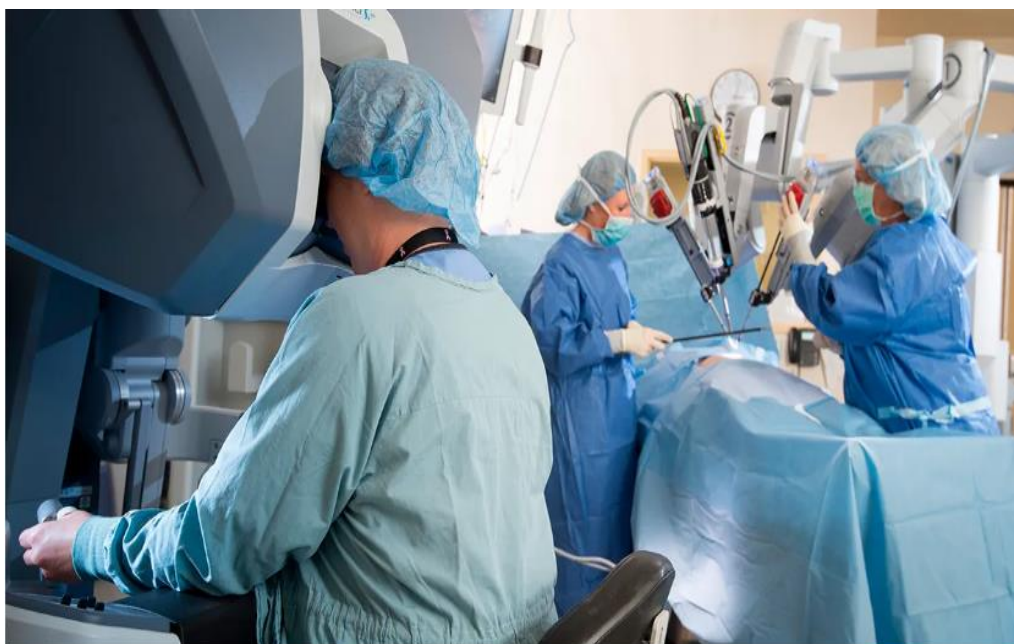
#### **5.6 Procedimentos Cirúrgicos**

A DL é uma ferramenta de IA que utiliza técnica de Redes Neurais Profundas (DNNs), através da robótica para capacitar o robô a se especializar na execução de tarefas específicas. Nesse sentido, o aprendizado de máquina torna-se um importante parceiro da robótica, contribuindo para que os robôs desenvolvam especialização nas atividades que desempenham. Na área da saúde, as aplicações de IA incluem o uso cada vez mais comum de robôs cirúrgicos nas salas de operação, uma vez que as DNNs podem analisar vídeos cirúrgicos em tempo real para reconhecer padrões relevantes, como instrumentos cirúrgicos, órgãos e tecidos. Isso pode ajudar na tomada de decisões durante a cirurgia. (VAZ, 2021).

Além disso, a inteligência artificial tem contribuído para o desenvolvimento de sistemas de avaliação cirúrgica que se baseiam em vídeos. Esses sistemas utilizam técnicas de visão computacional para reconhecer padrões e aprendizado profundo (DL) para analisar gravações de procedimentos cirúrgicos, extraíndo informações valiosas. Essa abordagem permite fornecer feedback fundamentado em dados e avaliações objetivas. Como resultado, cirurgiões em formação e experientes têm a oportunidade de identificar áreas para aprimoramento e aprender com as melhores práticas, proporcionando uma valiosa ferramenta para o desenvolvimento contínuo das habilidades cirúrgicas (VARAS, 2023).

Ainda também, segundo Canquerino (2021), através da aplicação da visão computacional, é possível examinar os padrões de movimento empregados durante procedimentos cirúrgicos que têm correlação com resultados mais favoráveis no período pós-operatório. Além disso, as técnicas de redes neurais convolucionais (CNNs) para segmentar estruturas anatômicas em imagens médicas, como ressonâncias magnéticas ou tomografias computadorizadas, facilitando a navegação durante a cirurgia.

Figura 4: Cirurgia robótica promove benefícios a medicina.



Fonte: (Jornal da USP)

## 5.7 Classificação

Com base no levantamento de artigos para identificar as principais técnicas de ML e DP, além de sua aplicabilidade na medicina. A Tabela 1 descreve a relação das propostas com base nas aplicações na saúde, a técnica de aprendizado de máquina (machine learning) desempenha um papel significativo em várias especialidades clínicas, como cardiologia, detecção e previsão de doenças pós-cirurgia e gerenciamento de doenças crônicas. Isso é alcançado por meio de diversas técnicas, como redes neurais artificiais, support vector machines, regressão linear, clustering e random forest. Ao mesmo tempo, a aprendizagem profunda (deep learning) é amplamente empregada em áreas como oncologia para o combate ao câncer, na descoberta de novos medicamentos e, especialmente, na cirurgia. Nesse contexto, são aplicadas técnicas avançadas de redes neurais profundas, redes neurais convolucionais e redes neurais recorrentes para a análise e interpretação de dados complexos, proporcionando avanços significativos em diagnóstico, tratamento e pesquisa médica.

<b>Aplicação</b>	<b>Ferramenta</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Autores</b>
<b>Cardiologia</b>	Machine Learning	Redes Neurais Artificiais (RNN's) Support Vector Machines (SVM)	(MIANA, 2022. Zellweger, 2018. MARQUES, 2020)
<b>Detecção e Predição de doenças Pós-Cirurgia</b>	Machine Learning	Regressão Linear Clustering	(LISBOA, 2023. ALVES, 2023)
<b>Doenças Crônicas</b>	Machine Learning	Random Forest Clustering	(MAURÍCIO, 2023. PRABHAKAR, 2021)
<b>Câncer</b>	Deep Learning	Redes Neurais Convolucionais (CNNs) Redes Neurais Recorrentes (RNNs)	(FORESTI, 2023. GOYAL, 2020. KAPLAN, 2021)
<b>Descoberta de Novos Medicamentos</b>	Deep Learning	Redes Neurais Recorrentes (RNNs)	(ISABEL, 2022)
<b>Cirurgia</b>	Deep Learning	Redes Neurais Profundas (DNNs) Redes Neurais Convolucionais (CNNs)	(VAZ, 2021. VARAS, 2023. CANQUERINO, 2021)

Tabela 2: Relação de artigos com base na aplicabilidade e técnicas de ML e DP

## 6. Conclusão

Portanto, a integração da inteligência artificial na medicina representa um marco significativo no avanço da assistência médica. Oferecendo inúmeras oportunidades para aprimorar diagnósticos, tratamentos e gestão de saúde.

A capacidade das tecnologias de aprendizado de máquina e aprendizado profundo em analisar vastos conjuntos de dados e identificar padrões complexos tem o potencial de revolucionar a personalização dos cuidados médicos, proporcionando abordagens mais precisas e eficientes. Nesse contexto, observou-se que das

aplicabilidades médicas identificadas neste trabalho, a técnica de redes neurais foi que apresentou forte frequência no seu uso.

Além do mais, a presença das técnicas de aprendizado de máquina e aprendizagem profunda em diversas especialidades clínicas redefine o cenário da medicina moderna. A aplicação de algoritmos avançados, como redes neurais artificiais, support vector machines e aprendizado profundo, não apenas impulsiona a detecção e previsão de doenças em áreas como cardiologia e cirurgia, mas também desempenha um papel crucial no enfrentamento do câncer, na descoberta de medicamentos inovadores e no aprimoramento das práticas cirúrgicas.

No entanto, é fundamental considerar questões éticas, transparência e responsabilidade para garantir que essas tecnologias sejam implementadas de maneira ética e benéfica, promovendo assim o progresso contínuo e sustentável no campo da saúde impulsionado pela inteligência artificial.

Por fim, para trabalhos futuros para continuidade desta proposta, serão levados em considerações questões éticas quanto aos avanços de IAs e suas técnicas, também para as perspectivas oferecidas pelas novas tecnologias baseadas em inteligência artificial para aprimorar diagnósticos, tratamentos, pesquisas e desenvolvimento de medicamentos, é fundamental que essas inovações priorizem a precisão. Para o uso dessas tecnologias, é crucial manter o foco na integridade e segurança da informação, assim garantir que os benefícios proporcionados estejam alinhados com a segurança da precisão das técnicas de IA aplicadas à saúde. Isto é, no sentido, estudos para avaliar os avanços quanto considerações éticas, com relação a segurança de informações, privacidade e transparência no uso de algoritmos.

## 7. Referência

FERNANDES. O que é inteligência artificial? Veja como surgiu, exemplos e polêmicas. TechTudo (2023). Disponível em » <https://www.techtudo.com.br/guia/2023/03/o-que-e-inteligencia-artificial-veja-como-surgiu-exemplos-e-polemicas-edsoftwares.ghtml>."

Veja mais sobre "Inteligência artificial" em: <https://brasilecola.uol.com.br/informatica/inteligencia-artificial.htm>

COSTA (2023). Inteligência artificial: o que é, história e definição. Disponível em » <https://www.mundoconectado.com.br/ciencia/inteligencia-artificial-o-que-e-historia-e-definicao/>

GUITARRARA, Paloma. "Inteligência artificial"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/informatica/inteligencia-artificial.htm>. Acesso em 16 de dezembro de 2023.

RIGUEIRA (2022). Aplicação de aprendizado por reforço profundo para controle de orientação e posição ao de um manipulador robótico de 6 graus de liberdade. Disponível »

[https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/16214/4/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Aplica%C3%A7%C3%A3oAprendizadoRefor%C3%A7o.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/16214/4/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Aplica%C3%A7%C3%A3oAprendizadoRefor%C3%A7o.pdf)

RAHUL C.DEO (2015), aprendizado de máquina em medicina. Disponível » <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161>

Deo RC. Machine Learning in Medicine. *Circulation*. 2015 Nov 17;132(20):1920-30. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.001593. PMID: 26572668; PMCID: PMC5831252.

COSSETTI (2018). O que é inteligência artificial. Disponível <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-inteligencia-artificial/>

'Deep learning': um conceito-chave para levar a inteligência artificial a um nível superior. Disponível em » <https://www.iberdrola.com/inovacao/deep-learning>

BRAGA (2020). Machine learning: O Uso da Inteligência Artificial na Medicina. Disponível em <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/3437/3265>

MARQUES (2020). Inteligência Artificial em Cardiologia: Conceitos, Ferramentas e Desafios. Disponível em <https://www.scielo.br/j/abc/a/VNQtkGdM85HdjCXXKJ6ZgXkQ/?format=pdf&lang=pt>

FONSECA (2023), IA ganha espaço na saúde, mas ainda não é realidade para todos. Disponível em » <https://medicinas.com.br/ia-espaco-saude/>

JORDAN MI, Mitchell TM. Machine Learning: Trends, Perspectives, and Prospects. *Science*. Disponível em » <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>

LISBOA (2023). Machine Learning Regression Algorithms: Algoritmos de Regressão em Aprendizado de Máquina. Disponível em » [https://awari.com.br/machine-learning-regression-algorithms-algoritmos-de-regressao-em-aprendizado-de-maquina-2/?utm\\_source=blog&utm\\_campaign=projeto+blog&utm\\_medium=Machine%20Learning%20Regression%20Algorithms:%20Algoritmos%20de%20Regress%C3%A3o%20em%20Aprendizado%20de%20M%C3%A1quina](https://awari.com.br/machine-learning-regression-algorithms-algoritmos-de-regressao-em-aprendizado-de-maquina-2/?utm_source=blog&utm_campaign=projeto+blog&utm_medium=Machine%20Learning%20Regression%20Algorithms:%20Algoritmos%20de%20Regress%C3%A3o%20em%20Aprendizado%20de%20M%C3%A1quina)

MIANA (2022), Machine Learning na Medicina: Revisão e Aplicabilidade. Disponível » <https://www.scielo.br/j/abc/a/>

APARECIDA (2023). Inteligência artificial no diagnóstico de doenças: a responsabilidade civil do médico em caso de erro de diagnóstico. Disponível em » <file:///E:/Arquivos/Downloads/admin,+Gerente+da+revista,+INTELIG%C3%8ANCIA+ARTIFICIAL+NO+DIAGN%C3%93STICO+DE+OK.pdf>

MAURÍCIO (2023), Machine Learning Random Forest: Modelos de Random Forest em Aprendizado de Máquina. disponível em » <https://awari.com.br/machine-learning-random-forest-modelos-de-random-forest-em-aprendizado-de-maquina>

A Sinergia entre Robótica e Inteligência Artificial. Disponível em » <https://www.eniac.com.br/blog/a-sinergia-entre-robotica-e-inteligencia-artificial>

SHIRLEY (2021), disponível em » <https://www.unaerp.br/documentos/4287-rci-inteligencia-artificial-05-2021/file>

AURÉLIO, M. I.A - Inteligência Artificial. Disponível em » <https://brasilecola.uol.com.br/informatica/inteligencia-artificial.htm>.

VENTURA (2023) Disponível em » <https://olhardigital.com.br/2023/05/09/pro/redes-neurais-o-que-sao-e-para-que-servem>

VARAS (2023). Inovações no treinamento cirúrgico: explorando o papel da inteligência artificial e dos grandes modelos de linguagem (LLM). Disponível em » <https://www.scielo.br/j/rcbc/a/KVsSNSfHQhkGJjDMhkhwrKk/?format=pdf&lang=pt>

CANQUERINO (2021). Inteligência artificial em cirurgia - o passado, presente e futuro. Disponível em » <https://academiamedica.com.br/blog/inteligencia-artificial-em-cirurgia-o-passado-presente-e-futuro>

FURLONG, E. (1998) A logistic regression model explaining recent state casino gaming adoptions. Policy Studies Journal. Disponível em » <https://doi.org/10.1111/j.1541-0072.1998.tb01907.x>.

CHAGAS, 2019. Deep Learning e suas aplicações na atualidade. Disponível em » <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/administracao/deep-learning>