José Benedito Ramos Valladão Júnior
Lucas Amâncio Barbosa da Silva

Inteligência Artificial e Saúde

O que saber? E como se preparar!



Atheneu

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SAÚDE

O QUE SABER? E COMO SE PREPARAR!

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS



www.atheneu.com.br

(21) 99165-6798 Facebook.com/editoraatheneu Twitter.com/editoraatheneu Youtube.com/atheneueditora

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SAÚDE

O QUE SABER? E COMO SE PREPARAR!

José Benedito Ramos Valladão Júnior
Lucas Amâncio Barbosa da Silva

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

Atheneu
Rio de Janeiro • São Paulo
2025

EDITORA ATHENEU

São Paulo — Rua Maria Paula, 123 – 13º andar
Conjuntos 133 e 134
Tel.: (11) 2858-8750
E-mail: atheneu@atheneu.com.br

Rio de Janeiro — Rua Bambina, 74 – lojas A e B
Tel.: (21) 3094-1295
E-mail: atheneu@atheneu.com.br

Pré-produção e Produção Gráfica: Equipe Atheneu

Capa: FK Estúdio

Produção editorial: Villa d'Artes

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

V271i

Valladão Júnior, José Benedito Ramos
Inteligência artificial e saúde : o que saber? e como se preparar! / José Benedito Ramos Valladão Júnior, Lucas Amâncio Barbosa da Silva. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Atheneu, 2025.
24 cm.

Inclui bibliografia e índice
ISBN 978-65-5586-937-8

1. Inteligência artificial. 2. Inteligência artificial - aplicações médicas. 3. Informática na medicina. 4. Sistemas especialistas (Computação). I. Silva, Lucas Amâncio Barbosa da. II. Título.

CDD: 006.3
25-99215.0 CDU: 004.8

Carla Rosa Martins Gonçalves - Bibliotecária - CRB-7/4782

14/07/2025 16/07/2025

Valladão Júnior JBR, Silva LAB.
Inteligência Artificial e Saúde – O Que Saber? E Como se Preparar!

© Direitos reservados à EDITORA ATHENEU – Rio de Janeiro, São Paulo, 2025.

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

CAPÍTULO

1 Introdução à Inteligência Artificial

José Benedito Ramos Valladão Júnior
Lucas Amâncio Barbosa da Silva

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

"O medo das máquinas é o medo do desconhecido.
Mas, às vezes, o que mais tememos é o que já conhecemos."
O Homem do Castelo Alto
Philip K. Dick

O QUE É INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL?

A Inteligência Artificial (IA) é um campo da Ciência da Computação dedicado ao desenvolvimento de sistemas e algoritmos capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana. Essas tarefas incluem as seguintes, mas não se limitam a elas: aprendizado; raciocínio; percepção; tomada de decisões; e interação em linguagem natural.

De forma ampla, IA pode ser definida como a capacidade de um sistema computacional de interpretar dados externos, aprender a partir deles e usar esse aprendizado para realizar tarefas específicas e alcançar objetivos determinados.

MARCOS HISTÓRICOS NO DESENVOLVIMENTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Apesar de ser um tema presente no cotidiano da atualidade, para a IA alcançar a aplicabilidade que vivenciamos e que ainda vivenciaremos, há uma

jornada a ser percorrida ao longo de décadas de avanços científicos e técnicos que moldaram o campo.

Contudo, a evolução da IA não é linear. Em certos momentos desse progresso, há intervalos de menor avanço conhecidos por "invernos da IA". Esses momentos de estagnação decorrem das limitações enfrentadas pelas tecnologias computacionais de cada época.

Conceitualmente, a ideia de uma entidade inteligente remonta à Antiguidade. Todavia, o primeiro modelo matemático foi descrito oficialmente, em 1943, por McCulloch e Pitts que propuseram um modelo de neurônio artificial com base em redes neurais. Em 1950, Alan Turing introduziu o famoso teste de Turing, um critério para determinar se uma máquina pode exibir comportamento inteligente indistinguível do humano.

A conferência de Dartmouth, em 1956, é considerada o marco inaugural da IA. Durante o evento, foi cunhado o termo "Inteligência Artificial" e definido o objetivo de construir máquinas inteligentes capazes de resolver problemas de maneira autônoma. A partir de então, houve algumas diferentes fases no desenvolvimento da IA descritas de forma didática no Quadro 1.1.

Quadro 1.1 – Fases do desenvolvimento da IA

Fase de otimismo (1956 a 1970)
▪ **1957:** Frank Rosenblatt desenvolveu o Perceptron, uma das primeiras redes neurais artificiais capazes de aprendizado supervisionado ▪ **1966:** Joseph Weizenbaum criou o programa ELIZA, um dos primeiros sistemas de processamento de linguagem natural (NLP, do inglês *natural language processing*) que simulava um terapeuta
IA simbólica e sistemas especialistas (décadas de 1970 e 1980)
▪ Durante essas décadas, a IA foi dominada por abordagens simbólicas, como os sistemas com base em regras e a manipulação de representações lógicas ▪ Sistemas especialistas, como o MYCIN (diagnóstico médico), demonstraram como regras programadas poderiam ser usadas para resolver problemas específicos com grande eficiência
Redes neurais e ressurgimento do aprendizado de máquina (décadas de 1980 e 1990)
▪ **1986:** a publicação do algoritmo de retropropagação (*backpropagation*) permitiu o treinamento mais eficiente de redes neurais ▪ **1997:** o computador Deep Blue, da IBM, derrotou o campeão mundial de xadrez Garry Kasparov, marcando um momento histórico para a IA. O aumento do poder computacional e a disponibilidade de grandes volumes de dados possibilitaram avanços significativos no aprendizado de máquina. Algoritmos como SVMs e árvores de decisão se tornaram amplamente utilizados em aplicações comerciais
Revolução do aprendizado profundo (2010 em diante)
▪ O surgimento de *frameworks* como TensorFlow e PyTorch impulsionou a adoção de redes neurais profundas em aplicações como visão computacional e reconhecimento de fala

(*Continua*)

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

Quadro 1.1 – Fases do desenvolvimento da IA (*Continuação*)

Revolução do aprendizado profundo (2010 em diante)
▪ **2016:** o AlphaGo, da DeepMind, venceu um jogador profissional de Go, demonstrando a capacidade de aprendizado de reforço e estratégias complexas ▪ Com a introdução de unidades de processamento gráfico (GPUs) e arquiteturas de redes neurais profundas, como as redes neurais convolucionais (CNNs, do inglês *convolutional neural networks*) e redes neurais recorrentes (RNNs, do inglês *recurrent neural networks*), a IA alcançou avanços impressionantes em visão computacional, NLP e muito mais ▪ A IA se tornou uma ferramenta essencial em vários setores, desde saúde até entretenimento

IA: Inteligência Artificial.

Fonte: Desenvolvido pela autoria.

CLASSIFICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A IA pode ser categorizada de acordo com sua capacidade e funcionalidade em IA estreita (*ou fraca*), geral (*ou forte*) e superinteligência artificial (*Super AI*). Cada uma delas apresenta características específicas e modalidades de execução (Quadro 1.2). A seguir, também abordaremos alguns exemplos principais de modalidades de IA.

Quadro 1.2 – Tipos de Inteligência Artificial

***Narrow AI* (IA estreita)**
Projetada para realizar uma única tarefa ou um conjunto limitado de tarefas, como assistentes virtuais, *softwares* de reconhecimento facial, sistemas de recomendação e de carros autônomos, *chat-bots* ▪ *Reactive machines* (máquinas reativas): reagem às informações que recebem conforme foram configuradas. Exemplos: DeepBlue, AlphaGo ▪ *Limited memory AI* (IA de memória limitada): aprendem a partir de um histórico de informações, fornecendo respostas personalizadas com base na interação recente. Exemplos: Siri, Alexa
***General AI* (IA geral)**
IA com capacidade cognitiva semelhante à humana, permitindo a execução de qualquer tarefa intelectual que uma pessoa seja capaz de realizar ▪ *Theory of mind AI (teoria da mente):* trata-se de dotar as máquinas de uma forma de "empatia" ou entendimento sobre o que os outros podem estar pensando ou sentindo e usar essa compreensão para tomar decisões mais eficazes em contextos sociais ou interativos ▪ *Self-Aware AI* (IA autoconsciente): além da capacidade de aprender e executar tarefas, a IA teria um nível de consciência reflexiva sobre suas próprias ações e existência
***Super AI* (Superinteligência Artificial)**
Conceito futurístico que descreve uma IA que supera a inteligência humana em todos os aspectos

IA: Inteligência Artificial.

Fonte: Desenvolvido pela autoria.

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

APRENDIZADO DE MÁQUINA (*MACHINE LEARNING*)

O aprendizado de máquina (ML, do inglês *machine learning*) é uma área da IA focada em desenvolver algoritmos e técnicas que permitem a máquinas aprenderem a partir de dados e a melhorarem seu desempenho em tarefas específicas sem que sejam explicitamente programadas (Quadro 1.3). A ideia central é que um sistema pode identificar padrões nos dados e usá-los para fazer previsões ou tomar decisões.

Quadro 1.3 – Tipos de aprendizado de máquina

Modalidade	Definição	Exemplos	Aplicações
Aprendizado supervisionado	Os algoritmos são treinados com um conjunto de dados rotulados, nos quais cada entrada tem uma saída correspondente	Regressão linear, árvores de decisão e redes neurais artificiais	Classificação de *e-mails* como *spam*, previsão de valores de mercado
Aprendizado não supervisionado	Não existem saídas rotuladas; o algoritmo tenta identificar estruturas ou padrões ocultos nos dados	Algoritmos de *clustering*, como k-means, e técnicas de redução de dimensionalidade, como PCA	Segmentação de clientes, detecção de anomalias
Aprendizado por reforço	Baseia-se na interação do agente com o ambiente, recebendo recompensas ou punições com base em suas ações	Algoritmos Q-learning e Deep Q-Networks (DQN)	Robótica, jogos como xadrez e Go, controle de sistemas autônomos

PCA: análise de componentes principais.

Fonte: Desenvolvido pela autoria.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

A Inteligência Artificial generativa (IA generativa) é uma categoria emergente que se concentra na capacidade dos sistemas de criar conteúdos, como imagens, música, texto e, até mesmo, vídeos. Esses sistemas são treinados em grandes conjuntos de dados e são capazes de gerar conteúdo com base nesse aprendizado.

Redes neurais generativas, como as redes adversariais generativas (GANs), são um exemplo proeminente de IA generativa e têm sido amplamente utilizadas em aplicações criativas, como geração de arte, *design* de produtos e, até mesmo, na criação de roteiros para filmes.

Embora a IA generativa ofereça benefícios e possibilidades criativas, também apresenta pontos negativos, como sua capacidade de refletir os preconceitos

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

presentes nos dados de treinamento, perpetuando estereótipos e desigualdades sociais. Ou, ainda, de manipular informações e disseminar notícias falsas.

PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL

O processamento de linguagem natural (NLP) é um subcampo da IA que explora como as máquinas podem entender, interpretar e gerar linguagem humana. Essa é uma área interdisciplinar que combina linguística, ciência da computação e estatística (Quadro 1.4).

Quadro 1.4 – Componentes principais do NLP

Análise morfológica	Estudo da estrutura e forma das palavras
Análise sintática	Compreensão da estrutura gramatical das frases
Análise semântica	Interpretação do significado das palavras e frases
Pragmática	Compreensão do contexto e da intenção

NLP: processamento de linguagem natural (do inglês *natural language processing*).

Fonte: Desenvolvido pela autoria.

Entre suas aplicações, há inúmeras funcionalidades disponíveis na atualidade: *chatbots* e assistentes virtuais (Alexa, *Google assistant*); tradução automática (*Google translate*); análise de sentimentos (ferramentas de avaliação de opiniões em redes sociais); geração de texto (modelos como transformadores generativos pré-treinados [GPT, do inglês *generative pre-trained transformer*]).

VISÃO COMPUTACIONAL

Visão computacional é o campo da IA dedicado a capacitar máquinas a interpretar e a entender o mundo visual, processando imagens e vídeos para extrair informações úteis (Quadro 1.5).

Quadro 1.5 – Principais técnicas de visão computacional

Detecção de objetos	Identifica e localiza objetos em imagens
Segmentação de imagens	Divide uma imagem em regiões para análise detalhada
Reconhecimento facial	Identifica rostos em imagens ou vídeos
Reconstrução 3D	Gera modelos tridimensionais a partir de dados bidimensionais

Fonte: Desenvolvido pela autoria.

Têm sido utilizadas aplicações de visão computacional em inúmeras áreas, como na Saúde (detecção de câncer em imagens de tomografia), segurança (sistemas de vigilância com reconhecimento facial), transporte (carros autônomos

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

que usam visão para navegação), entretenimento (realidade aumentada e efeitos visuais em filmes).

ROBÓTICA

A robótica é um subcampo da IA que integra *hardware* e *software* para criar dispositivos físicos que podem executar tarefas no mundo real de forma autônoma ou semiautônoma (Quadro 1.6).

Quadro 1.6 – Componentes essenciais da robótica

Percepção	Sensores para captar informações do ambiente
Planejamento	Algoritmos para decidir o melhor curso de ação
Controle	Execução das ações planejadas por meio de atuadores

Fonte: Desenvolvido pela autoria.

Têm sido utilizadas aplicações de robótica em inúmeras áreas, como na Saúde (cirurgias assistidas por robôs), serviços (robôs em assistência domiciliar ou entrega de mercadorias), exploração (robôs para explorar áreas inacessíveis, como o fundo do mar ou o espaço), manufatura (braços robóticos em linhas de montagem).

RACIOCÍNIO E REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO

Esse subcampo se concentra em como representar informações sobre o mundo de forma que máquinas possam entendê-las e usá-las para raciocinar e resolver problemas (Quadro 1.7).

É de especial interesse nas seguintes áreas: Medicina (diagnóstico automatizado); planejamento (sistemas para logística e gerenciamento); assistentes virtuais (modelagem de conhecimento para respostas contextuais).

Quadro 1.7 – Técnicas principais da IA em raciocínio e representação de conhecimento

Lógica	Usa regras e inferências para tomar decisões
Sistemas Especialistas	Com base em conhecimento codificado para resolver problemas em domínios específicos
Ontologias	Estruturas que descrevem relações entre conceitos

IA: Inteligência Artificial.

Fonte: Desenvolvido pela autoria.

A REVOLUÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ÁREA DA SAÚDE

Em específico, a integração da IA na Saúde representa uma das mais importantes transformações no setor nas últimas décadas. A capacidade da IA de

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

analisar vastas quantidades de dados, identificar padrões complexos e tomar decisões informadas está remodelando desde o diagnóstico de doenças até o planejamento de tratamentos personalizados. Essa convergência entre tecnologia e Medicina tem o potencial de melhorar significativamente a qualidade do cuidado, reduzir custos e salvar vidas. Em uma era em que os sistemas de Saúde enfrentam pressões crescentes em decorrência do envelhecimento da população, do aumento de doenças crônicas e das limitações orçamentárias, a IA emerge como uma solução poderosa para enfrentar esses desafios.

CONTEXTO HISTÓRICO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA SAÚDE

Os primeiros passos da IA na Medicina datam das décadas de 1960 e 1970, com o desenvolvimento de sistemas especialistas como o MYCIN que auxiliava no diagnóstico de infecções bacterianas. Embora promissores, esses sistemas enfrentaram limitações consequentes à capacidade computacional da época e à dificuldade de coletar dados de qualidade. Nas últimas duas décadas, porém, os avanços em ML, *big data* e computação em nuvem impulsionaram a IA a novos patamares, permitindo aplicações mais abrangentes e eficientes (Quadro 1.8).

Quadro 1.8 – Marcos da história da Inteligência Artificial na Saúde

Os primeiros passos da IA na Medicina (1950-1960)
▪ **1960 – Desenvolvimento de sistemas especialistas:** surge a ideia de sistemas que podem auxiliar em tomadas de decisões médicas. Embora rudimentares, esses sistemas já demonstravam potencial para melhorar diagnósticos
A era dos sistemas especialistas (1970-1980)
▪ **1972 – MYCIN:** criado na Universidade de Stanford, o MYCIN foi um sistema especialista desenvolvido para diagnosticar infecções bacterianas e recomendar tratamentos com antibióticos. Foi pioneiro no uso de regras com base em conhecimento ▪ **1975 – DENDRAL:** outro marco, também desenvolvido em Stanford, esse sistema ajudava a identificar estruturas moleculares de compostos químicos, contribuindo para avanços na Farmacologia
Avanços em aprendizado de máquina e Biomedicina (1990-2000)
▪ Sequenciamento do genoma humano: a utilização de IA para analisar vastas quantidades de dados genômicos possibilitou avanços na Medicina personalizada e na identificação de biomarcadores de doenças
***Big data* e diagnósticos automatizados (2000-2010)**
▪ **2005 – Watson da IBM:** inicialmente desenvolvido para competições de *quiz*, o Watson foi posteriormente adaptado para ajudar em diagnósticos médicos, analisando prontuários eletrônicos e recomendando tratamentos ▪ **2008 – Surgimento de aplicações de IA em imagens médicas:** algoritmos começam a ser usados para analisar exames como mamografias e tomografias, ajudando na detecção precoce de cânceres

(*Continua*)

PROIBIDA A VENDA DIREITOS AUTORAIS

Quadro 1.8 – Marcos da história da Inteligência Artificial na Saúde (*Continuação*)

Aprendizado profundo e expansão da IA na Saúde (2010-2020)
▪ **2012 – Revolução do *deep learning***: a aplicação de redes neurais profundas em dados médicos, como no estudo de Geoffrey Hinton, transformou o campo do diagnóstico por imagem ▪ **2017 – Detecção de retinopatia diabética:** algoritmos certificados pela FDA começam a ser usados para diagnosticar condições específicas de Saúde, como retinopatia diabética, diretamente a partir de imagens de retina
IA durante a pandemia de Covid-19 (2020 em diante)
▪ **2020 – IA no combate à Covid-19:** ferramentas de IA foram amplamente utilizadas para modelar a propagação do vírus, realizar consultas, identificar tratamentos potenciais e otimizar a distribuição de vacinas ▪ **2021 – Modelos generativos na descoberta de fármacos:** redes neurais começam a ser usadas para projetar novos medicamentos com base em simulações moleculares ▪ **2023 – *Chatbots* de IA para suporte psicológico:** com a popularização de modelos como o GPT, a IA passa a oferecer suporte emocional e intervenções em saúde mental

FDA: Food and Drug Administration; GPT: transformadores generativos pré-treinados (do inglês *generative pre-trained transformer*); IA: Inteligência Artificial.

Fonte: Desenvolvido pela autoria.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA SAÚDE

1. **Diagnóstico e detecção precoce de doenças:** a IA está sendo utilizada para identificar padrões em exames de imagem, como raios X, tomografias e ressonâncias magnéticas. Algoritmos de aprendizado profundo conseguem detectar condições como câncer e doenças cardiovasculares e pulmonares com precisão equivalente ou superior à de especialistas humanos.
2. **Medicina personalizada:** com a análise de dados genômicos e históricos médicos, a IA permite criar planos de tratamento adaptados às características individuais de cada paciente, aumentando a eficácia terapêutica.
3. **Gestão de dados em Saúde:** ferramentas de IA ajudam a organizar, analisar e extrair informações úteis de grandes volumes de dados, otimizando a gestão hospitalar e auxiliando na tomada de decisões.
4. **Telemedicina e cuidados remotos:** assistentes virtuais e sistemas de monitoramento com IA oferecem suporte a pacientes em suas casas, reduzindo a necessidade de visitas ao hospital e melhorando a adesão ao tratamento.
5. **Pesquisa biomédica:** a IA acelera a descoberta de novos medicamentos ao simular interações moleculares e identificar candidatos promissores para testes clínicos.

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

TENDÊNCIAS ATUAIS E FUTURO

A IA está transformando o campo da Saúde em um ritmo sem precedentes de progresso contínuo, impulsionado por inovações tecnológicas e necessidades médicas crescentes.

Com avanços futuros, como a integração de IA em dispositivos portáteis e o uso de modelos ainda mais sofisticados, o impacto da IA na Saúde promete se expandir significativamente.

Com o investimento contínuo em pesquisa, infraestrutura e regulação, as barreiras existentes podem ser superadas, permitindo que o pleno potencial da tecnologia seja alcançado para beneficiar a sociedade como um todo.

Bibliografia consultada

- Bishop CM. Pattern recognition and machine learning. Springer; 2006.
- Esteva A, Kuprel B, Novoa R et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. Nature; 2017.
- Goodfellow I, Bengio Y, Courville A. Deep learning. MIT Press; 2016.
- Jurafsky D, Martin JH. Speech and language processing. Pearson; 2023.
- LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. Nature; 2015.
- McCarthy J, Minsky ML, Rochester N, Shannon CE. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence; 1955.
- Obermeyer Z, Emanuel EJ. Predicting the future: big data, machine learning, and clinical medicine. New England Journal of Medicine; 2016.
- Rajkomar A, Dean J, Kohane I. Machine learning in medicine. New England Journal of Medicine; 2019.
- Russell S, Norvig P. Artificial intelligence: a modern approach. Pearson; 2021.
- Topol E. Deep medicine: how artificial intelligence can make healthcare human again. Basic Books; 2019.
- Turing AM. Computing machinery and Intelligence. Mind; 1950.

PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS