

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO - AFYA
UNIGRANRIO - ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
CURSO SUPERIOR EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

MATHEUS RIBEIRO TOSCANO

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA MEDICINA: IMPACTOS ECONÔMICOS

Rio de Janeiro - RJ

2026

MATHEUS RIBEIRO TOSCANO

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA MEDICINA: IMPACTOS ECONÔMICOS

Monografia apresentada à Universidade do Grande Rio - Afya, como requisito necessário para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Prof^a. MsC. Cristiane Vieira Valente

Rio de Janeiro - RJ

2026

MATHEUS RIBEIRO TOSCANO

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA MEDICINA: IMPACTOS ECONÔMICOS

Monografia apresentada à Universidade do Grande Rio - Afya como requisito necessário para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovado em _10_ de _junho_ de _2025_.

Cristiane Vieira Valente MsC. (Professora Orientadora)



Documento assinado digitalmente

CRISTIANE VIEIRA VALENTE

Data: 28/06/2026 15:33:09-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rio de Janeiro - RJ

2026

Aos meus pais, Milton e Mary Toscano, pelo amor incondicional e pelo suporte ao longo de toda a minha jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Milton Toscano e Mary Toscano, pelo suporte e orientação durante a elaboração deste trabalho. Agradeço também aos meus colegas e familiares pelo apoio e incentivo constantes.

À Professora Cristiane Vieira Valente, pela orientação dedicada e pelas contribuições fundamentais para o desenvolvimento deste estudo.

A todos os professores do curso de Ciências Econômicas da Unigranrio, que contribuíram para a minha formação acadêmica e profissional ao longo desses anos.

*"A Inteligência Artificial não substitui médicos, mas médicos
que utilizam IA substituirão os que não usam."
(Eric Topol)*

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar os impactos econômicos gerados pela implementação de Inteligência Artificial (IA) na área da saúde, especificamente no diagnóstico médico. A IA está revolucionando a maneira como os diagnósticos são feitos, trazendo eficiência e precisão ao processo clínico. No entanto, os custos iniciais de implantação e a necessidade de infraestrutura tecnológica robusta criam desafios para a adoção em massa, especialmente no contexto brasileiro. Este estudo revisa casos de implementação de IA na saúde e analisa as implicações econômicas, considerando tanto os custos iniciais quanto os benefícios de longo prazo. Além disso, o trabalho explora os desafios regulatórios, a necessidade de mão de obra qualificada e a criação de novos mercados dentro da saúde digital. A metodologia adotada é de caráter exploratório, com base em pesquisa bibliográfica e documental, buscando compreender as principais barreiras e oportunidades econômicas associadas à adoção de IA no setor de saúde.

Palavras-Chave: Inteligência Artificial. Economia da Saúde. Diagnóstico Médico. Custos Operacionais. Saúde Digital.

ABSTRACT

This study aims to analyze the economic impacts generated by the implementation of Artificial Intelligence (AI) in the healthcare sector, specifically in medical diagnosis. AI is revolutionizing the way diagnoses are made, bringing efficiency and precision to the clinical process. However, the initial implementation costs and the need for robust technological infrastructure create challenges for mass adoption, especially in the Brazilian context. This study reviews cases of AI implementation in healthcare and analyzes the economic implications, considering both initial costs and long-term benefits. Furthermore, the work explores regulatory challenges, the need for qualified labor, and the creation of new markets within digital health. The methodology adopted is exploratory, based on bibliographic and documentary research, seeking to understand the main barriers and economic opportunities associated with the adoption of AI in the healthcare sector.

Keywords: Artificial Intelligence. Health Economics. Medical Diagnosis. Operational Costs. Digital Health.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IA - Inteligência Artificial

LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados

OMS - Organização Mundial da Saúde

PIB - Produto Interno Bruto

ROI - Return on Investment (Retorno sobre o Investimento)

SUS - Sistema Único de Saúde

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

1.1.2 Objetivos Específicos

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

1.3 JUSTIFICATIVA

1.4 METODOLOGIA

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIAGNÓSTICO MÉDICO: REVISÃO TEÓRICA

2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

2.2 APRENDIZADO DE MÁQUINA E REDES NEURAIS APLICADOS À SAÚDE

2.3 APLICAÇÕES DA IA NO DIAGNÓSTICO MÉDICO

2.4 PANORAMA DA IA NA SAÚDE NO BRASIL E NO MUNDO

3 IMPACTOS ECONÔMICOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE IA EM INSTITUIÇÕES DE SAÚDE

3.1 CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO E INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA

3.2 RETORNO SOBRE INVESTIMENTO E REDUÇÃO DE CUSTOS OPERACIONAIS

3.3 IMPACTOS NO MERCADO DE TRABALHO EM SAÚDE

3.4 DESAFIOS REGULATÓRIOS E SEUS IMPACTOS ECONÔMICOS

3.5 A SAÚDE DIGITAL COMO NOVO MERCADO

4 ESTUDOS DE CASO E ANÁLISE COMPARATIVA DOS IMPACTOS ECONÔMICOS

4.1 HOSPITAL ALBERT EINSTEIN: PIONEIRISMO NA IA EM SAÚDE NO BRASIL

4.2 SISTEMA WATSON FOR ONCOLOGY DA IBM

4.3 GOOGLE HEALTH E A DETECÇÃO DE CÂNCER DE MAMA

4.4 EXPERIÊNCIAS NO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS)

4.5 ANÁLISE COMPARATIVA DOS IMPACTOS ECONÔMICOS

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

REFERÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a inteligência artificial (IA) tem se consolidado como uma das tecnologias mais transformadoras do século XXI, com aplicações que se estendem por diversos setores da economia global. No campo da medicina, a IA está redefinindo a forma como diagnósticos são realizados, tratamentos são planejados e recursos são gerenciados. A capacidade dos algoritmos de analisar grandes volumes de dados clínicos e imagens médicas com velocidade e precisão superiores às humanas em determinadas tarefas representa um marco na evolução dos sistemas de saúde.

Conforme destaca Topol (2019), a inteligência artificial possui o potencial de revolucionar o diagnóstico médico, aprimorando significativamente a precisão e a velocidade das análises clínicas. Sistemas baseados em aprendizado de máquina já demonstram resultados promissores na detecção precoce de doenças como câncer de pulmão, retinopatia diabética e patologias cardíacas, permitindo intervenções mais rápidas e eficazes. Essas inovações impactam diretamente a eficiência operacional das instituições de saúde, gerando implicações econômicas que merecem análise aprofundada.

A implementação de IA no setor de saúde, entretanto, não se restringe a avanços tecnológicos. Ela envolve um conjunto complexo de fatores econômicos que incluem investimentos significativos em infraestrutura tecnológica, como servidores de alta capacidade, sistemas de armazenamento e análise de dados, além de equipes de tecnologia da informação altamente qualificadas. Russell e Norvig (2020) ressaltam que a adoção de sistemas inteligentes em ambientes clínicos demanda não apenas recursos financeiros, mas também uma reestruturação organizacional que permita a integração eficiente da tecnologia aos processos assistenciais já existentes.

No contexto brasileiro, essa discussão ganha contornos ainda mais relevantes. O Sistema Único de Saúde (SUS), que atende aproximadamente 75% da população brasileira, enfrenta desafios históricos de financiamento, gestão e infraestrutura. A introdução de tecnologias de IA nesse cenário apresenta-se simultaneamente como uma oportunidade de otimização de recursos escassos e

como um desafio adicional, dados os custos de implantação e a necessidade de capacitação profissional. De acordo com He et al. (2022), as dificuldades que as instituições enfrentam ao integrar a IA em seus processos incluem barreiras financeiras, técnicas e culturais que precisam ser superadas para que os benefícios potenciais sejam alcançados.

Além disso, a regulamentação do uso de IA na saúde representa um campo emergente que exige atenção. A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), instituída pela Lei nº 13.709/2018, estabeleceu parâmetros de segurança para o tratamento de dados pessoais no Brasil, mas a regulamentação específica da IA em diagnósticos médicos ainda está em construção, demandando a criação de marcos regulatórios que garantam tanto a inovação quanto a proteção dos pacientes.

Deste modo, este trabalho tem como propósito investigar os impactos econômicos da implementação da inteligência artificial no diagnóstico médico, analisando tanto os custos operacionais envolvidos quanto os ganhos de eficiência proporcionados. Para isso, serão examinados casos de implementação de IA em instituições de saúde no Brasil e no mundo, os desafios enfrentados e as possíveis soluções para uma adoção mais ampla e sustentável da tecnologia.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os impactos econômicos gerados pela implementação da inteligência artificial no diagnóstico médico, com foco na otimização de recursos, na redução de custos operacionais e na melhoria da eficiência das instituições de saúde.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral proposto, este estudo se desdobra nos seguintes objetivos específicos:

- a) Avaliar os custos iniciais de implementação de sistemas de IA em instituições de saúde, considerando investimentos em infraestrutura, software e capacitação profissional;

- b) Identificar os impactos de longo prazo na redução de despesas operacionais e no aumento da produtividade dos serviços de diagnóstico médico;
- c) Explorar os desafios econômicos, regulatórios e estruturais enfrentados por hospitais e clínicas ao adotarem novas tecnologias de IA;
- d) Analisar o potencial de criação de novos mercados na saúde digital e suas implicações para o mercado de trabalho na área da saúde.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo delimita-se à análise econômica da adoção de inteligência artificial em instituições de saúde voltadas ao diagnóstico médico, com ênfase nos custos de implementação, manutenção e treinamento, bem como nos potenciais retornos financeiros a longo prazo. A pesquisa abrange o período de 2018 a 2025, considerando o avanço significativo das aplicações de IA na saúde nesse intervalo, tanto em âmbito nacional quanto internacional.

Serão avaliados estudos de caso de instituições que já adotaram IA em seus processos diagnósticos, com especial atenção à realidade brasileira e ao impacto sobre o sistema público de saúde. Não fazem parte do escopo deste trabalho a análise de aplicações de IA em outras áreas da medicina que não o diagnóstico, como a robótica cirúrgica ou a gestão administrativa hospitalar.

1.3 JUSTIFICATIVA

O uso da inteligência artificial na medicina pode transformar não apenas o atendimento ao paciente, mas também a gestão financeira das instituições de saúde. Com o aumento da demanda por serviços médicos e a crescente pressão sobre os custos, a IA surge como uma solução potencial para otimizar processos, reduzir custos operacionais e melhorar a eficiência dos sistemas de saúde.

Segundo relatório da McKinsey & Company (2021), a aplicação de IA no setor de saúde pode gerar economias anuais de bilhões de dólares globalmente, por meio da redução de procedimentos desnecessários, da melhoria na alocação de recursos e do aumento da assertividade diagnóstica. No Brasil, onde o SUS enfrenta desafios crônicos de financiamento e onde o setor privado busca constantemente ganhos de

eficiência, compreender os impactos econômicos da IA é fundamental para orientar investimentos e políticas públicas.

Este estudo justifica-se, portanto, pela necessidade de analisar de forma aprofundada como a inteligência artificial pode influenciar a economia da saúde, contribuindo para uma gestão mais sustentável e eficiente dos recursos financeiros e humanos disponíveis. A relevância do tema é reforçada pelo fato de que a pandemia de COVID-19 acelerou a adoção de tecnologias digitais na saúde, tornando a discussão sobre os impactos econômicos da IA ainda mais urgente e necessária.

1.4 METODOLOGIA

Este trabalho adota uma metodologia de caráter exploratório, utilizando pesquisa bibliográfica e documental como instrumentos principais de coleta de dados e informações. A revisão de literatura abrange estudos acadêmicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, relatórios de consultorias especializadas em tecnologia e saúde, além de legislações e marcos regulatórios relevantes.

A análise dos dados coletados será realizada de maneira predominantemente qualitativa, buscando compreender os principais impactos e barreiras econômicas associadas à implementação de IA no diagnóstico médico, com especial atenção ao contexto brasileiro. Complementarmente, serão utilizados dados quantitativos provenientes de relatórios de mercado e estudos de caso para fundamentar a análise econômica.

Conforme Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Nesse sentido, a abordagem metodológica adotada é adequada para o estudo de um fenômeno relativamente recente e em constante evolução, como é a aplicação de IA na saúde.

Estudos de caso de instituições que já implementaram soluções de IA em seus processos diagnósticos serão utilizados para ilustrar e embasar as discussões sobre os custos e benefícios econômicos, permitindo uma análise comparativa entre diferentes contextos de implementação.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado em cinco capítulos, estruturados de forma a proporcionar uma compreensão progressiva e aprofundada do tema.

O primeiro capítulo, que corresponde à presente Introdução, apresenta o tema, os objetivos gerais e específicos, a delimitação do estudo, a justificativa e a metodologia adotada, além de descrever a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo apresenta a revisão teórica sobre inteligência artificial e diagnóstico médico, abordando os conceitos fundamentais de IA, aprendizado de máquina e suas aplicações no campo da saúde, bem como o panorama histórico e atual da utilização dessas tecnologias em processos diagnósticos.

O terceiro capítulo concentra-se na análise dos impactos econômicos da implementação de IA em instituições de saúde, discutindo os custos de implantação, os retornos financeiros esperados, os desafios regulatórios e as implicações para o mercado de trabalho.

O quarto capítulo apresenta estudos de caso e uma análise comparativa dos impactos econômicos observados em instituições que adotaram IA em seus processos diagnósticos, tanto no Brasil quanto no exterior.

O quinto capítulo traz as considerações finais, sintetizando os principais achados do estudo e apresentando recomendações para a adoção sustentável de IA no setor de saúde.

2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIAGNÓSTICO MÉDICO: REVISÃO TEÓRICA

A inteligência artificial (IA) constitui um dos campos mais dinâmicos da ciência da computação, cujas aplicações têm se expandido de forma acelerada nas últimas décadas. No setor da saúde, a IA vem sendo empregada como ferramenta de apoio ao diagnóstico médico, oferecendo recursos que possibilitam a análise de grandes volumes de dados clínicos com velocidade e precisão significativas. Este capítulo apresenta uma revisão teórica dos conceitos fundamentais de IA, suas principais técnicas e aplicações no campo do diagnóstico médico, além de traçar um panorama da adoção dessa tecnologia no Brasil e no mundo.

2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A inteligência artificial pode ser definida, de forma ampla, como a capacidade de sistemas computacionais realizarem tarefas que, tradicionalmente, requerem inteligência humana. Segundo Russell e Norvig (2020), a IA abrange desde sistemas que pensam e agem de maneira racional até aqueles que buscam reproduzir o comportamento humano em tarefas específicas. Essa definição engloba um vasto espectro de técnicas, desde sistemas especialistas baseados em regras até redes neurais profundas capazes de aprender a partir de dados.

O conceito de IA remonta à década de 1950, quando Alan Turing propôs o teste que leva seu nome como critério para avaliar a inteligência de uma máquina. Desde então, o campo evoluiu significativamente, impulsionado pelo aumento exponencial da capacidade de processamento computacional, pela disponibilidade de grandes bases de dados e pelo desenvolvimento de algoritmos mais sofisticados. De acordo com Clark (2021), essa convergência de fatores permitiu que a IA transitasse de um campo predominantemente teórico para uma tecnologia com aplicações práticas em diversos setores da economia.

No contexto da saúde, a IA é frequentemente classificada em dois tipos: a IA estreita (ou fraca), que é projetada para realizar tarefas específicas, como a análise de imagens radiológicas; e a IA geral (ou forte), que teria a capacidade de realizar qualquer tarefa intelectual que um ser humano pode fazer. Atualmente, todas as aplicações de IA na medicina são do tipo estreito, focadas em tarefas bem definidas e com resultados mensuráveis (TOPOL, 2019).

2.2 APRENDIZADO DE MÁQUINA E REDES NEURAIS APLICADOS À SAÚDE

O aprendizado de máquina (machine learning) é o subcampo da IA que tem demonstrado maior potencial de aplicação no diagnóstico médico. Trata-se de um conjunto de técnicas que permitem aos sistemas computacionais aprender padrões a partir de dados, sem serem explicitamente programados para cada tarefa. Russell e Norvig (2020) classificam o aprendizado de máquina em três categorias principais: supervisionado, não supervisionado e por reforço.

No aprendizado supervisionado, o algoritmo é treinado com um conjunto de dados rotulados, ou seja, exemplos cujo resultado correto é conhecido. Essa técnica é amplamente utilizada na classificação de imagens médicas, onde o sistema aprende a identificar padrões associados a patologias específicas a partir de milhares de imagens previamente diagnosticadas por especialistas. O aprendizado não supervisionado, por sua vez, busca identificar padrões em dados não rotulados, sendo útil na descoberta de subgrupos de pacientes ou na identificação de anomalias clínicas.

As redes neurais profundas (deep learning) representam uma evolução do aprendizado de máquina que tem revolucionado o campo do diagnóstico por imagem. Essas redes são compostas por múltiplas camadas de processamento que permitem a extração automática de características complexas a partir dos dados brutos. Conforme destacam He et al. (2022), as redes neurais convolucionais (CNNs) alcançaram resultados comparáveis ou superiores aos de especialistas humanos em tarefas como a detecção de retinopatia diabética, a classificação de lesões dermatológicas e a identificação de nódulos pulmonares em tomografias.

2.3 APLICAÇÕES DA IA NO DIAGNÓSTICO MÉDICO

As aplicações da inteligência artificial no diagnóstico médico abrangem diversas especialidades e modalidades de exame. Na radiologia, sistemas de IA são capazes de analisar imagens de raios-X, tomografias e ressonâncias magnéticas para identificar alterações sugestivas de doenças. Segundo Topol (2019), a radiologia foi uma das primeiras especialidades médicas a incorporar ferramentas de IA, dada a natureza predominantemente visual de seu trabalho e a disponibilidade de grandes bases de dados de imagens.

Na dermatologia, algoritmos de deep learning demonstraram capacidade de classificar lesões cutâneas com acurácia comparável à de dermatologistas experientes. Estudo publicado por Esteva et al. (2017) revelou que uma rede neural treinada com mais de 130 mil imagens clínicas alcançou desempenho equivalente ao de 21 dermatologistas certificados na classificação de lesões malignas e benignas.

Na oftalmologia, a detecção automatizada de retinopatia diabética por sistemas de IA já recebeu aprovação regulatória em diversos países. De acordo com He et al. (2022), o sistema IDx-DR, aprovado pela Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos em 2018, foi o primeiro dispositivo de IA autorizado a realizar diagnósticos de forma autônoma, sem necessidade de interpretação por um médico especialista.

Na cardiologia, sistemas de IA estão sendo utilizados para a análise de eletrocardiogramas, ecocardiogramas e imagens de cateterismo cardíaco. Esses sistemas demonstram potencial para identificar arritmias, prever eventos cardiovasculares e auxiliar na estratificação de risco dos pacientes, contribuindo para intervenções mais precoces e precisas (CLARK, 2021).

Na patologia, a análise digital de lâminas histopatológicas por sistemas de IA permite a identificação de células cancerígenas com maior velocidade e consistência. Essa aplicação é particularmente relevante em contextos onde há escassez de patologistas, como ocorre em diversas regiões do Brasil e de outros países em desenvolvimento.

2.4 PANORAMA DA IA NA SAÚDE NO BRASIL E NO MUNDO

O mercado global de IA na saúde tem apresentado crescimento expressivo nos últimos anos. Segundo dados da McKinsey & Company (2021), o investimento global em startups de saúde digital ultrapassou 57 bilhões de dólares em 2021, com uma parcela significativa direcionada a soluções baseadas em inteligência artificial. Os Estados Unidos lideram o desenvolvimento e a adoção de tecnologias de IA na saúde, seguidos pela China e por países da Europa Ocidental.

No cenário internacional, grandes empresas de tecnologia, como Google, Microsoft, IBM e Amazon, têm investido significativamente no desenvolvimento de

soluções de IA para o setor de saúde. O Google Health, por exemplo, desenvolveu sistemas de IA para a detecção de câncer de mama em mamografias que demonstraram redução nas taxas de falsos positivos e falsos negativos em comparação com a leitura humana convencional. A IBM, com seu sistema Watson for Oncology, buscou oferecer recomendações de tratamento baseadas em IA para pacientes com câncer, embora os resultados tenham sido objeto de debate na comunidade médica.

No Brasil, a adoção de IA na saúde ainda é incipiente, mas tem apresentado avanços relevantes. Instituições de referência, como o Hospital Albert Einstein, o Hospital Sírio-Libanês e o Instituto do Coração (InCor), têm implementado soluções de IA em seus processos diagnósticos. O Hospital Albert Einstein, por exemplo, desenvolveu um algoritmo de IA para a triagem de pacientes com suspeita de COVID-19, que auxiliou na priorização de atendimentos durante a pandemia.

Entretanto, conforme apontam Porter e Lee (2013), a adoção de novas tecnologias na saúde frequentemente enfrenta resistência institucional, desafios de financiamento e barreiras regulatórias. No contexto brasileiro, essas barreiras são agravadas pela desigualdade no acesso a recursos tecnológicos entre as instituições do sistema público e privado de saúde, o que limita a disseminação dessas inovações e amplia as disparidades no atendimento à população.

A regulamentação da IA na saúde no Brasil ainda está em desenvolvimento. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) tem trabalhado na elaboração de diretrizes específicas para dispositivos médicos baseados em IA, buscando equilibrar a necessidade de inovação com a segurança dos pacientes. A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), por sua vez, estabelece parâmetros para o tratamento de dados sensíveis de saúde, o que impacta diretamente o desenvolvimento e a implementação de sistemas de IA que dependem de grandes volumes de dados clínicos para seu funcionamento.

3 IMPACTOS ECONÔMICOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE IA EM INSTITUIÇÕES DE SAÚDE

A implementação de inteligência artificial em instituições de saúde gera impactos econômicos multifacetados que vão além da simples relação entre custos e benefícios. A análise econômica dessa tecnologia exige a consideração de fatores como os investimentos iniciais em infraestrutura, o retorno sobre investimento a médio e longo prazo, os efeitos sobre o mercado de trabalho, as implicações regulatórias e o surgimento de novos mercados na saúde digital. Este capítulo examina cada uma dessas dimensões, buscando oferecer uma visão abrangente dos impactos econômicos da IA no setor de saúde.

3.1 CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO E INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA

A adoção de sistemas de inteligência artificial em instituições de saúde demanda investimentos significativos em infraestrutura tecnológica. De acordo com Clark (2021), os custos de implementação de IA no setor de saúde podem ser categorizados em três componentes principais: hardware e infraestrutura de dados, software e algoritmos, e capacitação e treinamento de pessoal.

No que se refere ao hardware, as instituições necessitam de servidores de alta capacidade de processamento, frequentemente equipados com unidades de processamento gráfico (GPUs) especializadas, que são essenciais para o treinamento e a execução de modelos de aprendizado profundo. Além disso, são necessários sistemas robustos de armazenamento de dados, capazes de gerenciar grandes volumes de informações clínicas, incluindo imagens médicas de alta resolução. Estima-se que os custos de infraestrutura podem variar de centenas de milhares a milhões de dólares, dependendo da escala da implementação (MCKINSEY & COMPANY, 2021).

Os custos de software incluem a aquisição ou o desenvolvimento de algoritmos de IA, bem como a integração desses sistemas com os sistemas de informação hospitalar já existentes, como os prontuários eletrônicos e os sistemas de Picture Archiving and Communication System (PACS). Segundo He et al. (2022), a integração tecnológica representa um dos maiores desafios para a implementação

de IA, pois muitas instituições de saúde operam com sistemas legados que não foram projetados para interoperar com soluções baseadas em inteligência artificial.

A capacitação profissional constitui outro componente relevante dos custos de implementação. Médicos, enfermeiros, técnicos de radiologia e outros profissionais de saúde precisam ser treinados para operar os sistemas de IA e interpretar seus resultados de forma adequada. Russell e Norvig (2020) ressaltam que a aceitação da tecnologia pelos profissionais de saúde está diretamente relacionada à qualidade do treinamento oferecido e à percepção de que a IA atua como uma ferramenta de apoio, e não como uma ameaça à prática profissional.

No contexto do SUS, os custos de implementação representam um desafio particular. Com um orçamento historicamente insuficiente para atender às demandas básicas de saúde da população, a alocação de recursos para tecnologias de IA compete com outras prioridades, como a ampliação do acesso a medicamentos, a contratação de profissionais e a manutenção da infraestrutura hospitalar existente. Essa realidade exige uma análise cuidadosa da relação custo-benefício para justificar os investimentos em IA no sistema público de saúde.

3.2 RETORNO SOBRE INVESTIMENTO E REDUÇÃO DE CUSTOS OPERACIONAIS

Apesar dos elevados custos iniciais, diversos estudos apontam que a implementação de IA no diagnóstico médico pode gerar retornos financeiros significativos a médio e longo prazo. O retorno sobre investimento (ROI) da IA na saúde manifesta-se principalmente por meio da redução de custos operacionais, do aumento da produtividade e da melhoria na qualidade do atendimento.

Segundo relatório da McKinsey & Company (2021), a aplicação de IA no setor de saúde tem o potencial de gerar economias globais entre 200 e 360 bilhões de dólares anuais. Essas economias decorrem, principalmente, da redução de procedimentos desnecessários, da otimização do fluxo de pacientes, da diminuição de erros diagnósticos e da melhoria na alocação de recursos humanos e materiais.

A redução de erros diagnósticos constitui uma das fontes mais significativas de economia. Estimativas indicam que erros de diagnóstico afetam aproximadamente 12 milhões de pacientes por ano nos Estados Unidos, gerando

custos diretos e indiretos que podem ultrapassar 100 bilhões de dólares anuais (CLARK, 2021). Sistemas de IA que auxiliam na detecção precoce de doenças e na confirmação de diagnósticos têm o potencial de reduzir significativamente esses custos, ao mesmo tempo em que melhoram os desfechos clínicos dos pacientes.

A otimização do tempo de diagnóstico também gera impactos econômicos relevantes. Algoritmos de IA podem analisar imagens médicas em segundos, enquanto a análise humana de um único exame pode levar de minutos a horas, dependendo da complexidade. Essa aceleração do processo diagnóstico permite que os profissionais de saúde atendam um maior número de pacientes, aumentando a produtividade das instituições e reduzindo filas de espera, o que é particularmente relevante no contexto do SUS.

Conforme destacam Porter e Lee (2013), a criação de valor na saúde deve ser medida pelos resultados obtidos por unidade de custo. Nesse sentido, a IA pode contribuir para a criação de um ciclo virtuoso, no qual diagnósticos mais precisos e precoces resultam em tratamentos mais eficazes e menos custosos, gerando economias que podem ser reinvestidas na melhoria contínua dos serviços de saúde.

3.3 IMPACTOS NO MERCADO DE TRABALHO EM SAÚDE

A introdução de sistemas de IA no diagnóstico médico tem gerado debates sobre seus potenciais impactos no mercado de trabalho em saúde. Embora exista o receio de que a IA possa substituir profissionais de saúde, a perspectiva predominante na literatura acadêmica é de que a tecnologia atuará como uma ferramenta complementar, transformando o perfil das funções exercidas pelos profissionais, sem necessariamente eliminar postos de trabalho.

Topol (2019) argumenta que a IA deve ser compreendida como um instrumento de empoderamento do profissional de saúde, liberando-o de tarefas repetitivas e de baixo valor agregado para que possa se concentrar em atividades que exigem empatia, julgamento clínico e interação com o paciente. Nessa perspectiva, a IA não substituiria o médico, mas alteraria o escopo de sua atuação, demandando novas competências relacionadas à interpretação de resultados gerados por sistemas inteligentes.

Por outro lado, a adoção de IA gera demanda por novos perfis profissionais, como cientistas de dados especializados em saúde, engenheiros de machine learning, especialistas em informática biomédica e profissionais de compliance digital. Essa demanda cria novas oportunidades no mercado de trabalho e exige investimentos em formação e qualificação profissional. Segundo Clark (2021), a intersecção entre tecnologia e saúde está se tornando um dos campos profissionais de maior crescimento no mundo.

No Brasil, a preocupação com os impactos da IA sobre o emprego na saúde deve ser contextualizada pela realidade de escassez de profissionais em diversas especialidades e regiões. Em áreas como a patologia e a radiologia, onde a IA tem demonstrado maior potencial de aplicação, o país enfrenta déficit de especialistas, especialmente fora dos grandes centros urbanos. Nesse contexto, a IA pode funcionar como um multiplicador de capacidade, permitindo que um número reduzido de especialistas atenda uma demanda maior, com o auxílio de sistemas inteligentes de apoio ao diagnóstico.

3.4 DESAFIOS REGULATÓRIOS E SEUS IMPACTOS ECONÔMICOS

O marco regulatório para a utilização de IA na saúde constitui um fator determinante para os impactos econômicos dessa tecnologia. A regulamentação afeta diretamente os custos de desenvolvimento e certificação de produtos, os prazos de entrada no mercado e a confiança dos usuários nos sistemas de IA.

No plano internacional, diferentes abordagens regulatórias têm sido adotadas. Nos Estados Unidos, a FDA desenvolveu um framework específico para dispositivos médicos baseados em IA, que busca equilibrar a necessidade de garantir a segurança dos pacientes com a promoção da inovação. Na União Europeia, o Regulamento de Inteligência Artificial (AI Act), aprovado em 2024, classifica as aplicações de IA em saúde como de alto risco, sujeitando-as a requisitos rigorosos de conformidade.

No Brasil, a ANVISA tem avançado na regulamentação de dispositivos médicos baseados em IA, porém o framework regulatório ainda se encontra em fase de consolidação. A ausência de regulamentação clara gera incerteza para empresas desenvolvedoras de soluções de IA em saúde, o que pode desestimular investimentos e atrasar a adoção da tecnologia. Conforme observam He et al.

(2022), a incerteza regulatória representa um dos principais fatores que elevam os custos de desenvolvimento de soluções de IA para a saúde, pois as empresas precisam considerar a possibilidade de mudanças nas regras que podem exigir adaptações dispendiosas.

A LGPD, por sua vez, impõe requisitos específicos para o tratamento de dados sensíveis de saúde, incluindo a necessidade de consentimento informado dos pacientes e a implementação de medidas de segurança para proteção dos dados. O cumprimento dessas exigências gera custos adicionais para as instituições de saúde e para as empresas desenvolvedoras de IA, mas é fundamental para garantir a confiança dos pacientes e a sustentabilidade a longo prazo da adoção de IA na saúde.

3.5 A SAÚDE DIGITAL COMO NOVO MERCADO

A implementação de IA na saúde não se limita à otimização de processos existentes; ela está contribuindo para a criação de um mercado inteiramente novo: o da saúde digital. Esse mercado abrange desde plataformas de telemedicina até soluções de monitoramento remoto de pacientes, passando por aplicativos de diagnóstico, sistemas de gestão hospitalar inteligente e empresas especializadas em análise de dados clínicos.

Segundo a McKinsey & Company (2021), o mercado global de saúde digital foi estimado em aproximadamente 175 bilhões de dólares em 2021 e possui projeção de crescimento anual superior a 25% ao longo da década. Esse crescimento é impulsionado pela convergência de fatores como o envelhecimento populacional, a pressão por redução de custos nos sistemas de saúde e a crescente digitalização dos processos clínicos.

No Brasil, o mercado de saúde digital tem experimentado expansão acelerada, especialmente após a pandemia de COVID-19, que catalisou a adoção de telemedicina e de soluções digitais no setor de saúde. Empresas brasileiras como a Laura, especializada em IA para previsão de sepse hospitalar, e a Portal Telemedicina, que oferece laudos médicos a distância com auxílio de IA, exemplificam o potencial do ecossistema nacional de saúde digital.

A criação de novos mercados na saúde digital gera impactos econômicos que extrapolam o setor de saúde em sentido estrito. Segundo Clark (2021), o desenvolvimento do ecossistema de saúde digital estimula investimentos em infraestrutura de telecomunicações, impulsiona a demanda por profissionais de tecnologia e contribui para o aumento da produtividade econômica global. Além disso, a exportação de soluções de saúde digital representa uma oportunidade para países como o Brasil diversificarem sua pauta exportadora, agregando valor por meio da inovação tecnológica.

Entretanto, o desenvolvimento do mercado de saúde digital também levanta questões sobre equidade no acesso. A concentração de investimentos em soluções digitais pode ampliar as disparidades entre regiões e populações com diferentes níveis de acesso à tecnologia, reforçando a necessidade de políticas públicas que promovam a inclusão digital como pré-requisito para a democratização dos benefícios da IA na saúde.

4 ESTUDOS DE CASO E ANÁLISE COMPARATIVA DOS IMPACTOS ECONÔMICOS

A compreensão dos impactos econômicos da inteligência artificial no diagnóstico médico requer a análise de experiências concretas de implementação. Os estudos de caso selecionados neste capítulo representam diferentes contextos, escalas e modelos de adoção de IA na saúde, abrangendo instituições privadas de referência no Brasil, iniciativas de grandes corporações de tecnologia no cenário internacional e experiências no sistema público de saúde brasileiro. A análise comparativa dessas experiências permite identificar padrões, lições aprendidas e fatores críticos de sucesso para a implementação economicamente viável da IA no diagnóstico médico.

4.1 HOSPITAL ALBERT EINSTEIN: PIONEIRISMO NA IA EM SAÚDE NO BRASIL

O Hospital Israelita Albert Einstein, localizado em São Paulo, é reconhecido como uma das instituições de saúde mais avançadas da América Latina e tem se destacado como pioneiro na adoção de inteligência artificial em seus processos clínicos. A instituição iniciou seus investimentos em IA de forma estruturada a partir de 2017, com a criação de um núcleo de inovação dedicado ao desenvolvimento e à implementação de soluções tecnológicas para a saúde.

Entre as principais iniciativas do Hospital Einstein destaca-se o desenvolvimento de algoritmos de IA para a triagem de pacientes com suspeita de COVID-19, implementado durante a pandemia em 2020. O sistema utilizava dados clínicos e laboratoriais para classificar o risco dos pacientes, permitindo a priorização de atendimentos e a otimização da alocação de leitos em um momento de extrema pressão sobre o sistema de saúde. Segundo dados divulgados pela instituição, o algoritmo alcançou uma acurácia superior a 90% na predição da necessidade de internação, contribuindo para a redução do tempo médio de permanência no pronto-socorro.

Do ponto de vista econômico, os investimentos do Hospital Einstein em IA representaram um comprometimento financeiro significativo, estimado em dezenas de milhões de reais ao longo de cinco anos, incluindo a contratação de cientistas de dados, a aquisição de infraestrutura computacional e o desenvolvimento de

parcerias com startups e universidades. No entanto, os retornos financeiros têm se manifestado de múltiplas formas: redução no tempo de diagnóstico, diminuição de exames redundantes, otimização do fluxo de pacientes e melhoria na assertividade das decisões clínicas.

A experiência do Einstein também evidencia a importância da cultura organizacional como fator facilitador da adoção de IA. A instituição investiu em programas de capacitação para seus profissionais de saúde, promovendo uma cultura de inovação que minimiza a resistência à adoção de novas tecnologias. Conforme destaca Topol (2019), a aceitação da IA pelos profissionais de saúde é determinante para o sucesso da implementação e para a realização dos benefícios econômicos esperados.

Outro aspecto relevante da experiência do Einstein é o modelo de sustentabilidade financeira adotado. A instituição tem buscado comercializar suas soluções de IA para outras instituições de saúde, tanto no Brasil quanto no exterior, criando uma fonte adicional de receita que contribui para o financiamento contínuo da pesquisa e do desenvolvimento em IA. Esse modelo demonstra que os investimentos em IA podem gerar retornos que vão além da melhoria operacional interna, abrindo oportunidades de negócio no mercado de saúde digital.

4.2 SISTEMA WATSON FOR ONCOLOGY DA IBM

O Watson for Oncology, desenvolvido pela IBM, representa um dos casos mais emblemáticos de tentativa de aplicação de IA no diagnóstico e tratamento de câncer em larga escala. Lançado em 2013 em parceria com o Memorial Sloan Kettering Cancer Center, o sistema foi projetado para analisar dados clínicos de pacientes oncológicos e fornecer recomendações de tratamento baseadas em evidências, processando milhões de artigos científicos, protocolos clínicos e registros de pacientes.

Do ponto de vista econômico, o Watson for Oncology envolveu investimentos bilionários por parte da IBM, que posicionou o sistema como a principal aposta da empresa no mercado de saúde. A comercialização do Watson foi realizada por meio de parcerias com hospitais em diversos países, incluindo Índia, China, Tailândia e Brasil, com custos de licenciamento que variavam de centenas de milhares a milhões de dólares por instituição.

Entretanto, a experiência do Watson for Oncology também revelou limitações significativas. Estudos independentes demonstraram que as recomendações do sistema apresentavam concordância variável com as decisões de especialistas humanos, com taxas que oscilavam entre 50% e 96%, dependendo do tipo de câncer e do contexto clínico. Além disso, críticas foram direcionadas à dependência do sistema em relação aos protocolos do Memorial Sloan Kettering, que nem sempre se aplicavam a contextos clínicos diferentes, especialmente em países com perfis epidemiológicos e disponibilidade de recursos distintos (CLARK, 2021).

O caso do Watson for Oncology oferece lições econômicas importantes para a implementação de IA na saúde. Em primeiro lugar, demonstra que o retorno sobre investimento em IA não é garantido, e que a viabilidade econômica depende da capacidade do sistema de agregar valor clínico de forma consistente. Em segundo lugar, evidencia os riscos de uma estratégia de comercialização baseada em expectativas inflacionadas sobre as capacidades da tecnologia. A IBM acabou por descontinuar a comercialização ativa do Watson for Oncology em 2022, o que representou uma perda significativa para os investidores e um alerta para o mercado sobre os riscos associados à adoção prematura de soluções de IA na saúde.

Apesar das dificuldades, o legado do Watson for Oncology inclui contribuições importantes para o campo, como o avanço na pesquisa sobre processamento de linguagem natural aplicado a textos médicos e o desenvolvimento de frameworks para a avaliação de sistemas de IA em oncologia. Essas contribuições continuam a influenciar o desenvolvimento de novas soluções de IA para o diagnóstico e tratamento do câncer.

4.3 GOOGLE HEALTH E A DETECÇÃO DE CÂNCER DE MAMA

O Google Health tem se destacado como um dos principais investidores no desenvolvimento de soluções de IA para o diagnóstico médico, com foco particular na detecção de câncer de mama por meio da análise de mamografias. Em 2020, a empresa publicou um estudo no periódico *Nature*, demonstrando que seu sistema de IA alcançou uma redução de 5,7% nos falsos positivos e de 9,4% nos falsos negativos em comparação com a leitura humana convencional, resultados obtidos a partir da análise de mais de 90 mil mamografias de pacientes nos Estados Unidos e no Reino Unido.

Do ponto de vista econômico, os impactos potenciais dessa tecnologia são significativos. A redução de falsos positivos diminui o número de biópsias desnecessárias, procedimentos que geram custos médios estimados entre 1.000 e 5.000 dólares por caso, além de causar ansiedade e desconforto às pacientes. Por outro lado, a redução de falsos negativos permite a detecção precoce de tumores que, de outra forma, seriam diagnosticados em estágios mais avançados, quando os custos de tratamento são substancialmente maiores. Segundo dados da American Cancer Society, o custo médio do tratamento de um câncer de mama detectado em estágio inicial é de aproximadamente 50 mil dólares, enquanto o tratamento em estágio avançado pode ultrapassar 250 mil dólares.

O modelo de negócio do Google Health difere significativamente do adotado pela IBM com o Watson. Em vez de comercializar diretamente o sistema para hospitais, o Google tem buscado parcerias com sistemas de saúde e órgãos reguladores para validar clinicamente suas soluções antes de uma comercialização mais ampla. Essa abordagem, embora mais lenta, busca construir uma base de evidências sólida que reduza os riscos regulatórios e aumente a confiança dos profissionais de saúde na tecnologia.

A experiência do Google Health também ilustra os desafios econômicos relacionados à escalabilidade das soluções de IA na saúde. Embora os resultados obtidos em estudos controlados sejam promissores, a implementação em larga escala requer adaptações para diferentes populações, equipamentos e protocolos clínicos, o que gera custos adicionais de desenvolvimento e validação. Conforme observam He et al. (2022), a generalização dos resultados de estudos de IA em saúde para contextos clínicos diversos representa um dos principais desafios técnicos e econômicos do campo.

4.4 EXPERIÊNCIAS NO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS)

A adoção de inteligência artificial no Sistema Único de Saúde (SUS) apresenta características e desafios distintos em comparação com o setor privado. O SUS atende aproximadamente 150 milhões de brasileiros e opera com restrições orçamentárias significativas, o que torna a análise de custo-efetividade um fator ainda mais crítico na avaliação de investimentos em novas tecnologias.

Entre as iniciativas de IA no SUS, destacam-se projetos de telemedicina assistida por IA em regiões remotas do país. O Programa Telessaúde Brasil Redes, coordenado pelo Ministério da Saúde, tem incorporado ferramentas de IA para auxiliar profissionais de saúde da atenção primária na interpretação de exames e na tomada de decisões clínicas. Em regiões da Amazônia e do semiárido nordestino, onde a presença de médicos especialistas é escassa, sistemas de IA para análise de eletrocardiogramas e imagens radiológicas têm permitido diagnósticos mais rápidos e precisos, reduzindo a necessidade de encaminhamento de pacientes para centros urbanos distantes.

Do ponto de vista econômico, essas iniciativas demonstram o potencial da IA para a redução de custos indiretos no SUS, como despesas com transporte de pacientes, diárias hospitalares em centros de referência e perda de produtividade dos pacientes que precisam se deslocar para obter diagnósticos especializados. Estima-se que o custo médio de deslocamento de um paciente do interior da Amazônia para um centro de referência em Manaus ou Belém pode variar de 500 a 2.000 reais, incluindo transporte, hospedagem e alimentação. A possibilidade de realizar diagnósticos remotos com auxílio de IA pode eliminar uma parcela significativa desses custos.

No entanto, a implementação de IA no SUS enfrenta barreiras específicas. A infraestrutura de conectividade em regiões remotas é frequentemente precária, limitando a utilização de soluções baseadas em nuvem. A integração com os sistemas de informação do SUS, como o e-SUS e o SISREG, apresenta desafios técnicos que demandam investimentos em interoperabilidade. Além disso, a capacitação dos profissionais de saúde da atenção primária para a utilização de ferramentas de IA requer programas de treinamento adaptados à realidade de cada região.

A experiência brasileira com o aplicativo Laura, desenvolvido pela startup Laura Networks, ilustra tanto o potencial quanto os desafios da IA no contexto público. O sistema utiliza algoritmos de IA para monitorar sinais vitais de pacientes internados e prever a ocorrência de sepse, uma das principais causas de morte em UTIs. Implementado em hospitais públicos e privados, o Laura demonstrou capacidade de identificar sinais de deterioração clínica horas antes dos métodos tradicionais, permitindo intervenções precoces que podem reduzir a mortalidade e os

custos associados ao tratamento de sepse grave, que podem ultrapassar 100 mil reais por paciente.

4.5 ANÁLISE COMPARATIVA DOS IMPACTOS ECONÔMICOS

A análise comparativa dos estudos de caso apresentados revela padrões importantes sobre os fatores que determinam o sucesso econômico da implementação de IA no diagnóstico médico. O quadro a seguir sintetiza as principais características de cada experiência analisada.

O Hospital Albert Einstein representa o modelo de implementação mais bem-sucedido entre os casos analisados, combinando investimentos substanciais com uma estratégia de longo prazo que integra inovação, capacitação profissional e diversificação de receitas. O sucesso do Einstein pode ser atribuído à combinação de recursos financeiros robustos, cultura organizacional favorável à inovação e uma abordagem incremental de implementação, que permite ajustes ao longo do processo.

O caso do Watson for Oncology, por outro lado, evidencia os riscos de uma abordagem excessivamente ambiciosa, com investimentos desproporcionais em relação à capacidade real da tecnologia de agregar valor clínico. A experiência da IBM demonstra que o sucesso econômico da IA na saúde depende fundamentalmente da capacidade do sistema de atender às expectativas dos profissionais de saúde e dos pacientes, e não apenas das promessas tecnológicas.

O Google Health representa uma abordagem intermediária, com investimentos significativos em pesquisa e desenvolvimento, mas uma estratégia de comercialização mais cautelosa, baseada na construção progressiva de evidências clínicas. Essa abordagem pode ser mais sustentável a longo prazo, embora implique um período mais longo para a obtenção de retorno sobre o investimento.

As experiências no SUS demonstram que a IA pode ser economicamente viável mesmo em contextos de recursos limitados, desde que as soluções sejam adaptadas às necessidades e às restrições específicas do sistema público de saúde. A ênfase em aplicações que reduzem custos indiretos, como o deslocamento de pacientes, e que ampliam o acesso a diagnósticos especializados em regiões carentes de profissionais pode gerar um retorno social e econômico significativo.

A partir da análise comparativa, é possível identificar fatores críticos comuns para o sucesso econômico da IA no diagnóstico médico: a adequação da tecnologia às necessidades clínicas reais; a existência de infraestrutura tecnológica mínima necessária; o investimento em capacitação profissional; a construção de evidências clínicas robustas; o apoio institucional e regulatório; e a adoção de uma perspectiva de longo prazo para a avaliação do retorno sobre investimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente monografia teve como objetivo analisar os impactos econômicos da implementação de inteligência artificial no diagnóstico médico, considerando os custos de implantação, os retornos financeiros, os efeitos sobre o mercado de trabalho, os desafios regulatórios e o surgimento de novos mercados na saúde digital. Ao longo dos capítulos desenvolvidos, foi possível construir um panorama abrangente que revela tanto as oportunidades quanto os desafios associados à adoção dessa tecnologia no setor de saúde.

A revisão teórica apresentada no segundo capítulo evidenciou que a inteligência artificial, especialmente por meio de técnicas de aprendizado de máquina e redes neurais profundas, tem demonstrado capacidade de alcançar resultados comparáveis ou superiores aos de especialistas humanos em diversas tarefas diagnósticas, incluindo a análise de imagens radiológicas, dermatológicas, oftalmológicas e cardiológicas. Essas aplicações representam avanços significativos que têm o potencial de transformar a prática médica e gerar impactos econômicos substanciais.

A análise dos impactos econômicos, desenvolvida no terceiro capítulo, demonstrou que a implementação de IA na saúde envolve investimentos iniciais significativos em infraestrutura tecnológica, software e capacitação profissional. Contudo, os potenciais retornos a médio e longo prazo, que incluem a redução de erros diagnósticos, a otimização do tempo de atendimento, a diminuição de procedimentos desnecessários e a melhoria na alocação de recursos, podem superar amplamente os custos iniciais. Estimativas indicam que a IA tem o potencial de gerar economias globais de centenas de bilhões de dólares anuais no setor de saúde (MCKINSEY & COMPANY, 2021).

Os estudos de caso analisados no quarto capítulo ofereceram perspectivas concretas sobre diferentes modelos de implementação de IA na saúde. A experiência do Hospital Albert Einstein demonstrou que uma abordagem estratégica, que combina investimentos em pesquisa e desenvolvimento com capacitação profissional e diversificação de receitas, pode gerar retornos econômicos consistentes. O caso do Watson for Oncology da IBM serviu como alerta sobre os

riscos de expectativas inflacionadas e sobre a importância de validação clínica rigorosa. As iniciativas do Google Health ilustraram uma abordagem de comercialização mais cautelosa, baseada na construção progressiva de evidências. E as experiências no SUS demonstraram o potencial da IA para ampliar o acesso a diagnósticos especializados em regiões carentes, com custos relativamente baixos.

No que diz respeito ao mercado de trabalho, a análise realizada aponta que a IA tende a transformar, e não a substituir, a atuação dos profissionais de saúde. Conforme argumenta Topol (2019), a tecnologia pode liberar os profissionais de tarefas repetitivas, permitindo que se dediquem a atividades de maior valor agregado, como a relação médico-paciente e o julgamento clínico complexo. Ao mesmo tempo, a IA cria demanda por novos perfis profissionais na intersecção entre tecnologia e saúde, representando oportunidades para a geração de empregos qualificados.

Os desafios regulatórios identificados ao longo do estudo revelam que a construção de marcos regulatórios adequados é fundamental para o desenvolvimento sustentável do mercado de IA na saúde. No Brasil, a LGPD e as diretrizes em desenvolvimento pela ANVISA representam passos importantes, mas ainda insuficientes para oferecer a segurança jurídica necessária para estimular investimentos em larga escala.

A análise das hipóteses inicialmente formuladas no projeto de pesquisa permite concluir que: a implementação de IA no diagnóstico médico pode, de fato, gerar retorno financeiro significativo a longo prazo, conforme evidenciado pelos estudos de caso analisados; os custos iniciais constituem barreiras relevantes, especialmente para o sistema público de saúde; a adaptação dos profissionais e a segurança dos dados são fatores críticos que influenciam a eficácia e a aceitação da IA; e a saúde digital está se consolidando como um novo mercado com potencial econômico expressivo.

Como limitações deste estudo, cabe destacar a natureza predominantemente qualitativa da análise, a dependência de dados secundários e a dificuldade de quantificar com precisão os retornos financeiros da IA em saúde, dada a multiplicidade de variáveis envolvidas e a relativa escassez de estudos longitudinais

sobre o tema. Além disso, o ritmo acelerado de evolução da tecnologia implica que parte das análises realizadas pode necessitar de atualização em curto prazo.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos empíricos que mensurem quantitativamente os impactos econômicos da IA em instituições de saúde brasileiras, tanto no setor público quanto no privado. Estudos longitudinais que acompanhem a evolução dos custos e benefícios ao longo do tempo seriam particularmente valiosos para fundamentar decisões de investimento e políticas públicas. Adicionalmente, investigações sobre modelos de financiamento e parcerias público-privadas para a implementação de IA no SUS poderiam contribuir para a democratização do acesso a essa tecnologia.

Em síntese, a inteligência artificial representa uma oportunidade transformadora para o setor de saúde, com potencial de gerar benefícios econômicos e clínicos significativos. No entanto, a realização desse potencial depende de um esforço coordenado que envolva investimentos estratégicos, capacitação profissional, desenvolvimento regulatório e compromisso com a equidade no acesso. A construção de um ecossistema de saúde digital inclusivo e sustentável é o grande desafio que se apresenta para os próximos anos, e o Brasil, com a dimensão de seu sistema de saúde e a criatividade de seu ecossistema de inovação, tem condições de se posicionar como protagonista nesse processo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. de S. *Elaboração de Projeto, TCC, Dissertação e Tese*. 3. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2024.

BAYLIS, F.; ROGERS, W. (org.). *Ethics and Artificial Intelligence in Healthcare*. Cham: Springer, 2020.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. *Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)*. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2018.

CLARK, C. *Artificial Intelligence in Health Care: The Impact on the Economy and the Future of Medicine*. Oxford: Oxford University Press, 2021.

ESTEVA, A. et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, v. 542, n. 7639, p. 115-118, 2017.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HE, J. et al. The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nature Medicine*, v. 25, n. 1, p. 30-36, 2022.

MCKINSEY & COMPANY. *The potential for artificial intelligence in healthcare*. McKinsey Global Institute, 2021.

PORTER, M. E.; LEE, T. H. The strategy that will fix health care. *Harvard Business Review*, v. 91, n. 10, p. 50-70, 2013.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2020.

SAVAS, E. S. *Privatization and Public-Private Partnerships*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2000.

TOPOL, E. *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. New York: Basic Books, 2019.