
**O IMPACTO DAS NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA MEDICINA MODERNA:
UMA DISCUSSÃO PERTINENTE**

Kalebe Furlan de Oliveira ¹
Marcelo Yukio Yamamoto ²

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo discutir sobre os impactos da tecnologia na medicina moderna, com ênfase nas reações de profissionais de saúde e pacientes em relação à crescente implementação. Muito disso se deve em grande parte às tensões e insegurança dos próprios profissionais da área que veem o avanço tecnológico como uma perda da autonomia no atendimento. Tal sentimento, também, é verificado nos pacientes, principalmente, no que se refere à possível falta de humanização no atendimento e no tratamento, tornando, desse modo, mais difícil a aprovação das partes. A metodologia utilizada é uma revisão bibliográfica que analisa como a tecnologia pode ser implementada de maneira clara e eficaz, visando compreender seus impactos. Como resultados, propõe-se a criação de regulamentações adequadas para facilitar a adoção dessas mudanças e, conseqüentemente, ampliar sua aceitação tanto pelos profissionais quanto pelos pacientes.

130

Palavras-chave: tecnologia; adoção; inovação; relação médico-paciente.

ABSTRACT

This work aims to discuss the impacts of technology on modern medicine, with an emphasis on the reactions of healthcare professionals and patients in relation to the increasing implementation. Much of this is largely due to the tensions and insecurity of professionals in the field who see technological advances as a loss of autonomy in care. This feeling is also seen in patients, especially with regard to the possible lack of humanization in care and treatment, thus making approval of the parties more difficult. The methodology used is a literature review that analyzes how technology can be implemented in a clear and effective way, aiming to understand its impacts. As a result, it is proposed to create appropriate regulations to facilitate the adoption of these changes and, consequently, increase their acceptance by both professionals and patients.

Keywords: technology; adoption; innovation; doctor-patient relationship.

¹ Discente do curso de ciência da computação, Universidade Filadélfia.

² Docente do curso de ciência da computação, Universidade Filadélfia.

1 INTRODUÇÃO

Em diversos setores da sociedade como a saúde, educação, economia e outros, o avanço contínuo da tecnologia tem se mostrado responsável pela mudança e transformação, evidentemente a área da saúde que tem seu valor de importância na dinâmica social, não é exceção diante desse fenômeno. Conseqüentemente, com o advento da tecnologia digital de informação e comunicação na sociedade capitalista, a área da saúde é alvo de implementação de ferramentas tecnológicas digitais inovadoras e, nesse sentido, é potencialmente fundamental para o processo de inserção dos diagnósticos mais avançados, principalmente no que tange ao processo de tratamento e atendimento dos pacientes.

A problemática envolvente é: Quais são os impactos da tecnologia na medicina moderna e quais são as percepções dos profissionais e pacientes na área da saúde? A partir disso, o objetivo geral deste texto é discutir sobre os impactos da tecnologia na medicina moderna, tendo como foco apresentar as respostas dos profissionais na área da saúde e dos seus pacientes em relação ao aumento da implementação da tecnologia na medicina.

Ao debruçar na história e nos avanços tecnológicos, a vastidão de novas ferramentas têm sido alvo de destaque no campo da ciência, na saúde com a medicina moderna que, traz a presença avançada dos sistemas de informação, auxílio da robótica para intervenções cirúrgicas, equipamentos de imagens, etc. Ainda mais recente, há a introdução de processos autônomos e, conseqüentemente, o aprendizado de máquinas, especialmente no que há de mais novo que é a inteligência artificial (IA), que está cada vez mais no centro de interesses da área, principalmente, por conta de sua incrível capacidade de auxílio para com os profissionais no que se refere aos procedimentos médicos de diagnósticos, prognósticos e terapias personalizadas para o paciente, como pode ser lido no trabalho do grupo OpenMedscience (2023).

Essas novas ferramentas processam uma quantidade muito maior de dados clínicos fornecendo resultados que, com a capacidade humana, demandariam horas de trabalho e análise, portanto tem grande potencial para ajudar na eficiência dos diversos processos médicos existentes. A IA, nesse sentido, pode contribuir na

identificação de alguns padrões que às vezes o olho humano assim como a própria interpretação do profissional encontra dificuldade em perceber, tais como: exames de imagem, resultados laboratoriais que identificam, por exemplo, tumores mais precisamente, permitindo realizar diagnósticos precoces e tratamentos exclusivos. Usando o tratamento personalizado com base na genética, no ambiente e até mesmo no estilo de vida do paciente, pode até mesmo sugerir intervenções devido a singularidade dos pacientes.

Porém, apesar de todos os fatos apresentados, ainda existem obstáculos considerados a serem enfrentados quanto a adoção dessas tecnologias na área da saúde, podendo ser visto essa resistência tanto nos profissionais quanto nos pacientes. Muitas vezes, essa negação pode ser devido a motivos mais profundos do que aparente, sendo eles resultados de preocupações legítimas que podem variar a justamente a técnica envolvida ou até mesmo dilemas éticos da psicologia, portanto esse fato precisa ser abordado com seriedade caso esperemos poder implementar essas tecnologias dando a elas chance de alçarem todo o potencial que podem abrir na área, assim como realça Joon *et al.* (2020).

132

Para Joon *et al.* (2020), os profissionais da saúde temem as novas tecnologias digitais por conta do medo de perder a autonomia no que tange a atuação profissional. Ainda, a introdução das novas tecnologias digitais pode desencadear tensões em relação ao processo de decisões clínicas em consonância ao poder de decisão das máquinas, desvalorizando, assim, o conhecimento, a experiência e o julgamento do profissional humano. Portanto, a simples ideia de que um simples *software* independente do quão simples seja possa substituir a experiência de anos de um profissional, é um dos maiores fatores quanto a resistência dos profissionais a essas tecnologias.

O temor dos profissionais tem aumentado gradualmente, especificamente, em relação à tomada de decisões baseada em algoritmos que independentemente de sua precisão, são desprovidos de empatia, intuição e afetividade que é de grande relevância no tratamento mais humanizado do paciente. “A educação contínua é vital para profissionais médicos e administradores de saúde, mas esses profissionais muitas vezes têm agendas lotadas e podem não ter tempo para aprender as tecnologias mais recentes.” (USC, 2023, p.1)

Outro fator que gera resistência dos profissionais segundo Joon *et al.* (2020), quanto a implementação das tecnologias digitais, é justamente a falta de regulamentos e diretrizes criadas quanto ao uso da IA na medicina. Quando há o erro de diagnóstico ou falha no tratamento não possuímos uma resposta clara de quem efetivamente é o responsável. Afinal quem seria o responsável? O médico que fez a interpretação dos dados que foram obtidos pela IA, ou então a própria tecnologia que obteve os dados? Essa falta de certeza dentro da legislação e no próprio código ético, também é um dos fatores que amplificam a hesitação quanto a implementação da tecnologia, já que por ventura desses erros, pode haver um processo contra o profissional ou um dano moral a sua reputação assim como ressalta Miller (2020).

Em contrapartida aos profissionais da saúde, os pacientes que de modo geral estariam sendo beneficiados pelos avanços tecnológicos digitais, principalmente em relação à agilidade na resposta dos diagnósticos, acabam, por sua vez, sendo mais resistentes ainda. Por conseguinte, um dos maiores fatores que levam a essa resistência por parte dos pacientes, se deve à preocupação com a possível ausência de humanidade nas interações médico-paciente assim como mencionado por Joon *et al.* (2020). Para muitas pessoas a área da saúde não se resume a diagnósticos ou eficiência de tratamento, mas envolve também um cuidado mais humanizado. O toque humano e a presença do médico, são considerados fundamentais pelos pacientes, temem que a introdução dessas novas tecnologias, possam vir a tirar a humanização do tratamento médico, fazendo com que o cuidado se torne friamente mecanizado, tirando assim o conforto emocional do contato humano.

Além de tudo isso, ainda temos a grande desconfiança quanto a precisão e competência dessas tecnologias. Embora a IA comprovadamente consiga processar uma enorme quantidade de dados com extrema rapidez, ainda sim muitos têm relutância em aceitar cegamente um resultado fornecido por uma máquina, principalmente em situações adversas ou de risco. Sendo assim, a simples ideia de ser diagnosticado por um algoritmo, faz com que os pacientes se sintam ansiosos, principalmente porque as máquinas não conseguem levar em conta fatores pessoais, como preferências e valores éticos, da mesma maneira que um ser humano faria, conforme evidenciado pelo estudo de Fierce Healthcare (2023).

A privacidade dos dados torna-se uma preocupação comum na atualidade.

Muitos dos pacientes não se sentem confortáveis em saber que seus dados médicos estão sendo coletados, armazenados e analisados pelos sistemas de IA. O medo do uso inadequado dessas informações, como acesso de hackers, ou principalmente por empresas de má índole que só pensam em ganhar dinheiro usando esses dados pessoais, levanta uma grande barreira quando o assunto é a aprovação das pessoas para com essas tecnologias. Portanto, isso exige por parte dos profissionais, uma transparência quanto ao uso dos dados e o desenvolvimento de sistemas de segurança robustos a fim de proteger os dados dos pacientes e, assim, reduzir essa preocupação.

No que se refere ao potencial revolucionário das novas tecnologias digitais na saúde, Topol (2019) considera que a função principal vai além de substituir os profissionais da saúde, mas corroborar nas áreas em que há limitação humana. A IA pode ser extremamente eficiente ao ajudar em uma personalização dos cuidados médicos, oferecendo mais precisão e agilidade baseada nas coisas específicas de alguns pacientes.

No contexto dessa discussão, a radiologia é um exemplo claro, especialmente ao relacionar as demandas técnicas dos sistemas de IA que demonstraram uma enorme capacidade analítica das imagens, com precisão e velocidade impressionantes. Em alguns casos, esses sistemas conseguem até mesmo superar os especialistas altamente experientes na área. Davenport e Kalakota (2019) destacam que dentro das áreas da radiologia e da oncologia, as capacidades dos sistemas de IA para lidar com uma imensa quantidade de dados, que humanos levariam horas para analisar, tornam-se essenciais para o tratamento dos pacientes, pela rapidez, detalhamento e resultados obtidos.

Além dos fatos já mencionados, em um cenário com a medicina personalizada, a IA tem a capacidade de identificar medicamentos apropriados ou sugerir tratamentos baseando-se no perfil genético de cada paciente. Para o médico, independente de sua experiência ou habilidade, isso seria impossível sem o suporte tecnológico. Porém, para que todos esses benefícios possam ser aplicados, é essencial que tanto médicos quanto pacientes compreendam que a tecnologia não está ali para substituir o papel dos seres humanos, mas potencializar tecnicamente o trabalho humano que já vem realizando assim como evidenciado pelo grupo World

Economic Forum (2024).

Para que a integração da IA na medicina aconteça para além da resistência, é necessário que os processos tenham um certo nível de clareza ao serem implementados. De acordo com Jiang *et al.* (2021) a adoção dessas tecnologias está fortemente relacionada com a confiança que médicos e pacientes têm em seu funcionamento. Apresentar a IA como uma ferramenta de suporte e não como um substituto dos profissionais, pode ser o ponto chave para fazer com que diminua o medo de perder a autonomia dos médicos e aumentar a confiança dos pacientes. Apesar de tudo isso, a confiança dos dois grupos quanto ao uso dessas tecnologias, precisa ser construída usando como base uma regulamentação bem clara, utilizando normas éticas bem definidas e protocolos de segurança estruturados a fim de garantir a segurança da privacidade dos dados dos pacientes. Garantir que haja uma comunicação transparente envolvendo os benefícios e também as limitações da IA, será de grande ajuda para fazer com que os dois grupos, tanto médicos quanto os pacientes, tenham uma visão mais correta em relação a essas tecnologias.

Ao fazermos uma reflexão quanto ao impacto que a IA vem causando na medicina, é importante que levemos em consideração as contribuições feitas por Alan Turing (1950). Embora que originalmente o seu trabalho dentro da IA “Teste de Turing” tenha sido voltado para a área da computação, questionando se é possível que uma máquina se passe por um humano. Com ele é possível levantarmos questões muito importantes quanto ao papel e implicação da IA dentro da área da saúde. Turing foi o principal responsável por pavimentar o caminho para os complexos algoritmos que são responsáveis por alimentar as tecnologias com IA dentro da medicina assim apontado em National Institute of Standards and Technology (2023), com seu trabalho até hoje inspirando debates quanto às implicações éticas e capacidades das máquinas.

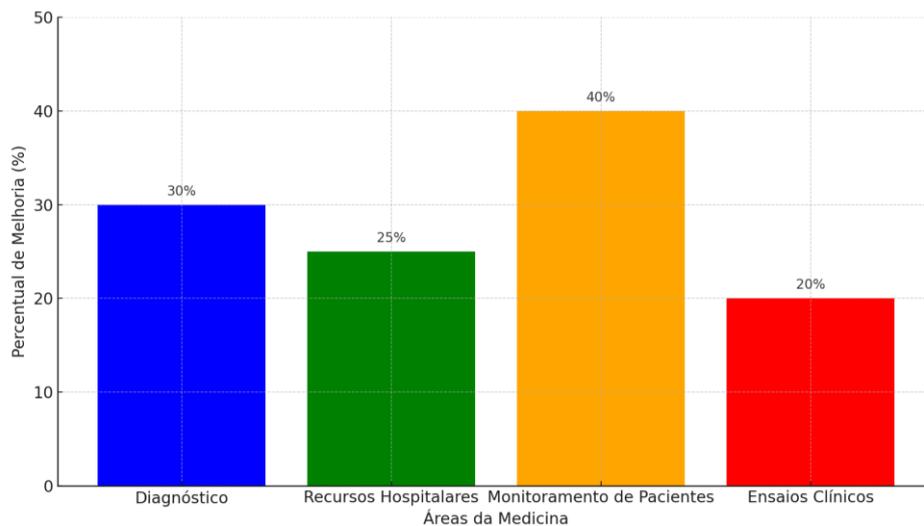
135

2 DESENVOLVIMENTO

A implementação da IA na medicina tem sido revolucionária, gerando impactos significativos, com diagnósticos mais precisos, tratamentos especializados e melhorias na gestão hospitalar, além de contribuir para a descoberta de novos

medicamentos. Neste trabalho, iremos explorar a forma como essas diversas tecnologias estão sendo implementadas dentro do campo da medicina e entender os resultados para melhorar e assim diminuir a resistência à implementação, abordando suas metodologias específicas, aplicações mais práticas e benefícios que trazem para a saúde (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Impacto da IA em diversas áreas da Medicina



Fonte: Adaptado de Himss (2020).

Utilizando os dados coletados trazemos esse gráfico adaptado onde podemos ver que a IA tem proporcionado melhorias significativas em várias áreas da medicina, sendo o monitoramento de pacientes o campo mais impactado, seguido pelo diagnóstico, recursos hospitalares e ensaios clínicos, a média de melhoria geral é de 30%, demonstrando o potencial da IA em transformar a prática médica e otimizar processos essenciais na medicina.

2.1 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa adotada é um estudo teórico baseado em revisão de literatura, utilizando artigos científicos, publicações médicas, relatórios de empresas tecnológicas da área da saúde, bem como estudos de casos de hospitais que implementaram a IA. O tratamento de dados é qualitativo analisando as

informações coletadas por meio da revisão bibliográfica.

Sobre a pesquisa qualitativa, Gil (1999) aborda a dinâmica do problema de pesquisa e visa descrever e decodificar de forma interpretativa e crítica os componentes de um sistema complexo de significados, a fim de estudar os fenômenos sociais e humanos pela especificidade do seu objeto (tecnologias digitais e inteligência artificial), além de analisar com profundidade cada informação para descobrir possíveis incoerências ou contradições, e utilizar fontes diversas.

Para a pesquisa inicial foi utilizado o Google Acadêmico pela sua simplicidade de pesquisa e resultados objetivos, pesquisando pelas palavras-chave “tecnologia na saúde”, “inteligência artificial e medicina moderna”, “inteligência artificial na saúde”. A partir dessas buscas foram encontrados artigos científicos, teses e dissertações. Além disso, também foram utilizados alguns dados que foram obtidos de sites acadêmicos, assim como artigos revisados por pares, garantindo a precisão e confiabilidade das informações apresentadas. Nesse desenvolvimento destaca a maneira como a IA tem sido implementada em diversas áreas da medicina, abordando as metodologias que orientam esses avanços, bem como os resultados práticos observados em diferentes clínicas.

137

2.1.1 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram estabelecidos critérios para a inclusão dos artigos, garantindo que apenas os estudos mais relevantes e atualizados fossem considerados. Os critérios de inclusão abrangeram: a) Artigos publicados entre **2018 e 2024**; b) Estudos que falam sobre o impacto da IA na medicina, como seu uso em diagnósticos, intervenções clínicas e gestão hospitalar; c) Publicações que comentam as dificuldades, como a aceitação da tecnologia pelos profissionais de saúde e os efeitos na relação entre médico e paciente.

A partir das palavras-chave como “tecnologia na saúde”, “inteligência artificial e medicina moderna”, “inteligência artificial na saúde” no Google Acadêmico (PubMed, Scielo, IEEE Xplore, ScienceDirect) obtivemos 40 resultados iniciais. Após a leitura dos resumo e introduções, o número final de artigos selecionados foi reduzido para 10 artigos publicados que mais dialogam com o objeto de estudo que é inteligência

artificial na medicina se tratando da apresentação das tecnologias e quanto a resistência e opinião dos envolvidos como os profissionais e pacientes, conforme verifica-se no Quadro 1.

Quadro 1 Trabalhos selecionados de acordo com o objeto de estudo

Ano	Título	Autor	Link
2019	<i>Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again.</i>	TOPOL, Eric J.	https://cmc.marmot.org/Record/.b59767509
2023	Pharmacogenomics and AI in Healthcare: Personalized Treatment.	TCS	https://www.tcs.com/what-we-do/industries/healthcare/white-paper/pharmacogenomics-ai-healthcare-personalized-treatment .
2023	<i>Robotic Surgery: Current Developments and Future Directions.</i>	MARTINEZ, A. <i>et al.</i>	https://www.cureus.com/articles/191019-advancements-in-robotic-surgery-a-comprehensive-overview-of-current-utilizations-and-upcoming-frontiers#!/ .
2019	The potential for artificial intelligence in healthcare.	DAVENPORT, Thomas H.; KALAKOTA, Rajeev.	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31363513/
2023	<i>The potential for artificial intelligence in healthcare and its benefits.</i>	MCKINSEY & COMPANY.	https://mckinsey.com .
2023	<i>Most Americans don't trust AI in healthcare setting, Carta survey finds.</i>	FIERCE HEALTHCARE	https://www.fiercehealthcare.com/health-tech/most-americans-dont-trust-ai-healthcare-setting-carta-survey-finds .
2018	<i>Gestão de Fluxos Hospitalares.</i>	INSTITUTE FOR HEALTHCARE IMPROVEMENT	https://eficiencianasaude.org .
2021	<i>Artificial Intelligence in healthcare: Current applications and future directions.</i>	JAMA Network	https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2734581 .
2023	<i>Digitalização na saúde: três frentes que devem ganhar força em 2023.</i>	MEDICINASA	https://medicinasa.com.br/digitalizacao-na-saude-tres-frentes-que-devem-ganhar-forca-em-2023/ .
2023	<i>Alan Turing's Everlasting Contributions to Computing, AI, and Cryptography.</i>	NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY	https://www.nist.gov/blogs/taking-measure/alan-turings-everlasting-contributions-computing-ai-and-cryptography .

138

A partir dessas referências, foi realizada uma revisão bibliográfica para aprofundar a compreensão do objeto de estudo e articular de forma coerente com o objetivo geral do texto.

2.1.2 Bases de Dados Utilizadas

A pesquisa foi conduzida utilizando as principais bases de dados acadêmicas e científicas, para garantir a qualidade das fontes. As bases utilizadas foram: a) PubMed: focada em artigos relacionados à biomedicina e ciências da saúde; b) Scielo: base de dados com publicações científicas da América Latina, para termos uma perspectiva mais coincidente conosco; c) IEEE Xplore: amplamente utilizada para artigos sobre tecnologia, incluindo IA e suas aplicações e, d) ScienceDirect: fonte confiável de publicações acadêmicas em várias áreas, com uma seção dedicada à saúde e tecnologia.

139

2.1.3 Processo de Busca

O processo de busca foi feito utilizando palavras-chave como: “inteligência artificial na medicina”, “implementação de IA em hospitais”, “aceitação tecnológica na saúde” e “resistência de profissionais à IA”. Filtros foram aplicados para limitar os resultados aos anos de 2010 a 2023, e garantir uma pesquisa mais atual.

2.1.4 Temas Principais

Os estudos que foram selecionados, tiveram como base alguns temas principais, sendo aqueles os que foram considerados pelo autor como mais relevantes:

- **Aceitação tecnológica:** Estudos sobre como os profissionais de saúde estão reagindo à implementação da IA, focando em artigos de autores que sejam reconhecidos na área, assim como publicações mais recentes, e de países desenvolvidos.

- **Impacto da IA:** Avaliação dos benefícios, precisão dos diagnósticos e resultados clínicos, com o foco em estudos que abrangem várias instituições e de diversas origens.
- **Resistência profissional:** Discussão sobre barreiras culturais, éticas e de treinamento que dificultam a implementação da IA, considerando as diferentes opiniões de autores de vários países e várias áreas de especialização.

●

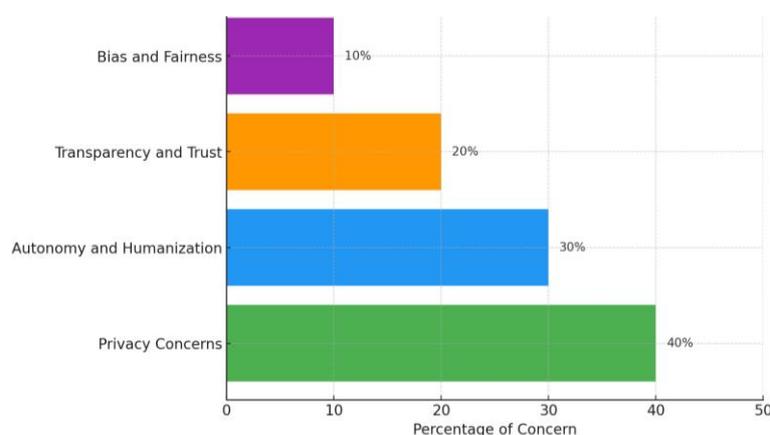
2.2 ACEITAÇÃO TECNOLÓGICA NA MEDICINA

A aceitação de tecnologias como IA tem se mostrado em crescimento, impulsionada pelos avanços na área, mas ainda temos profissionais com muitas reservas devido a preocupações com privacidade de dados, desumanização ou o medo de substituição pela IA.

Atualmente temos aplicação da IA para auxiliar diagnósticos, prever resultados clínicos e personalização de tratamentos. Com um entusiasmo crescente devido a capacidade da IA de processar um extenso volume de dados com precisão, ajudando a detectar padrões, que com métodos anteriores passavam despercebidos.

140

Gráfico 1 - Resistência à IA nos cuidados de saúde: principais preocupações de pacientes e prestadores



Fonte: Adaptado de PWC; WHO (2023)

O gráfico acima oferece uma visão sobre as principais preocupações de pacientes e prestadores de serviços de saúde em relação à aceitação das tecnologias de IA. A partir da revisão consciente dos dados as maiores preocupações incluem questões de privacidade (40%), seguidas pela autonomia e humanização (30%), transparência e confiança (20%), e, por fim, viés e justiça (10%).

2.3 ROBÓTICA CIRÚRGICA COM IA

A cirurgia robótica é uma das áreas mais promissoras e inovadoras da medicina moderna, com a IA desempenhando um papel fundamental se tratando de melhorias dentro da precisão cirúrgica. Essa tecnologia é baseada em algoritmos de machine learning, que processam dados médicos em tempo real, otimizando o desempenho dos robôs cirúrgicos em procedimentos delicados.

2.3.1 Funcionamento e Aplicações da Tecnologia em Questão

141

O melhor exemplo que podemos apresentar referente a essa tecnologia é o Da Vinci Surgical System que disponibiliza a possibilidade para que os cirurgiões sejam capazes de realizar operações complexas com muito mais precisão além de diminuir os procedimentos invasivos. Essa tecnologia controlada pelos cirurgiões utiliza um sistema de IA para melhorar significativamente a coordenação dos movimentos robóticos, reduzindo limitação humana como tremores nas mãos, oferecendo uma maior precisão em cirurgias que sejam pouco evasivas ressaltado pelo grupo MIT Tech Review (2021). Nessa tecnologia algoritmos são usados para interpretar as imagens tridimensionais, consequentemente realizando ajustes nos movimentos do robô conforme sejam feitas as avaliações visuais e táteis durante a operação.

Aqui apresentamos uma tabela referente a algumas tecnologias, apontando suas aplicações, e benefícios.

Tabela 1 – Comparação de Tecnologias de Robótica Cirúrgica com IA

Sistema Cirúrgico	Principais Aplicações	Tecnologias de IA Utilizadas	Benefícios
Da Vinci Surgical System	Cirurgia cardíaca, neurológica	Algoritmos de machine learning, visão 3D	Alta precisão, menor invasividade
Versius Surgical System	Cirurgia laparoscópica	Feedback tátil, IA para tremores	Menor tempo de recuperação, precisão
Senhance Surgical System	Cirurgia geral, ginecológica	IA para ajustes em tempo real	Melhor ergonomia para cirurgões

Fonte: Martinez (2023)

2.2.2 Auxílio na diminuição dos riscos cirúrgicos

Além de todos os fatores já apresentados, há os sistemas de **planejamento cirúrgico automatizado** que são responsáveis por auxiliar os cirurgiões durante a fase pré-operatória, com a criação de diversas simulações detalhadas do procedimento cirúrgico. Sendo capaz de prever complicações e otimizar eficientemente o planejamento, aumentando por consequência as chances de resultar em uma cirurgia bem sucedida de acordo com o estudo do grupo MIT Technology Review (2021). Quando falamos sobre operações de grande risco, tais como o transplante de órgãos, ou até mesmo cirurgias cerebrais, as simulações realizadas por essa tecnologia podem vir a ser um fato decisivo quanto para evitar possíveis complicações inesperadas.

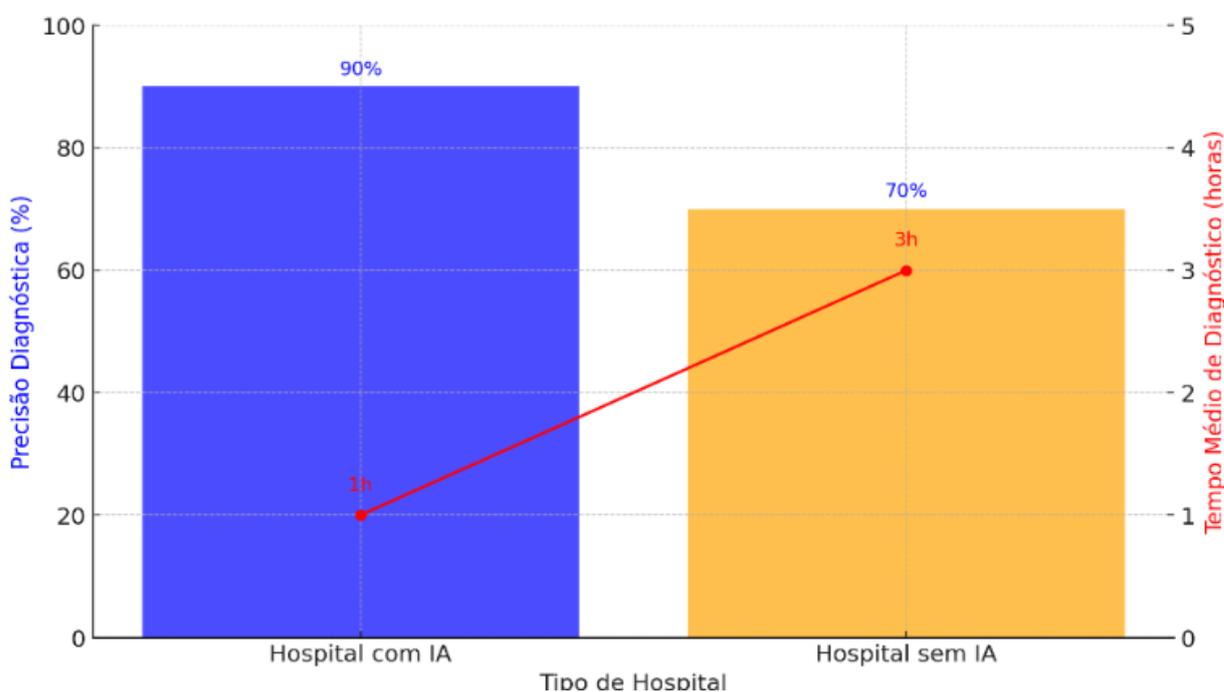
142

2.4 DIAGNÓSTICO POR IMAGEM COM IA

Outro campo importante da medicina onde a IA que tem movimentado diversos avanços é o diagnóstico por imagem, incluindo exames como o raio-X, tomografia e ressonância magnética. Os algoritmos de IA se mostraram capazes de superar até mesmo especialistas da radiologia, processando grandes quantidades de dados e identificando anomalias com alta taxa de precisão. Um exemplo notável é a

IA em mamografias, que tem se mostrado muito eficaz na detecção precoce de câncer de mama, como uma análise de imagens mais ágil e eficiente, sendo capaz de destacar de forma mais rápida e eficiente do que da maneira convencional como constatado por SCIENTIFIC ARTICLE (2020). Podemos ver exemplos da eficiência no Gráfico 1.

Gráfico 2 - Comparação de Hospitais com e sem IA no Diagnósticos por imagem



Fonte: Santo Digital e Accurate - Aplicação de IA em diagnósticos por imagem

Conforme podemos observar no gráfico acima, os hospitais que decidiram por aceitar as novas tecnologias e implementar o diagnóstico de imagem por IA, podemos ver e perceber claramente a diferença dos dois aspectos principais, primeiramente a precisão diagnóstica que aumenta em 20% em relação ao método convencional. Além disso, a velocidade de entrega dos diagnósticos também melhorou, com uma média de apenas uma hora, enquanto o método tradicional leva em torno de três horas.

2.4.1 Técnica da Microscopia digital

Outra área que foi fortemente beneficiada pela IA é a **microscopia digital**.

Essa técnica se trata de uma análise profunda de amostras de tecidos e células através de algoritmos que são capazes de identificar células cancerosas assim como outros tipos de anomalias também presentes. A IA é muito eficiente para auxiliar com a interpretação de exames complexos, tais como biópsias que requerem uma alta precisão e pode vir a ser muito demorado a análise usando se apenas da capacidade humana. Além disso, a IA permite a identificação de padrões que são invisíveis ao olho humano, facilitando a produção dos diagnósticos tornando eles mais precoces e mais assertivos de acordo com o artigo de Scientific Article (2020).

2.4.2 Como implementar a tecnologia

A implementação dessas novas tecnologias baseia-se na coleta de grandes bases de dados de imagens médicas, que são utilizadas para treinar os algoritmos de IA, permitindo que eles se tornem capazes de reconhecer padrões específicos. É essencial que seja feita uma revisão contínua dos casos e aprimorar o treinamento com novos dados para garantir que dessa forma os modelos de IA possam vir a se tornar cada vez mais precisos, podendo se adaptar a diferentes contextos clínicos como ressaltado por Miller (2020).

144

2.5 MEDICINA PERSONALIZADA E TERAPIAS BASEADAS EM IA

Com a **medicina personalizada** podemos utilizar a IA de maneira que possa vir ser criado através dela, tratamentos personalizados individualmente para cada paciente específico fazendo o levantamento de seus dados genéticos, biomarcadores e também de seu histórico médico. Portanto a metodologia central que teremos aqui, está relacionada a análise dos dados genéticos do indivíduo através da IA, sendo assim capaz de identificar qualquer mutação genética para então sugerir uma terapia mais direcionada.

2.5.1 Ajuda da IA na criação de remédios e tratamentos

Em se tratando da **oncologia de precisão**, a IA tem sido capaz de identificar

mutações presentes nos tumores dos pacientes, e a partir disso sendo capaz de selecionar medicamentos que sejam mais eficientes em tratar dessas mutações em específico. Essa capacidade inovadora permite que os profissionais da área possam oferecer tratamentos personalizados para seu paciente, aumentando assim as chances do sucesso e por consequência diminuindo os possíveis efeitos colaterais oriundos dos tratamentos, levando em consideração que nesse tipo de tratamento personalizado formulados pela IA a terapia tende a ser ajustado para se adequar ao perfil genético do paciente de acordo com o grupo MedicinaSA (2023).

No que se trata da **farmacogenômica**, segundo a pesquisa do grupo TCS (2023) a IA tem proporcionado grandes avanços, sendo capaz de prever como diferentes tipos de pacientes responderão a determinados medicamentos. Estes algoritmos fazem a análise das interações dos genes de um paciente com os fármacos específicos, assim criando uma otimização da escolha dos medicamentos e suas dosagens. Com o uso desses métodos, é possível reduzir os riscos e os efeitos colaterais graves, garantindo um tratamento mais eficiente.

As terapias que são baseadas nos resultados da IA, estão sendo responsáveis por transformar e melhorar a medicina moderna, assim oferecendo tratamentos personalizados que atendam às necessidades específicas de um paciente. Utilizando de análise de dados genéticos e biomarcadores, a IA assim faz com que seja possível que médicos implementem abordagens mais eficazes e seguras que o tradicional, reduzindo os possíveis efeitos colaterais, aumentando assim as chances de sucesso dos tratamentos. Conforme essas tecnologias evoluem, eles prometem revolucionar a prática médica moderna, melhorando muito os resultados clínicos e a experiência por parte dos pacientes.

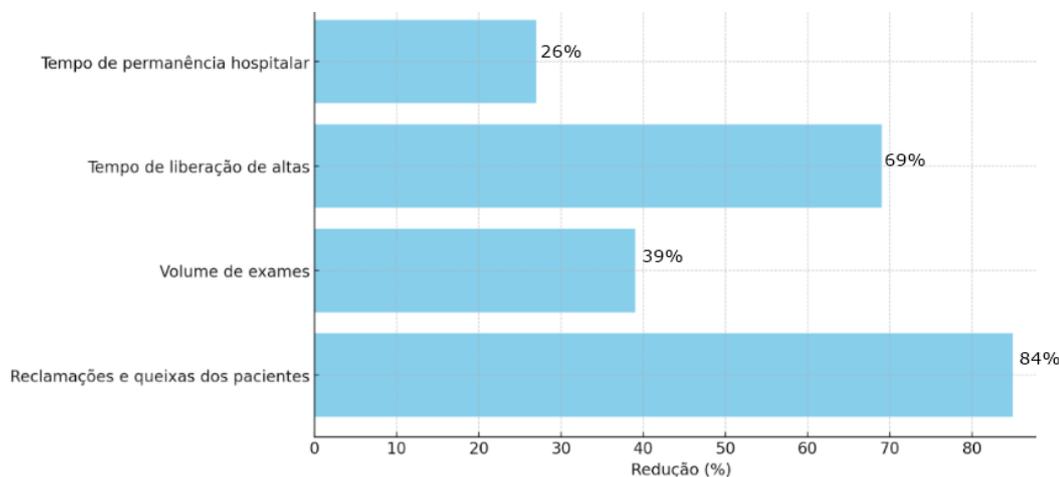
145

2.6 IA em Gestão Hospitalar e Fluxo de Pacientes

Em decorrência do gerenciamento dos hospitais, a IA tem sido utilizada para otimizar os recursos e melhorar o fluxo de pacientes dos hospitais. Utilizando-se da análise de dados em tempo real os algoritmos são capazes de prever a possível demanda dos leitos hospitalares, permitindo porventura uma gestão mais eficiente dos recursos dos hospitais, reduzindo o tempo de espera dos pacientes e melhorando

potencialmente a alocação de pessoal.

Gráfico 3 - Impacto da IA em Gestão Hospitalar



Fonte: Adaptado de IFHI (2018).

No gráfico acima podemos observar alguns dos fatores que foram impactados após a implementação da IA na gestão hospitalar, com uma redução do tempo de permanência hospitalar, o tempo de liberação de altas, a redução do volume de exames. O maior impacto foi observado na diminuição das reclamações e queixas dos pacientes, indicando os benefícios da IA na melhoria da experiência do paciente e na eficiência hospitalar

146

Por exemplo como mencionado por Philips (2021) a IA tem a capacidade de prever os picos de internação baseando se nas tendências sazonais, ou em eventos locais e até mesmo em surtos de doenças como a gripe, permitindo assim uma preparação com antecedência por parte dos hospitais, realizando ajustes dos recursos podendo atender a demanda esperada. Além desses fatos, a IA também pode ser utilizada na **prevenção de infecções hospitalares**, fazendo assim a identificação dos padrões de comportamento ou falhas operacionais que podem vir a levar a infecções cruzadas, portanto esse monitoramento constante vem a permitir intervenções rápidas reduzindo os riscos para os pacientes, podemos ver algumas das aplicações da IA na gestão na Tabela 2.

Tabela 2 – Aplicações da IA na Gestão Hospitalar

Função de Gestão Hospitalar	Tecnologia de IA Utilizada	Benefícios Diretos	Exemplos de Implementação
Otimização de recursos hospitalares	Machine learning	Melhor uso de leitos e equipes	Previsão de picos de demanda
Monitoramento de infecções hospitalares	Algoritmos preditivos	Redução de infecções cruzadas	Prevenção de infecções em UTIs
Gestão do fluxo de pacientes	IA para previsão de fluxos	Redução do tempo de espera	Análise de dados de movimentação
Prevenção de erros médicos	IA para revisão de diagnósticos	Redução de erros em procedimentos	Integração com prontuários eletrônicos

Fonte: Adaptado de ITREX Group.

Para implementação da IA na gestão hospitalar, usaremos da coleta de dados continuamente de diversos pontos do ambiente do hospital, tais quais a ocupação de leitos, a utilização dos equipamentos do hospital e também quanto a rotina de higienização. Desta forma analisaremos os dados em tempo real, sendo capazes de detectar as anomalias e sugerir possíveis intervenções quando necessário.

147

2.7 ASSISTÊNCIA A PACIENTES CRÔNICOS E TELEMEDICINA

Com a utilização da IA, temos visto um avanço da **telemedicina** e também do **monitoramento remoto de pacientes crônicos**. Utilizando dispositivos como os wearables (smartwatches, pulseiras inteligentes), temos sido capazes de monitorar continuamente os sinais vitais dos pacientes, junto dos algoritmos de IA que fazem a análise dos dados em tempo real, capazes de detectar alterações, indicando problemas de saúde iminentes.

Um exemplo da utilização disso segundo o conteúdo publicado por Scientific Article (2023) é justamente quanto aos pacientes que sofrem com insuficiência cardíaca, que utilizando disso é possível que seja feito um monitoramento contínuo. Com o uso da IA, é possível prever crises antes mesmo de os sintomas serem

identificados, permitindo intervenções precoces e evitando hospitalizações de emergência, o que melhora a qualidade de vida dos pacientes.

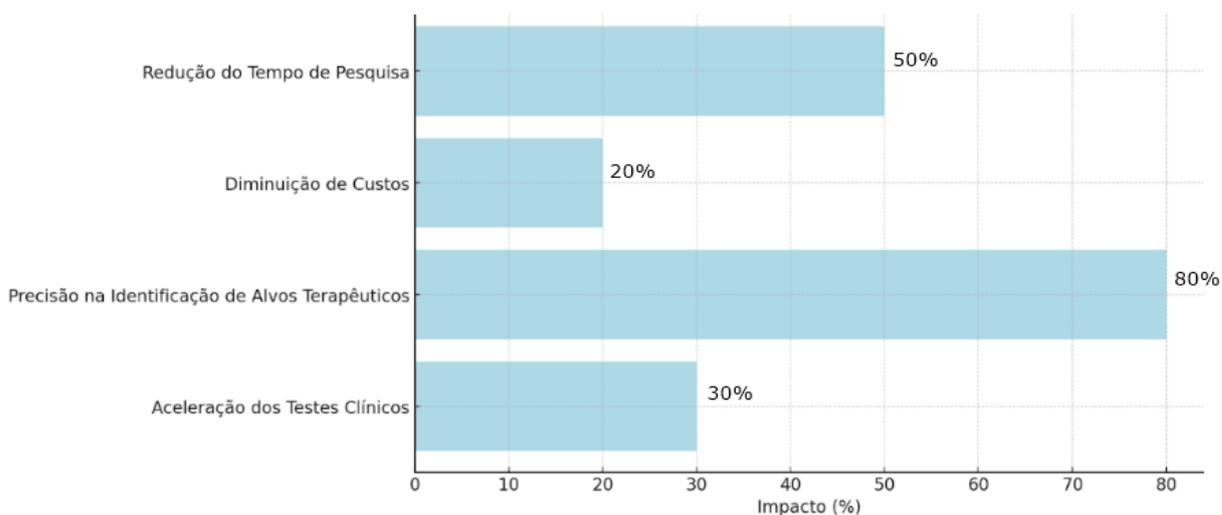
A metodologia utilizada para a assistência provida, tem relação direta com a integração dos dispositivos vestíveis, tais como as plataformas do sistema de IA que são capazes de processar os dados em tempo real. Assim que esses dados são criados, eles são compartilhados com as equipes médicas, para então decisões serem tomadas.

2.8 DESCOBERTA E DESENVOLVIMENTO DE MEDICAMENTOS

A IA tem cada vez mais contribuído para o aumento da velocidade com que está sendo feito a **descoberta de medicamentos**. Diversas empresas, como a *Insilico Medicine* vem utilizando a IA para identificar novas moléculas e assim fazer a previsão da eficácia de alguns novos compostos químicos. A IA tem a incrível capacidade de fazer uma análise de grandes bibliotecas de compostos, e com isso fazer sugestões de combinações que caso fossem feitas com os métodos tradicionais poderiam levar anos para avançar nas descobertas.

148

Gráfico 4 - Impacto da IA na Descoberta e Desenvolvimento de Medicamentos



Fonte: Adaptado de Wellcome Institute, 2023

Nesse gráfico podemos observar através dos dados, o impacto que a IA teve

dentro do desenvolvimento de medicamentos, principalmente na redução do tempo necessário para realizar as pesquisas e quanto a precisão na identificação de alvos terapêuticos, que nos possibilita avançarmos ainda mais.

Além do que já foi mencionado anteriormente, segundo a IPEA (2023) a IA também está sendo responsável por fazer a otimização dos **ensaios clínicos**, por consequência ajudando a fazer a seleção dos pacientes com mais chances de responderem bem aos novos tipos de tratamentos, melhorando assim o estudo e reduzindo seus custos.

A metodologia por trás do desenvolvimento dos medicamentos envolve uma análise massiva de grande volumes de dados biológicos e químicos, utilizando-se de redes neurais profundas assim como outras técnicas de aprendizado de máquina. O objetivo é identificar padrões úteis no processo de criação de novos medicamentos e em ensaios clínicos. Além de tudo isso, a IA também é capaz de auxiliar na identificação de possíveis efeitos colaterais e interações medicamentosas, antes mesmo que haja a necessidade de serem realizados testes em humanos, acelerando assim significativamente o processo de desenvolvimento dos novos remédios.

149

2.9 IA DENTRO DA SAÚDE PÚBLICA E SEUS BENEFÍCIOS

Outro campo que também se beneficia da implementação da IA, é o campo da saúde pública, como quando se trata de fazer o monitoramento e controle dos surtos de doenças. A análise realizada dentro dos volumes de dados epidemiológicos que assim permite prever a disseminação de doenças e assim fazer a implementação de medidas preventivas em larga escala.

Um exemplo relativamente recente que podemos usar da utilização da IA foi durante os eventos da COVID-19, onde a IA foi utilizada para fazer o monitoramento da propagação dos vírus, assim podendo prever as ondas de infecção e agilizar na distribuição das vacinas. Segundo a World Health Organization (2021), diversas plataformas de IA foram responsáveis por permitir a análise de dados vindos de várias fontes, como registros hospitalares, sistemas de saúde pública e dados de mobilidade, trazendo assim auxílio para as autoridades sanitárias na tomada de decisões que fossem informadas e eficazes.

A forma que foi utilizada para aplicação dessa tecnologia, envolve a utilização do aprendizado de máquina, fazendo ser possível analisar os padrões de infecção e fazer uma previsão das tendências. Evidentemente esses sistemas, são ajustados continuamente conforme ocorre a integração de novos dados no sistema, garantindo assim a taxa de precisão possível para as previsões de resultado. A IA também é capaz de auxiliar durante o planejamento de movimentação dos recursos da saúde, tais como as vacinas e leitos hospitalares para as áreas que serão mais afetadas receberem o suporte adequado.

2.10 ÉTICA E DESAFIOS DA IA NA MEDICINA

Com a implementação da IA na área da saúde, surgem desafios éticos e morais de grande relevância. Como discutido por Crawford (2021), há questões importantes relacionadas à privacidade dos dados, à transparência dos algoritmos e ao viés nas decisões automatizadas da IA.

A privacidade dos dados médicos coletados é umas das principais preocupações, partindo do fato de que as tecnologias para seu funcionamento pleno dependem de uma quantidade massiva de informações sensíveis. Garantir que esses dados sejam protegidos e utilizados de forma responsável é essencial para estabelecer a confiança dos pacientes.

Outro desafio a ser discutido é o viés dos algoritmos, que pode ocasionar em uma produção de tratamentos desiguais em diferentes grupos de pacientes. Esse fenômeno pode ocorrer quando os dados que foram utilizados para realizar o treinamento da máquina se mostram incompletos ou tendenciosos, o que pode levar a tomar decisões que acabam por desfavorecer determinados grupos de pacientes em comparação a outros.

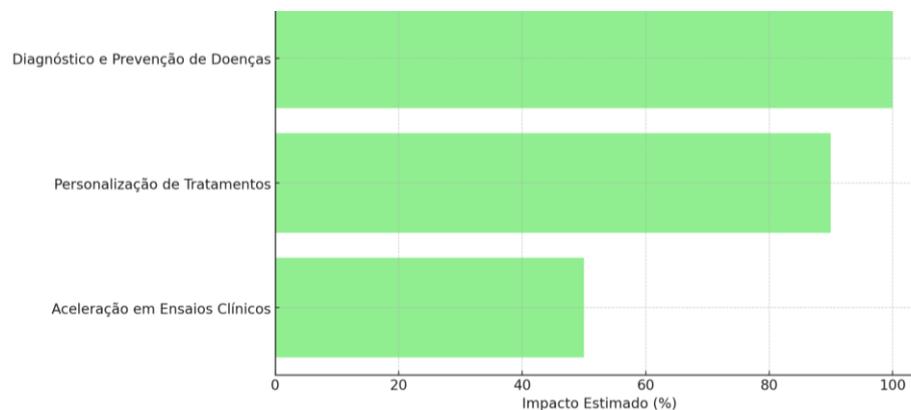
A metodologia para enfrentar esses desafios éticos apresentados, envolve o uso de Frameworks de Governança e Compliance, já que eles são responsáveis por garantir um uso mais ético e seguro da IA na medicina. De acordo com World Health Organization (2021) as organizações tais como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e outras agências responsáveis pela regulamentação estão criando um desenvolvimento de diretrizes e padrões que tem como objetivo garantir a

responsabilidade no uso dessas tecnologias.

2.11 PERSPECTIVAS PARA A IA NA MEDICINA

Ao retomar o objetivo geral deste estudo que está ancorado nos impactos das tecnologias digitais na medicina moderna, principalmente no que refere-se a IA há ainda um percurso maior a ser construído de possibilidades para o campo da saúde. É esperado um avanço ainda maior das tecnologias envolvendo IA no futuro, permitindo com isso que haja a criação de tratamentos ainda mais precisos e eficazes, além de personalizados para cada paciente. Além desses fatores também temos a possível integração da IA com algumas outras tecnologias emergentes, tais quais a computação quântica que ainda não se mostra utilizável, mas que promete consigo acelerar ainda mais o processo de desenvolvimento de medicamentos e novas terapias.

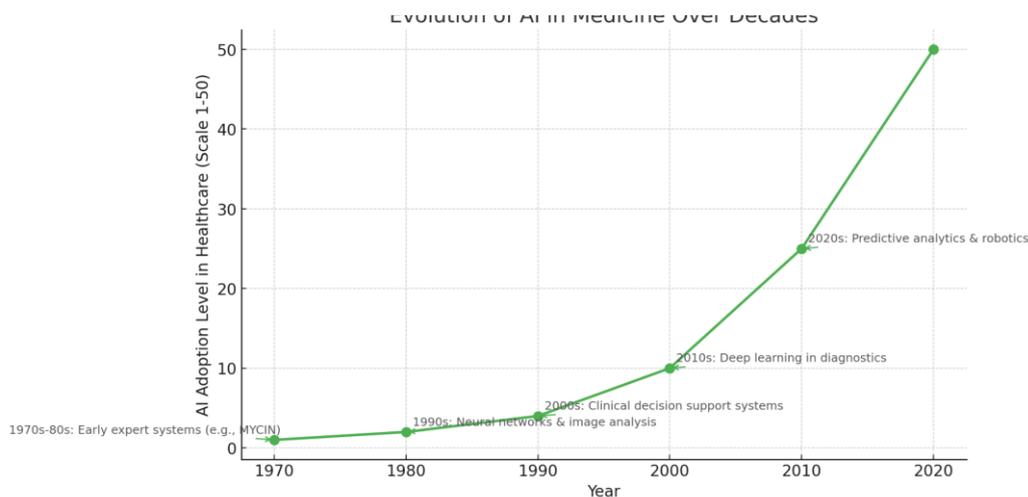
Gráfico 5 - Perspectivas do impacto da IA na medicina



Fonte: Adaptado de Wellcome Institute, CDC e relatórios da McKinsey, 2023

O gráfico acima ilustra as possíveis áreas da medicina. Observa-se que os maiores benefícios esperados estão na prevenção de doenças, seguidos pela personalização dos tratamentos, embora a aceleração nos ensaios clínicos apresente o menor impacto estimado, continua sendo uma contribuição significativa da IA para o desenvolvimento médico.

Gráfico 6 - Evolução da IA nas últimas décadas



Data Sources: WHO, National AI Research Reports, and PWC

Fonte :Menezes (2024).

No gráfico acima podemos observar a evolução que a IA teve dentro da medicina, com alguns pontos de destaque relevantes indicando grandes mudanças na área.

152

A utilização da IA para realizar uma automatização dos processos hospitalares junto de assistentes virtuais alimentado por IA também devem ganhar um espaço, melhorando grandemente a experiência por parte do paciente, deixando assim os profissionais da área da saúde livres para se ficarem no cuidado humano. A IA, deve continuar a desempenhar um papel cada vez mais vital na prevenção de doenças assim com uma melhoria da gestão hospitalar, possibilitando que haja diversos avanços em áreas como as da terapias genética e a edição dos genes."A integração da inteligência artificial nos serviços de saúde não apenas otimiza processos, mas também libera os profissionais para se concentrarem no que realmente importa: o cuidado com o paciente" (Oshi, 2020).

Com essa constante transformação, é importante que durante o processo de desenvolvimento da IA na medicina haja um acompanhamento junto de uma regulamentação robusta, para ter a certeza de que as inovações dessa tecnologia tragam benefícios acessíveis a todos, sem que isso venha a comprometer a ética de cuidado da área da saúde.

3 CONCLUSÃO

A introdução da IA na medicina representa uma significativa mudança na forma em que é oferecido o cuidado e saúde. Com a quantidade de tecnologias que ainda permanecem em desenvolvimento, como o aprendizado de máquina, algoritmos preditivos e sistemas que apoiam decisões clínicas, temos por via delas uma promessa de diagnósticos mais precisos, tratamentos personalizados para os pacientes, mais eficiência no trabalho de cuidado da saúde em hospitais e clínicas por todo o mundo.

A aceitação dessas tecnologias pelos profissionais será crucial para o sucesso da IA na medicina. Para isso devem receber treinamento adequado, permitindo serem eficazes no uso das tecnologias. A confiança na IA abre a possibilidade desses profissionais integrarem uma extensão essencial de seu trabalho facilitando tomada de posições mais precisas baseadas em dados. Mas não se resume ao uso de ferramentas, conforme destacado por Turing (1950) e Topol (2019), sobre o equilíbrio do julgamento da IA com a intuição humana, especialmente onde o toque humano permanece essencial para o bem-estar emocional dos pacientes.

Um ponto importante que devemos destacar, é a necessidade de que haja um treinamento adequado para os profissionais da saúde, para assim eles sejam capazes de utilizar as ferramentas de IA de forma eficaz e segura. O treinamento, assim como a adaptação dos profissionais para com essas tecnologias, é um aspecto crítico para que haja uma maior aprovação desta tecnologias dentro do ambiente médico. Portanto é fundamental que tanto médicos quanto enfermeiros, não tratem essas ferramentas simplesmente como aparatos úteis, mas como uma parte fundamental de seu trabalho, tornando assim o atendimento mais simples e fácil, com uma tomada de decisões baseadas em dados.

Os pacientes devem ser informados de maneira clara e transparente sobre o uso da IA em seus tratamentos, reforçando o consentimento informado e construindo uma base sólida de confiança entre as partes envolvidas. O consentimento informado do paciente precisa ser reforçado, especialmente quando falamos sobre a IA sendo utilizada para diagnósticos ou para recomendar algum tipo de tratamento. A transparência em relação ao uso dessas tecnologias será fundamental para construir

uma base sólida de confiança entre os pacientes, os médicos e a tecnologia. Como destacado por Miller (2020;) a confiança criada a partir disso será um dos pilares fundamentais para fazer com que a IA seja amplamente aceita dentro do campo da saúde.

Por fim, a colaboração de forma contínua entre os profissionais da saúde, desenvolvedores de tecnologias e formuladores de políticas públicas, virá a ser fundamental para a confiança e transparência do uso da IA, garantindo o cuidado e segurança dos pacientes. Conforme Price (2017) aponta, uma regulamentação estruturadamente correta irá fortalecer os argumentos a favor da adoção da IA, assegurando uso responsável e eficiente, construindo uma base confiança entre as partes envolvidas.

No futuro, a medicina poderá se transformar profundamente com a integração da IA e outras tecnologias emergentes, como a computação quântica, criando um sistema de saúde mais eficiente, seguro e acessível para todos. No entanto, para isso se concretizar, é essencial regulamentações claras e robustas sobre como guiar o uso da IA na medicina, assegurando que os direitos dos pacientes sejam respeitados, como sua privacidade e segurança de dados. Essa regulamentação, como enfatizado por Oshi (2020), diz que ela precisa ser dinâmica e adaptativa, para poder ser capaz de acompanhar a evolução tecnológica, ao mesmo tempo protegendo a integridade do tratamento médico.

154

REFERÊNCIAS

BARBOR, Meg. *Algoritmo de IA pode auxiliar na definição da data de recuperação dos óocitos durante o tratamento de fertilidade*. 2023. Disponível em: <https://portugues.medscape.com/verartigo/6510327?form=fpf>. Acesso em: 26 out. 2024.

CDC - Centers for Disease Control and Prevention. *Artificial intelligence in medicine and public health: prospects and challenges beyond the pandemic*. 2023. Disponível em: <https://blogs.cdc.gov>. Acesso em: 25 out. 2024.

CRAWFORD, Kate. *Atlas of AI: poder, política e as consequências da inteligência artificial*. São Paulo: Editora 34, 2021.

DAVENPORT, Thomas H.; KALAKOTA, Rajeev. *The potential for artificial*

intelligence in healthcare. *Health Affairs*, v. 38, n. 11, p. 10-12, nov. 2019.

FIERCE HEALTHCARE. Most Americans don't trust AI in healthcare setting, Carta survey finds. 2023. Disponível em: <https://www.fiercehealthcare.com/health-tech/most-americans-dont-trust-ai-healthcare-setting-carta-survey-finds>. Acesso em: 25 out. 2024.

GIL, A.C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo, SP: Atlas. 1999.

HIMSS. *The role of AI in diagnostics*. 2020. Disponível em: <https://www.himss.org/resources/role-ai-diagnostics>. Acesso em: 23 out. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). O impacto da IA em ensaios clínicos. 2023. Disponível em: <https://sflow.io/pt/the-impact-of-ai-in-clinical-trials/>. Acesso em: 23 out. 2024.

INSTITUTE FOR HEALTHCARE IMPROVEMENT. *Gestão de Fluxos Hospitalares*. 2018. Disponível em: <https://eficiencianasaude.org>. Acesso em: 25 out. 2024.
ITRex Group. AI in Healthcare: Benefits and Examples. Disponível em: itrexgroup.com/blog/ai-in-healthcare-benefits-and-examples. Acesso em: 22 out. 2024.

JIANG, Feng; *et al.* Artificial intelligence in healthcare: Anticipating challenges to ethics, privacy, and security. *Healthcare*, v. 9, n. 1, p. 101-113, jan. 2021.

155

JAMA Network. *Artificial Intelligence in healthcare: Current applications and future directions*. 2021. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2734581>. Acesso em: 23 out. 2024.

JOON, Jin H.; *et al.* Physician attitudes toward artificial intelligence: a systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, v. 22, n. 3, p. e16212, mar. 2020.

MEDICINASA. *Digitalização na saúde: três frentes que devem ganhar força em 2023*. Medicina S/A, 2023. Disponível em: <https://medicinasa.com.br/digitalizacao-na-saude-tres-frentes-que-devem-ganhar-forca-em-2023/>. Acesso em: 24 out. 2024.

MIT TECHNOLOGY REVIEW. *10 breakthrough technologies 2021*. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/2021/02/24/1014369/10-breakthrough-technologies-2021/>. Acesso em: 24 out. 2024.

MARTINEZ, A. *et al.* *Robotic Surgery: Current Developments and Future Directions*. *Journal of Robotic Surgery*, 2023. Disponível em: <https://www.cureus.com/articles/191019-advancements-in-robotic-surgery-a-comprehensive-overview-of-current-utilizations-and-upcoming-frontiers#!>. Acesso em: 23 out. 2024.

MILLER, T. The Human Touch: How Artificial Intelligence is Changing Patient Care.

Healthcare, v. 8, n. 3, p. 67-75, mar. 2020.

MENEZES, Maíra. Pesquisa mostra expansão de aplicações de inteligência artificial contra o câncer. IOC/Fiocruz, 2024. Disponível em:

<https://portal.fiocruz.br/noticia/pesquisa-mostra-expansao-de-aplicacoes-de-inteligencia-artificial-contra-o-cancer>. Acesso em: 26 out. 2024.

MCKINSEY & COMPANY. *The potential for artificial intelligence in healthcare and its benefits*. 2023. Disponível em: <https://mckinsey.com>. Acesso em: 25 out. 2024.

NATURE MEDICINE. *AI in clinical trials: optimizing outcomes*. 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41591-021-01562-5>. Acesso em: 23 out. 2024.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Alan Turing's Everlasting Contributions to Computing, AI, and Cryptography. 2023. Disponível em: <https://www.nist.gov/blogs/taking-measure/alan-turings-everlasting-contributions-computing-ai-and-cryptography>. Acesso em: 25 out. 2024.

OPEN MEDSCIENCE. Artificial Intelligence in Healthcare. Disponível em: <https://www.openmedscience.com/artificial-intelligence-in-healthcare/>. Acesso em: 25 out. 2024.

OSHI, S. *Artificial Intelligence in Healthcare: A Comprehensive Guide to the Future of Medicine*. New York: Springer, 2020.

156

PHILIPS. *Future Health Index 2021: a saúde conectada emergindo mais forte da pandemia de COVID-19*. 2021. Disponível em: <https://www.philips.com/a-w/about/news/future-health-index/reports/2021.html>. Acesso em: 18 out. 2024.

PWC; WHO. *Ethics and Artificial Intelligence: Systematic Review*. Relatório de 2023. Disponível em: <https://example.com>. Acesso em: 18 nov. 2024.

PRICE, W. Nicholson II. Regulating Black-Box Medicine. *Michigan Law Review*, v. 116, n. 3, p. 421-474, 2017.

SCIENTIFIC ARTICLE. O exercício na insuficiência cardíaca: da contra-indicação à evidência científica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 2023. Disponível em: SciELO. Acesso em: 23 out. 2024.

SANTO DIGITAL; ACCURATE. *Aplicação de IA em diagnósticos por imagem*. Disponível em: <https://blog accurat e.com.br/aplicacao-analise-de-imagens-por-ia/>. Acesso em: 25 out. 2024.

THE New England Journal of Medicine. *Continuous patient monitoring with AI*. 2021. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2007070>. Acesso em: 23 out. 2024.

TATA CONSULTANCY SERVICES. Pharmacogenomics and AI in Healthcare: Personalized Treatment. 2023. Disponível em: <https://www.tcs.com/what-we-do/industries/healthcare/white-paper/pharmacogenomics-ai-healthcare-personalized-treatment>. Acesso em: 25 out. 2024.

TOPOL, Eric J. *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. Nova York: Basic Books, 2019.

TURING, Alan M. *Computing Machinery and Intelligence*. In: *Mind*, v. LIX, n. 236, p. 433-460, out. 1950.

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA. 3 challenges of technology implementation in healthcare. Disponível em: <https://healthadministrationdegree.usc.edu/blog/3-challenges-of-technology-implementation-in-healthcare/>. Acesso em: 25 out. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. AI in healthcare could bridge a significant capacity gap. 2024. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2024/01/ai-in-healthcare-could-bridge-a-significant-capacity-gap/>. Acesso em: 25 out. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *World health statistics 2021: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals*. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2021. ISBN 978-92-4-002705-3.

157

WHO (World Health Organization). *Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance*. Geneva: WHO, 2021.

WELLCOME INSTITUTE. *Unlocking the potential of AI in drug discovery*. 25 jun. 2023. Disponível em: <https://wellcome.org>. Acesso em: 25 out. 2024.

WELLCOME INSTITUTE. *Unlocking the potential of AI in drug discovery and health care*. 2023. Disponível em: <https://wellcome.org>. Acesso em: 25 out. 2024.