



## O uso da Inteligência Artificial na Medicina: os benefícios e desafios da parceria homem-tecnologia na saúde

The use of Artificial Intelligence in Medicine: the benefits and challenges of the human-technology partnership in health

El uso de la Inteligencia Artificial en Medicina: los beneficios y desafíos de la alianza hombre-tecnología en salud

Sophia Artiaga Gomes<sup>1</sup>, Júlia França Montanini<sup>1</sup>, Hermínio Maurício da Rocha Sobrinho<sup>1,2</sup>.

### RESUMO

**Objetivo:** Descrever as maneiras que as ferramentas de Inteligência Artificial (IA) influenciam a Medicina, seus benefícios e desafios, expondo ferramentas já existentes na área e abordando amplamente tanto o cuidado do paciente quanto o cotidiano dos profissionais da saúde. **Revisão bibliográfica:** Os benefícios da IA são significativos, predominantemente nas áreas de diagnósticos precoces via análise de exames de imagem, planejamento de tratamentos personalizados, previsão prognóstica, gestão em saúde e contribuições para uma Medicina mais eficaz, sempre em parceria com o profissional humano. Ademais, foram expostas diversas ferramentas, tanto em desenvolvimento quanto já disponíveis para o uso popular, assim como as empresas responsáveis por cada uma e suas respectivas funções, com fim de exemplificar os avanços tecnológicos já existentes. Contudo, ainda há dificuldades éticas, legais e operacionais que precisam ser superadas para a integração efetiva e em massa das tecnologias baseadas em IA na prática. **Considerações finais:** O impacto da IA na Medicina é inegável, sendo essencial a realização de mais estudos clínicos que comprovem e aprofundem o entendimento sobre a influência dessa nova tecnologia, garantindo que seus benefícios sejam maximizados e seus desafios adequadamente enfrentados.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial, Sistemas inteligentes, Ciência da computação médica, Informática em saúde, Diagnóstico por computador.

### ABSTRACT

**Objective:** Describe the ways in which Artificial Intelligence (AI) tools influence Medicine, their benefits and challenges, showcasing existing tools in the field and broadly addressing both patient care and the daily life of healthcare professionals. **Bibliographic review:** The benefits of AI are significant, predominantly in the areas of early diagnosis through image analysis, personalized treatment planning, prognostic prediction, health management, and contributions to a more effective Medicine, always in partnership with human professionals. Additionally, various tools, both in development and already available for popular use, were presented, as well as the companies responsible for each and their respective functions, to exemplify the existing technological advances. However, there are still ethical, legal, and operational difficulties that need to be overcome for the

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), Goiânia – GO.

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Goiás (UEG), Goiânia – GO.

effective and widespread integration of AI-based technologies in practice. **Final considerations:** The impact of AI on Medicine is undeniable, making it essential to conduct more clinical studies that prove and deepen the understanding of the influence of this new technology, ensuring that its benefits are maximized and its challenges adequately addressed.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Intelligent systems, Medical computer science, Health Informatics, Computer-aided diagnosis.

---

## RESUMEN

**Objetivo:** Describir las maneras en que las herramientas de Inteligencia Artificial (IA) influyen en la Medicina, sus beneficios y desafíos, mostrando herramientas ya existentes en el campo y abordando ampliamente tanto el cuidado del paciente como la vida cotidiana de los profesionales de la salud. **Revisión bibliográfica:** Los beneficios de la IA son significativos, predominantemente en las áreas de diagnóstico temprano a través del análisis de imágenes, planificación de tratamientos personalizados, predicción pronóstica, gestión en salud y contribuciones a una Medicina más eficaz, siempre en colaboración con los profesionales humanos. Además, se presentaron diversas herramientas, tanto en desarrollo como ya disponibles para el uso popular, así como las empresas responsables de cada una y sus respectivas funciones, para ejemplificar los avances tecnológicos existentes. Sin embargo, aún existen dificultades éticas, legales y operacionales que deben superarse para la integración efectiva y masiva de las tecnologías basadas en IA en la práctica. **Consideraciones finales:** El impacto de la IA en la Medicina es innegable, siendo esencial realizar más estudios clínicos que demuestren y profundicen el entendimiento sobre la influencia de esta nueva tecnología, asegurando que sus beneficios sean maximizados y sus desafíos adecuadamente abordados.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial, Sistemas inteligentes, Ciencia de la computación médica, Informática en salud, Diagnóstico por computadora.

---

## INTRODUÇÃO

John McCarthy, renomado cientista da computação e pesquisador na área da Inteligência Artificial (IA), foi o primeiro a utilizar-se desse termo, em 1956, durante a Conferência de Dartmouth. Assim, a IA foi descrita inicialmente como “a ciência e a engenharia de criar máquinas inteligentes” (MORAIS DMG, et al., 2020), capazes de replicar o intelecto humano e suas funções. Emergindo com uma força transformadora, a evolução da IA permitiu o nascimento de máquinas, ferramentas, softwares e aplicativos que revolucionaram diversas áreas da existência humana, e a Medicina não é exceção (KAUL V, et al., 2020).

Previamente à era da internet e smartphones, as tecnologias utilizadas na esfera médica eram limitadas às próteses, implantes, stents, aparelhos para realização de exames de imagem, entre outros dispositivos considerados clássicos. Porém, atualmente, com o surgimento de sistemas de comunicação avançados, smartphones, wearable devices, sensores corporais, dispositivos portáteis que monitoram os sinais vitais do paciente e múltiplas outras inovações, a forma de lidar com a saúde passou por uma transformação notável, à qual os profissionais da área precisaram se adaptar (BRIGANTI G e MOINE OL, 2020).

A IA, apesar de se apoiar nas tecnologias da computação já existentes, é uma entidade separada e distinta de tudo aquilo que é amplamente conhecido hoje, por ser capaz de lidar com problemas complexos, aprender com enorme quantidade de dados e atuar de modo semelhante ao cérebro humano, o que inclui compreensão, raciocínio, aprendizagem e capacitação (JOHNSON KB, et al., 2020). Alguns conceitos essenciais para a compreensão de como essas ferramentas são elaboradas incluem aprendizado de máquina (ou Machine Learning) e aprendizado profundo (ou Deep Learning), as quais serão explicadas durante o trabalho.

Estudos recentes vêm analisando a aplicabilidade da IA na esfera da saúde e assistência médica, visando, principalmente, auxiliar os profissionais da área no estabelecimento de diagnósticos, reduzindo assim os erros médicos; prever a sobrevivência do paciente; melhorar a eficiência operacional e gestão de dados nos hospitais; contribuir para a pesquisa e desenvolvimento de novos medicamentos; e colaborar com a evolução de uma

Medicina mais personalizada (ZUCOLOTTO TE, et al., 2023; DOURADO DA e AITH FMA, 2022). Contudo, a literatura traz também que ainda existem diversos desafios que devem ser superados para a implementação real da IA no cotidiano dos hospitais e no uso pelos pacientes e profissionais da saúde, podendo-se citar: o despreparo educacional para o manejo dessas tecnologias.

A falta de dados compartilhados disponíveis para o treinamento das ferramentas e softwares; a falta de uma estrutura legal que regule o uso da IA em ambientes profissionais, abordando a responsabilidade civil e as implicações éticas da monitorização constante de dados; a necessidade de validação das ferramentas via estudos clínicos clássicos, replicáveis, com maior pool amostral e sem viés; a possibilidade da perpetuação de preconceitos via algoritmos e o medo da substituição da mão de obra humana (BRIGANTI G e MOINE OL, 2020; NUNES HC, et al., 2022; LAURENT D, et al., 2022).

Dessa forma, o presente trabalho explora a perspectiva do uso da IA na Medicina, demonstrando alguns conceitos necessários da área da computação e abordando os avanços e as inovações existentes em variadas áreas de especialidade, além dos desafios atuais para sua aplicação e normalização na assistência à saúde.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A área da saúde passa por constantes avanços, transformações e adaptações tecnológicas, as quais visam sempre a melhora da qualidade de vida humana. A IA, um ramo da ciência da computação, encaixa-se como uma das grandes inovações de potencial transformador, que vem atraindo o interesse do meio científico e ganhando espaço nas especialidades médicas (SOARES RA, et al., 2023). Nesse sentido, objetiva-se abordar os benefícios e desafios da parceria homem-tecnologia de forma clara e compreensível.

### Conceitos

Para compreender plenamente o impacto da IA na Medicina, é essencial familiarizar-se com alguns termos e conceitos fundamentais. O **Quadro 1** a seguir apresenta definições e explicações de termos-chave que formam a base para compreensão de como as tecnologias de IA são aplicadas na prática médica e os desafios que elas apresentam.

**Quadro 1-** Conceitos fundamentais da área computacional referentes à Inteligência Artificial (IA).

Termo	Conceito	Referências
Inteligência Artificial (IA)	Termo geral que inclui diversos algoritmos e tecnologias capazes de percepção, racionalização, aprendizado, replicação e predição, igualando ou excedendo as capacidades biológicas humanas.	Belk RW, et al. (2023)
Aprendizado de máquina (machine learning)	Processo pelo qual sistemas captam dados, identificam padrões e geram suas próprias regras (via o uso de algoritmos como decision tree e hidden Markov models, por exemplo), fazendo predições e completando uma tarefa. Pode ser supervisionado, não-supervisionado ou misto.	Belk RW, et al. (2023); Gupta R, et al. (2021); Aung YYM, et al. (2021).
Aprendizado profundo (deep learning)	Tipo avançado de aprendizado de máquina que busca replicar o funcionamento dos neurônios e a compreensão do cérebro humano, treinando os modelos utilizando imensa quantidade de dados e múltiplas camadas de redes neurais. Sofre com o desafio do “black-box”.	Belk RW, et al. (2023); Liyanage H, et al. (2019).

Fonte: Gomes SA, et al., 2024.

### Benefícios

A inteligência artificial, no contexto atual, se mostra como uma ferramenta tecnológica capaz de trazer inúmeros facilitadores para o cotidiano dos profissionais de saúde, bem como para o atendimento, diagnóstico e evolução prognóstica dos pacientes, quando integrada ao existente trabalho laboral humano. Inicialmente, logo na porta do atendimento médico de urgência e emergência, é essencial que haja uma classificação de

risco dos pacientes admitidos na unidade visando o atendimento rápido daqueles mais vulneráveis e com maior risco de morte. Nesse sentido, uma ferramenta de IA foi capaz de fazer a estratificação de gravidade dos pacientes admitidos, bem como suas necessidades de cuidados intensivos, de maneira mais efetiva que os sistemas de pontuação e modelos de triagem até então preconizados (KANG D-Y, et al., 2020).

O crescente envelhecimento da população brasileira e, conseqüentemente, o aumento do número de acometidos por doenças crônicas têm gerado estresse na máquina da saúde pública, especialmente no que compete à atenção básica em saúde (BEARD JR e BLOOM DE, 2015), sendo, então, as ferramentas de aprendizado profundo da IA de extrema relevância para a não sobrecarga do sistema. Em prol da atenção básica, Abràmoff MD, et al. (2018) desenvolveu um sistema tecnológico de inteligência artificial aprovado pela Federal Drug Administration (FDA), nos Estados Unidos, capaz de, em contextos clínicos reais, promover o diagnóstico de retinopatia diabética (RD) nos pacientes da atenção primária.

Ademais, Gulshan V, et al. (2016) também traz uma ferramenta de IA pautada no aprendizado profundo e voltada para diagnóstico de RD e edema macular diabético em imagens de fundoscopia de olho, apresentando resultados teóricos extremamente positivos em relação à resposta diagnóstica. Ainda no contexto de melhora na eficiência do atendimento médico especializado, a IA tem apresentado grande relevância na compilação de prontuários eletrônicos, que cada dia estão sendo mais implementados nos ambientes hospitalares de saúde pública.

Essa tecnologia é capaz de ressaltar os pontos mais importantes do histórico médico de um paciente, além de fazer uma síntese de sua história de atendimentos, para tornar o cuidado promovido pelo médico mais direcionado e mais rápido, algo extremamente benéfico considerando que o fator tempo é uma variável imprescindível para o diagnóstico e prognóstico dos pacientes (DILSIZIAN SE e SIEGEL EL, 2013).

Em relação à eficácia da IA no diagnóstico de patologias através da análise de exames de imagem, uma ferramenta baseada no aprendizado profundo chamada “computer-aided diagnosis” (CADx) foi utilizada para diagnóstico diferencial de malignidade e benignidade de tumores em ultrassons e tomografias computadorizadas. Nessa aplicação, o CADx foi capaz de fornecer diagnósticos precisos e rápidos das lesões observadas através da análise e comparação de padrões de imagem previamente alimentadas ao software, demonstrando uma possibilidade revolucionária no auxílio do diagnóstico por imagem (CHENG JZ, et al., 2016).

Em um estudo realizado com pacientes de hospitais de Michigan, Nova York e Miami, nos Estados Unidos, foi analisada a aplicabilidade e eficiência de uma ferramenta baseada na combinação de histologia Raman estimulada (um método óptico de visualização de imagens) com redes neurais convolucionais profundas no diagnóstico de tumores cerebrais. A partir dos resultados, concluiu-se que nas análises que dependiam de avaliações mais amplas do paciente, que iam além das imagens histológicas, a ferramenta de inteligência artificial cometeu erros que os médicos patologistas não cometeram.

Já os diagnósticos erroneamente avaliados pelos profissionais de saúde foram corretamente diagnosticados pela ferramenta, devido à sua capacidade de análise mais refinada e minuciosa da imagem. Dessa forma, percebe-se o potencial de trabalho conjunto e parceria do médico com a tecnologia, e não a substituição da mão de obra, a fim de proporcionar um atendimento mais completo e eficaz ao paciente (HOLLON TC, et al., 2020). Ainda em relação a análise de exames de imagem através de ferramentas de aprendizado profundo buscando tecnologias capazes de auxiliar os profissionais da saúde na elaboração de diagnósticos, o Raio-X de Tórax se apresenta como um exame básico de extrema importância no manejo do paciente.

Através de uma base de dados chamada “ChestX-ray8” que contava com mais de 100.000 imagens radiológicas, foi possível a correta identificação e a determinação da localização espacial de doenças torácicas bastante comuns (como atelectasia pulmonar, cardiomegalia, nódulo, pneumonia e pneumotórax), contribuindo para a criação de aplicações clínicas significativas no ambiente hospitalar envolvendo identificação de padrões, análise de correlações entre doenças e geração automatizada de laudos radiológicos (WANG X, et al., 2017).

Cada vez mais exige-se precisão nos diagnósticos diferenciais, entre eles, no que compete às alterações elétricas cardíacas observadas pelo Eletrocardiograma de 12 derivações. Testes feitos com ferramentas de IA baseadas em aprendizado profundo foram capazes de identificar corretamente alterações como fibrilação atrial, infarto agudo do miocárdio e diferentes arritmias, promovendo diagnósticos rápidos que possam nortear o atendimento de profissionais de saúde que não sejam especialistas cardiovasculares ou daqueles que estejam ainda no ambiente acadêmico (THIAGARAJAN JJ, et al., 2020; RIBEIRO AH, et al., 2020).

Ademais, além da realização de diagnósticos diferenciais que se equiparam ou até superam os resultados apresentados pelos profissionais da saúde, essas ferramentas são capazes de estabelecer prognósticos com elevada acurácia para os pacientes acometidos por essas alterações cardiovasculares (RAGHUNATH S, et al., 2020). O Brasil, em especial após o período de pandemia do COVID-19, passou a integrar exponencialmente as tecnologias da informação e da IA na administração da saúde pública.

Com a popularização da telemedicina em um momento que as restrições de deslocamento eram estritas, tornou-se natural a preferência da população por esse tipo de atendimento, principalmente para aquelas famílias que possuem dificuldades de se locomoverem para o ambiente hospitalar por problemas de saúde. Com isso, o sistema de saúde pública do país passou a inserir ferramentas e softwares (como o “Projeto e-SUS Atenção Básica”) com o objetivo de facilitar o acesso da população a informações de saúde básica, integrar os prontuários em uma rede única de acesso nacional e devolver estatísticas de grande importância para os gestores hospitalares (LEMES MM e LEMOS ANLE, 2020).

Por fim, é de extrema relevância a inserção do Brasil no cenário de criação e desenvolvimento de ferramentas e softwares de inteligência artificial, se tornando uma nação com potencial exportador de tecnologia, e não apenas de importação desse produto, que, no contexto atual, tem se tornado um dos mais cobiçados e valiosos.

A partir da existência de um Sistema Único de Saúde (SUS) que integra os diferentes níveis de atendimento assistencial à população, o país é capaz de desenvolver ferramentas que se alimentam de uma grande quantidade de dados agrupados e fornecem um retorno significativo à sociedade. Desta forma, o Conecte SUS, desenvolvido pela Estratégia de Saúde Digital do Ministério da Saúde do Brasil, e o Projeto EB S@úde, criado e utilizado pelo Exército Brasileiro, são bons exemplos destas ferramentas (CASSIANO B, 2020; LEMES MM e LEMOS ANLE, 2020).

### Softwares e Ferramentas da IA na Medicina

Atualmente existem inúmeras empresas e instituições de ensino que buscam aprimorar a funcionalidade da IA na Medicina através da criação de sites, apps ou algoritmos que possam ser utilizados por profissionais de saúde, por administradores hospitalares ou até mesmo pelos próprios pacientes. Dentre as atuais ferramentas e softwares em estudo ou que já estão sendo implementadas nos ambientes de saúde, foram elencadas algumas das principais no (**Quadro 2**).

**Quadro 2** - Principais ferramentas de IA aplicadas à Medicina

N	Ferramenta	Empresa	Função	Referências
1	Kardia	AliveCor	Ferramenta desenvolvida para uso no Apple Watch (relógio tecnológico da marca Apple) capaz de identificar episódios de fibrilação atrial (FA) em pacientes usando o aparelho, contribuindo para, além da identificação do distúrbio elétrico, da tomada de decisão correta acerca da necessidade de realização de cardioversão. Em comparação à análise do ECG, apresentou 93% de sensibilidade e 84% de especificidade na identificação de FA.	Bumgarner JM, et al. (2018)
2	Sistema Guardian™ Connect continuous	Medtronic	Ferramenta de monitoramento dos níveis de glicose que apresenta os valores de glicemia do paciente em tempo real em seu smartphone. O programa também é capaz de alertar com	Abraham SB, et al. (2019)

	glucose monitoring		antecedência a ocorrência de elevações ou rebaixamentos importantes dos níveis de glicose do paciente tanto para o próprio usuário, quanto para contatos de emergência selecionados, promovendo uma maior segurança ao indivíduo diabético. Ademais, as informações das variações glicêmicas ficam armazenadas para eventual avaliação posterior.	
3	Embrace	Empatica	Instrumento de detecção dos sinais fisiológicos indicativos de convulsões tônico-clônicas generalizadas incorporado em uma pulseira tecnológica, possibilitando o paciente se preparar para o episódio e entrar em contato com seus contatos de emergência. O dispositivo também é capaz de armazenar as informações acerca da crise convulsiva para posterior avaliação médica.	Regalia G, et al. (2019)
4	Paige Prostate Alpha	Paige	Sistema baseado na inteligência artificial especializado na detecção de câncer de próstata na avaliação patológica de biópsias por agulha de próstata coradas com hematoxilina e eosina. Com o auxílio dessa ferramenta, os médicos patologistas foram capazes de melhor identificar tumores de pequeno tamanho/estágios iniciais e gastaram menos tempo na avaliação das imagens.	Raciti P, et al. (2020)
5	Alpha Fold	Deep Mind (Google)	Utiliza técnicas de Deep Learning (aprendizado profundo) em modelos de ensaios moleculares para resolver um problema conhecido como “dobramento de proteínas”, visando aumentar a compreensão acerca da estrutura dessas moléculas a fim de encaminhar soluções que vão desde a compreensão da base celular da vida à descoberta de drogas e à cura de doenças. Atualmente, essa ferramenta já foi utilizada para criação de soluções para a poluição dos plásticos e para o entendimento acerca da resistência aos antibióticos.	Zaparolli D. (2022)
6	Neonpass	Hoobox, apoiada pela FAPESP	Ferramenta voltada para a gestão hospitalar que agrega todas as informações do paciente em um único sistema, facilitando a triagem dele dentro do ambiente hospitalar, promovendo um atendimento mais especializado e mais ágil. Fornece informações aos gestores acerca das alas em maior utilização dentro do centro de saúde, dos medicamentos sendo prescritos, dos exames sendo solicitados, dentre outras informações de extrema relevância para esses profissionais.	Zaparolli D. (2022)
7	Sadia	Hoobox, apoiada pela FAPESP	Sistema que será incorporado ao Neonpass que utiliza visão computacional (as informações são colhidas através de uma câmera no leito) e IA para detectar o risco de queda do paciente no leito e de úlcera de pressão, sendo capaz de acionar o devido atendimento da enfermagem. Além disso, o sistema identifica a categoria de profissional que realiza diferentes procedimentos próximos ao leito, contabilizando o total de horas assistenciais, informações importantes para os gestores hospitalares.	Zaparolli D. (2022)

8	Watson Health	IBM	Ferramenta tecnológica que promove o compartilhamento de dados entre os profissionais da saúde, permitindo o uso dessas informações para gestão dos ambientes hospitalares, realização de pesquisas, indicação de tratamento mais viável e previsão de efeitos colaterais e possíveis complicações. Atualmente se destaca nas áreas de tratamento e pesquisa oncológicas, levando à redução de custos do atendimento e à aprimoração do valor da área da saúde e serviços sociais pelo uso da medicina de precisão.	Nunes HC, et al. (2022)
9	Conecte SUS	Estratégia de Saúde Digital do Ministério da Saúde	Criado com o intuito de proporcionar informatização e modernização da rede de atendimento do Sistema Único de Saúde (SUS).	Cassiano B. (2020)
10	Projeto EB S@úde	Exército Brasileiro	Ferramenta que se alimenta de base de dados de saúde militares, com o objetivo de reduzir os custos e de melhorar a eficiência dos recursos materiais, humanos e financeiros disponíveis.	Lemes MM, Lemos ANLE (2020)
11	Painel de Indicadores do Sistema de Saúde do Exército (PI-SSEx)	Exército Brasileiro	Ferramenta capaz de proporcionar aos gestores em saúde militar informações essenciais para a tomada de decisões.	Lemes MM, Lemos ANLE (2020)
12	Estratégia e-SUS Atenção Básica	Departamento de Atenção Básica	Instrumento de propõe reestruturar o Sistema de Informação em Saúde para a Atenção Básica (SISAB) a fim de auxiliar a organização das Unidades Básicas de Saúde (UBS) quanto às tecnologias, unificando as informações em uma única base de dados e permitindo que, através do Cartão Nacional de Saúde, as informações do paciente possam ser acessadas em qualquer UBS.	Cielo AC, et al. (2022)

Fonte: Gomes SA, et al., 2024.

## Desafios

O primeiro contratempo na integração da IA na área da saúde é a dificuldade na aquisição de dados para treinamento das ferramentas tecnológicas, uma vez que elas precisam de uma extensa quantidade de informações para classificarem e preverem diferentes tarefas com alto nível de eficiência. Idealmente, modelos baseados no aprendizado de máquina precisam treinar continuamente com novos dados para continuarem melhorando sua performance, mas isso é dificilmente possível, considerando que ainda há um grande receio sobre o compartilhamento de registros de pacientes entre instituições (AUNG YYM, et al., 2021).

Além disso, vale ressaltar que, atualmente, grande parte dos exames são anotados no papel ou armazenados na forma de fotos e arquivos em Portable Document Format (PDF), dificultando sua integração (RIBEIRO AH, et al., 2020). Preocupações com a segurança e privacidade dos dados individuais estão na base desse desafio, sendo absolutamente necessário o consentimento do paciente para o uso de suas informações no desenvolvimento de novos softwares e pesquisas da área.

Um exemplo disso é o caso da junção do DeepMind com o Google Health em 2018; a sua aplicação, Streams, contendo um algoritmo para gerir pacientes com lesões renais agudas, utilizou os dados de 1,6 milhões de pacientes sem o seu consentimento para o treinamento da ferramenta, oferecidos pelo Royal Free London NHS Foundation Trust (Inglaterra). Desde então, as empresas foram imensamente criticadas e o debate sobre privacidade na era tecnológica esteve em alta, assim como as possíveis complicações legais, as quais ainda serão abordadas (POWLES J e HODSON H, 2017; AUNG YYM, et al., 2021).

Seguidamente, mesmo quando os dados são adquiridos, há preocupações com a qualidade e completude dos mesmos, tendo em vista que não há norma que padronize o registro das informações dos pacientes nos prontuários, havendo variações regionais e de hospital para hospital. Ademais, é preciso considerar que há uma diferença importante entre as enfermidades que afetam populações de diferentes partes do mundo, assim como predisposições genéticas e situações socioeconômicas distintas. Ou seja, uma ferramenta de IA treinada majoritariamente com dados de pacientes noruegueses pode não apresentar a mesma eficiência ao avaliar casos de pacientes brasileiros, por exemplo (LIYANAGE H, et al., 2019; ZAPAROLLI D, 2022; AUNG YYM, et al., 2021).

Ainda, é essencial abordar a possível perpetuação de vieses e preconceitos via algoritmos treinados com dados que representam injustamente certas classes sociais, gêneros e etnias. Hardesty L (2018) demonstra um exemplo desse descuido ao escrever para MIT News sobre o caso de um software de análise facial baseado em IA, o qual mostrou taxa de erro de 0,8% para determinar o gênero de homens de pele clara e erro de 34,7% para mulheres de pele escura, uma taxa de ineficiência quarenta e três vezes maior.

Chakraborty J, et al. (2021) descrevem que as causas dos vieses estão relacionadas a quais dados foram coletados e quais rótulos lhes foram atribuídos, sugerindo o algoritmo Fair-SMOTE para reequilibrar as distribuições internas e remover dados tendenciosos, supostamente solucionando o problema. Contudo, um perigo importante com a mutação de dados é que associações importantes entre variáveis podem ser perdidas.

Em relação ao software em si, ainda há o problema do *black-box*, termo que se refere a modelos cujos modos de operação não podem ser analisados e apenas os valores de entrada e saída são compreensíveis. Ao utilizar qualquer ferramenta de IA no ambiente clínico, é essencial que o profissional consiga conhecer e acompanhar o processo de raciocínio seguido pela ferramenta, pois as decisões tomadas envolvem vidas humanas e precisarão ser reavaliadas pelo profissional.

Todavia, em muitos modelos de aprendizado de máquina (evidentemente em modelos de aprendizagem profunda), devido à sua complexidade, o processo de tomada de decisão não consegue ser destrinchado, visto que há o envolvimento de uma densa rede de milhões de neurônios artificiais conectados em série em múltiplas camadas. Assim, diversas dúvidas permanecem, como: todas as informações relevantes foram utilizadas durante o treinamento?; as correlações identificadas podem ser generalizadas?; existe uma relação causal para as correlações identificadas ou são aleatórias?; entre outras (GALLÉE, et al., 2023).

As responsabilidades legais são de extrema importância na exploração do tópico apresentado. Como os dados de saúde são muitas vezes complexos, confidenciais e sujeitos a regulamentos rigorosos de privacidade, é essencial que os investigadores e educadores trabalhem em colaboração com profissionais médicos, cientistas de dados e organismos reguladores com fim de garantir que os dados utilizados no treinamento de algoritmos de IA sejam precisos e obtidos eticamente (DAVE M e PATEL N, 2023).

Ademais, a questão do *black-box*, por exemplo, representa um problema legal caso as recomendações oferecidas pelo software estejam erradas, uma vez que ele não pode fornecer justificativa para si próprio. Essa barreira afeta negativamente a compreensão científica da conexão entre os dados e as previsões, pode minar a confiança dos pacientes no sistema e gera dúvidas sobre a responsabilização civil, ou seja, quem será responsável por erros cometidos via o uso dessas tecnologias (AUNG YYM, et al., 2021). Quando os desafios abordados anteriormente forem superados e os sistemas aprovados para o uso na saúde, ainda há de se lidar com o despreparo da população geral para lidar com a Medicina digital.

Nikola P, et al. (2023) destacam que os sistemas de educação médica têm sido lentos na adaptação à era da IA, resultando numa escassez de educação específica nas escolas médicas, e defendem a incorporação dos seguintes temas: ética, teoria e aplicação, comunicação, colaboração, atitude e melhoria da qualidade e percepção. Em adição, um fator polêmico relacionado à dificuldade de aceitação da educação sobre IA é o medo crescente quanto ao risco de ela substituir o profissional humano. Sendo assim, é função dos comitês de bioética advogar para que seja implementada a capacitação periódica no manejo do sistema de IA escolhido, com enfoque especial no princípio da beneficência (NUNES H, et al., 2022).

Por fim, há também a falta de evidências empíricas que comprovem a eficácia de intervenções baseadas em IA na prática por meio de estudos clínicos prospectivos, ou seja, a validação clínica ainda é insuficiente. Os estudos existentes foram conduzidos majoritariamente em ambientes artificiais, havendo certa dificuldade em compará-los com a rotina real de uma unidade de saúde. Logo, é recomendado que a validação seja realizada via estudos que utilizem dados de alta diversidade demográfica e técnica, o que pode ser mais bem providenciado por centros de dados multicentrais (LAURENT D, et al., 2022; AUNG YYM, et al., 2021).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A influência da IA na Medicina é inegável, crescendo rapidamente e trazendo consigo uma série de benefícios e desafios. Entre os benefícios, destacam-se o auxílio no diagnóstico de doenças, redução de erros médicos, previsão de sobrevida de pacientes, melhorias na eficiência operacional dos sistemas de saúde e contribuições para uma Medicina mais personalizada. No entanto, a implementação dessas tecnologias, na prática, enfrenta desafios significativos, que ainda precisam ser superados para o desenvolvimento e incorporação das ferramentas no cotidiano. Logo, é essencial que mais estudos sejam realizados para comprovar e aprofundar o entendimento sobre a influência da IA na área da saúde, garantindo que seus benefícios sejam maximizados e seus desafios, adequadamente enfrentados.

## REFERÊNCIAS

1. ABRAHAM SB, et al. Improved Real-World Glycemic Control With Continuous Glucose Monitoring System Predictive Alerts. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 2019; 15(1): 193229681985933.
2. ABRÀMOFF MD, et al. Pivotal trial of an autonomous AI-based diagnostic system for detection of diabetic retinopathy in primary care offices. *npj Digital Medicine*, 2018; 1(1).
3. AUNG YYM, et al. The promise of artificial intelligence: a review of the opportunities and challenges of artificial intelligence in healthcare. *British Medical Bulletin*, 2021; 139(1): 4–15.
4. BEARD JR e BLOOM DE. Towards a comprehensive public health response to population ageing. *The Lancet*, 2015; 385(9968): 658–661.
5. BELK RW, et al. Key concepts in artificial intelligence and technologies 4.0 in services. *Service Business*, 2023; 17(1): 1–9.
6. BRIGANTI G e MOINE OL. Artificial Intelligence in Medicine: Today and Tomorrow. *Frontiers in Medicine*, 2020; 7(27).
7. BUMGARNER JM, et al. Smartwatch Algorithm for Automated Detection of Atrial Fibrillation. *Journal of the American College of Cardiology*, 2018; 71(21): 2381–2388.
8. CASSIANO B. Alagoas recebe mais R\$ 2 milhões para informatização de equipes de saúde. Agência Saúde. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2020/fevereiro/alagoas-recebe-mais-r-2-milhoes-para-informatizacao-de-equipes-de-saude>. Acessado em: 20 de junho de 2024.
9. CHAKRABORTY J, et al. Bias in machine learning software: why? how? what to do? *Proceedings of the 29th ACM Joint Meeting on European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering*, 2021.
10. CHENG JZ, et al. Computer-Aided Diagnosis with Deep Learning Architecture: Applications to Breast Lesions in US Images and Pulmonary Nodules in CT Scans. *Scientific Reports*, 2016; 6(1).
11. CIELO AC, et al. Implantação da Estratégia e-SUS Atenção Básica: uma análise fundamentada em dados oficiais. *Revista de Saúde Pública*, 2022; 56: 5.
12. DAVE M e PATEL N. Artificial intelligence in healthcare and education. *British Dental Journal*, 2023; 234(10): 761–764.
13. DERCLE L, et al. Artificial intelligence and radiomics: fundamentals, applications, and challenges in immunotherapy. *Journal for ImmunoTherapy of Cancer*, 2022; 10(9): 5292.
14. DILSIZIAN SE e SIEGEL EL. Artificial Intelligence in Medicine and Cardiac Imaging: Harnessing Big Data and Advanced Computing to Provide Personalized Medical Diagnosis and Treatment. *Current Cardiology Reports*, 2013; 16(1).
15. DOURADO DA e AITH FMA. A regulação da inteligência artificial na saúde no Brasil começa com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais. *Revista de Saúde Pública*, 2022; 56(80).
16. GULSHAN V, et al. Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *JAMA*, 2016; 316(22): 2402.

17. GUPTA R, et al. Artificial intelligence to deep learning: machine intelligence approach for drug discovery. *Molecular Diversity*, 2021; 25(3): 1–46.
18. HARDESTY L. Study finds gender and skin-type bias in commercial artificial-intelligence systems. *Revista MIT News*, 2018. Disponível em <https://news.mit.edu/2018/study-finds-gender-skin-type-bias-artificial-intelligence-systems-0212>. Acessado em: 23 de fevereiro de 2024.
19. HOLLON TC, et al. Near real-time intraoperative brain tumor diagnosis using stimulated Raman histology and deep neural networks. *Nature Medicine*, 2020; 26(1): 52–58.
20. JOHNSON KB, et al. Precision Medicine, AI, and the Future of Personalized Health Care. *Clinical and Translational Science*, 2020; 14(1): 86–93.
21. KANG DY, et al. Artificial intelligence algorithm to predict the need for critical care in prehospital emergency medical services. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 2020; 28(1).
22. KAUL V, et al. History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal Endoscopy*, 2020; 92(4): 807–812.
23. LEMES MM e LEMOS ANLE. O uso da inteligência artificial na saúde pela Administração Pública brasileira. *Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário*, 2020; 9(3): 166–182.
24. LIYANAGE H, et al. Artificial Intelligence in Primary Health Care: Perceptions, Issues, and Challenges. *Yearbook of Medical Informatics*, 2019; 28(1): 41–46.
25. MORAIS DMG, et al. O conceito de inteligência artificial usado no mercado de softwares, da educação tecnológica e na literatura científica. *Educação Profissional e Tecnológica em Revista*, 2020; 4(2): 98–109.
26. NUNES HC, et al. Desafios bioéticos do uso da inteligência artificial em hospitais. *Revista Bioética*, 2022; 30: 82–93.
27. PI-SSEx. PAINEL DE INDICADORES DO SISTEMA DE SAÚDE DO EXÉRCITO. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.centraldeservicos.dsau.eb.mil.br/index.php/pt-br/painel-de-indicadores>. Acessado em: 20 de junho de 2024.
28. POWLES J e HODSON H. Google DeepMind and healthcare in an age of algorithms. *Health and Technology*, 2017; 7(4): 351–367.
29. PUPIC N, et al. An evidence-based approach to artificial intelligence education for medical students: A systematic review. *PLOS digital health*, 2023; 2(11): 255.
30. RACITI P, et al. Novel artificial intelligence system increases the detection of prostate cancer in whole slide images of core needle biopsies. *Modern Pathology: An Official Journal of the United States and Canadian Academy of Pathology*, 2020; 33(10): 2058–2066.
31. RAGHUNATH S, et al. Prediction of mortality from 12-lead electrocardiogram voltage data using a deep neural network. *Nature Medicine*, 2020; 26(6): 886–891.
32. REGALIA G, et al. Multimodal wrist-worn devices for seizure detection and advancing research: Focus on the Empatica wristbands. *Epilepsy Research*, 2019; 153: 79–82.
33. RIBEIRO AH, et al. Automatic diagnosis of the 12-lead ECG using a deep neural network. *Nature Communications*, 2020; 11(1).
34. SOARES RA, et al. O uso da inteligência artificial na medicina: aplicações e benefícios. *Research, Society and Development*, 2023; 12(4): 5012440856.
35. THIAGARAJAN JJ, et al. DDxNet: a deep learning model for automatic interpretation of electronic health records, electrocardiograms and electroencephalograms. *Scientific Reports*, 2020; 10(1).
36. WANG X, et al. ChestX-Ray8: Hospital-Scale Chest X-Ray Database and Benchmarks on Weakly-Supervised Classification and Localization of Common Thorax Diseases. *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2017.
37. ZAPAROLLI D. A inteligência artificial chega à saúde. *Revista Pesquisa FAPESP*. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-inteligencia-artificial-chega-a-saude/>. Acessado em: 23 de fevereiro de 2024. 2022; 332.
38. ZUCOLOTTI TE, et al. A inteligência artificial na medicina: aplicações atuais e potenciais. *Brazilian Journal of Health Review*, 2023; 6(6): 31237–31247.