

Aplicação de Inteligência Artificial na Predição da Obesidade Adulta: Inovações e Desafios no Setor de Saúde

Application of Artificial Intelligence in Predicting Adult Obesity: Innovations and Challenges in the Healthcare Sector

Vandoir Welchen Doutor em Administração. Universidade de Caxias do Sul (UCS) - Brasil.
<https://orcid.org/0000-0001-7042-1239> vwelchen90@gmail.com.

Ana Cristina Fachinelli Pós-doutora em Inteligência Estratégica. Universidade de Caxias do Sul (UCS) - Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-4136-6933> acfachin@ucs.br.

Scheila de Avila e Silva Doutora em Biotecnologia. Universidade de Caxias do Sul (UCS) - Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-3472-3907> sasilva6@ucs.br.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar o uso da Inteligência Artificial (IA) na predição da obesidade adulta, destacando as principais técnicas utilizadas, os desafios enfrentados e os resultados obtidos. A metodologia adotada foi uma revisão sistemática da literatura, utilizando bases de dados como Scopus, Web of Science, Dimensions e PubMed. Foram selecionados 384 artigos, após a aplicação de critérios de inclusão e exclusão, que abordam a aplicação de machine learning e deep learning na análise de dados de saúde, especialmente registros médicos eletrônicos (RME). Os resultados mostram que a IA apresenta alta precisão na identificação de fatores de risco para a obesidade, permitindo intervenções mais precoces e personalizadas. No entanto, desafios técnicos e éticos, como a qualidade dos dados e o viés algorítmico, ainda precisam ser superados. As principais conclusões indicam que a IA tem potencial para transformar o cuidado preventivo em saúde, mas sua implementação em larga escala requer soluções para questões regulatórias, além do desenvolvimento de IA explicável para facilitar sua aceitação pelos profissionais de saúde.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Obesidade. Machine Learning. Saúde. Predição.

ABSTRACT

This study aims to analyze the use of Artificial Intelligence (AI) in predicting adult obesity, highlighting the main techniques used, challenges faced, and results obtained. The methodology adopted was a systematic literature review using databases such as Scopus, Web of Science, Dimensions, and PubMed. A total of 384 articles were selected after applying inclusion and exclusion criteria, focusing on the application of machine learning and deep learning in health data analysis, particularly electronic health records (EHR). The results show that AI has high accuracy in identifying risk factors for obesity, enabling earlier and more personalized interventions. However, technical and ethical challenges, such as data quality and algorithmic bias, still need to be addressed. The main conclusions indicate that AI has the potential to transform preventive healthcare, but large-scale implementation requires solutions for regulatory issues, as well as the development of explainable AI to facilitate its acceptance by healthcare professionals.

Keywords: Artificial intelligence. Obesity. Machine Learning. Health. Prediction.

Recebido em 12/09/2024. Aprovado em 19/11/2024. Avaliado pelo sistema *double blind peer review*. Publicado conforme normas da APA.

<https://doi.org/10.22279/navus.v15.2019>

1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) tem emergido como um dos pilares centrais da Quarta Revolução Industrial, conhecida também como Revolução 4.0, impactando diversos setores, incluindo a saúde (Schwab, 2019). Desde sua primeira menção formal na conferência de Dartmouth em 1956, a IA evoluiu consideravelmente e tornou-se uma ferramenta estratégica em múltiplas áreas, incluindo negócios, medicina e gestão pública (Mintz; Brodie, 2019). Atualmente, a IA é amplamente utilizada para solucionar problemas complexos por meio da simulação da inteligência humana, desempenhando tarefas que, tradicionalmente, exigiriam uma intervenção humana direta (Dwivedi et al., 2021). No campo da saúde, essas inovações tecnológicas têm desempenhado um papel fundamental na transformação dos cuidados médicos, oferecendo soluções como predições mais precisas, tratamentos personalizados e diagnósticos automatizados (Saba et al., 2021).

Um dos maiores desafios globais de saúde pública é a obesidade, que afeta milhões de pessoas em todo o mundo, estando associada a diversas comorbidades, incluindo diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer (Abarca-Gómez et al., 2017). A predição da obesidade, especialmente em adultos, tornou-se uma área de crescente interesse científico, impulsionada pelos avanços em IA. O uso de técnicas de machine learning (ML) e deep learning (DL) para analisar grandes conjuntos de dados provenientes de Registros Médicos Eletrônicos (RME) tem demonstrado resultados promissores na identificação de fatores de risco e no desenvolvimento de modelos preditivos mais eficazes e robustos que os métodos tradicionais (Hamet & Tremblay, 2017; Tobore et al., 2019).

A relevância do tema está diretamente relacionada à capacidade da IA de transformar o paradigma da saúde preventiva. Ao analisar dados complexos em tempo real, a IA pode fornecer predições precisas sobre o risco de obesidade, permitindo intervenções mais precoces e personalizadas (Arora, 2020). Além disso, o uso da IA possibilita que profissionais de saúde tomem decisões mais informadas com base em análises preditivas que consideram uma variedade de fatores, como genética, estilo de vida e condições ambientais (Skaria et al., 2020). Dessa forma, a IA pode contribuir significativamente para a melhoria dos resultados de saúde pública, potencialmente reduzindo a carga global da obesidade e suas consequências associadas (Alsareii et al., 2022).

Contudo, a aplicação da IA na predição de obesidade também enfrenta desafios consideráveis. As questões éticas e legais relacionadas ao uso de dados pessoais, a privacidade e a segurança da informação são aspectos críticos que precisam ser abordados para garantir uma implementação responsável da tecnologia (Park et al., 2020). Além disso, o viés algorítmico e a desigualdade no acesso à tecnologia de IA são barreiras que podem limitar o alcance dos benefícios dessa inovação, particularmente em países em desenvolvimento (Hazarika, 2020; Liu et al., 2020a).

Neste contexto, esta revisão tem como objetivo analisar o uso da Inteligência Artificial na predição da obesidade adulta, com foco nas inovações e desafios apresentados pela literatura recente. A partir da análise de técnicas de machine learning e deep learning, busca-se identificar como essas tecnologias estão sendo aplicadas para transformar os cuidados preventivos em saúde. Além disso, a revisão examina as barreiras técnicas, éticas e regulatórias que envolvem a implementação de IA na predição de obesidade, explorando como esses obstáculos podem ser superados para maximizar os benefícios dessa tecnologia. Por fim, o estudo pretende destacar lacunas no conhecimento atual, promovendo um entendimento mais profundo sobre o potencial da IA na área da saúde, particularmente em relação à predição e prevenção da obesidade.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos visam garantir que uma pesquisa seja reconhecida como sólida e potencialmente relevante, tanto pelo campo acadêmico quanto pela sociedade em geral, indicando que foi desenvolvida com rigor e que é passível de debate e verificação (Lacerda et al., 2013). A metodologia adotada nesta revisão foi estruturada para garantir a seleção adequada dos artigos relevantes ao tema da aplicação de Inteligência Artificial (IA) na predição da obesidade adulta. O processo de busca, seleção e análise de artigos seguiu critérios rigorosos e foi conduzido de forma sistemática para assegurar a robustez e confiabilidade dos resultados.

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas seguintes bases de dados: Scopus, Web of Science, Dimensions e PubMed, reconhecidas pela ampla cobertura em publicações científicas de alta qualidade. Cada base foi selecionada com base em sua relevância para o tema, abrangência em áreas multidisciplinares, e histórico de indexação de artigos sobre saúde, IA e ciência de dados. Essas bases foram escolhidas para maximizar a abrangência da revisão e garantir a inclusão de estudos relevantes publicados até abril de 2023.

A formação das strings de busca foi realizada utilizando operadores booleanos para combinar termos relacionados à IA e predição de obesidade. Foram utilizadas as seguintes strings de busca: "innovation AND (health* OR 'health care') AND ('artificial intelligence' OR 'machine learning' OR 'deep learning') AND (concept* OR defin* OR construct* OR theor*)", aplicadas nos campos título, resumo e palavras-chave. A busca foi limitada a artigos em inglês, excluindo-se proceedings e documentos não indexados como artigos completos.

Os critérios de inclusão foram definidos para abarcar artigos que: a) fossem publicados em periódicos revisados por pares; b) estivessem no idioma inglês; c) abordassem a aplicação de IA, particularmente machine learning e deep learning, na predição de obesidade adulta; d) incluíssem análises de dados de saúde pública, registros médicos eletrônicos (RME) e outras fontes de dados biomédicos. Foram excluídos estudos que: a) não apresentassem dados quantitativos robustos ou métodos replicáveis; b) não estivessem disponíveis em texto completo; c) focassem apenas em discussões teóricas sem aplicação prática. Obteve-se um total de 384 documentos.

Após a coleta dos estudos, foram aplicadas técnicas de análise bibliométrica utilizando a ferramenta Bibliometrix, disponível no software RStudio. Essa ferramenta foi empregada para categorizar e mapear as tendências de pesquisa em inovação na saúde com IA, destacando as abordagens mais frequentes e as lacunas na literatura. A aplicação da Lei de Bradford auxiliou na identificação dos periódicos mais relevantes para a área, enquanto a Lei de Lotka foi usada para identificar os principais autores e colaborações científicas.

Esta revisão focou especificamente nas inovações tecnológicas envolvendo IA para predição de obesidade em adultos. A análise incluiu artigos que investigavam a integração de dados de saúde com IA, bem como os desafios éticos e regulatórios dessa implementação. Foram abordados modelos preditivos baseados em machine learning, destacando sua eficácia na transformação de cuidados preventivos e personalizados na área da saúde.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 Inovação na Saúde por Meio da Inteligência Artificial

A inovação tecnológica tem sido uma força motriz transformadora na área da saúde, com a Inteligência Artificial (IA) emergindo como um dos principais agentes de mudança. A IA é

frequentemente implementada com o objetivo de simular a inteligência humana e realizar tarefas que exigiriam capacidade cognitiva e técnica avançada se executadas por pessoas (Liu et al., 2020a). Na área da saúde, a IA tem se mostrado fundamental para melhorar a eficiência dos diagnósticos, aprimorar os resultados dos tratamentos e promover inovações disruptivas, especialmente através de técnicas como machine learning (ML) e deep learning (DL) (Dwivedi et al., 2021).

A análise dos resultados obtidos através da revisão da literatura indica que o uso de IA na saúde vai além da automação de tarefas rotineiras; ela desempenha um papel vital na descoberta de novos conhecimentos e na aceleração de processos clínicos que antes eram limitados pela capacidade humana. As organizações de saúde que integram IA em suas operações têm experimentado ganhos substanciais em eficiência e qualidade do atendimento ao paciente (Hamet & Tremblay, 2017). Além disso, tecnologias como a machine learning têm demonstrado uma capacidade inigualável de prever doenças crônicas, como a obesidade, antes que os sintomas se manifestem de forma significativa, permitindo intervenções preventivas mais eficazes (Tobore et al., 2019).

No entanto, apesar das inúmeras vantagens, a implementação da IA na saúde apresenta desafios. O primeiro está relacionado à integração de dados clínicos com sistemas de IA de forma que os resultados preditivos sejam confiáveis e precisos. A coleta de dados de alta qualidade é um requisito essencial, e a variabilidade na forma como os registros médicos eletrônicos (RME) são mantidos entre diferentes sistemas de saúde continua a ser um obstáculo significativo (Arora, 2020).

A IA também gera inovações no modelo de negócio de organizações de saúde, promovendo a criação de novos processos e serviços. O uso estratégico de IA permite às organizações se manterem competitivas em um mercado cada vez mais centrado em dados e tecnologias digitais (Lee et al., 2019). Ao explorar essas inovações, muitos estudos destacam a importância da construção de sistemas de IA personalizados, ajustados às necessidades específicas de cada instituição de saúde, o que facilita a inovação contínua e o ajuste de tecnologias disruptivas às realidades locais (Verganti et al., 2020).

3.2 Predição de Obesidade com Técnicas de Inteligência Artificial

A obesidade é uma das principais preocupações de saúde pública em nível global, afetando milhões de pessoas e resultando em um aumento expressivo de comorbidades como doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2 (Abarca-Gómez et al., 2017). Com o avanço da Inteligência Artificial, surgem novas oportunidades para melhorar a predição e a prevenção da obesidade, particularmente através de técnicas como machine learning (ML) e deep learning (DL), que são capazes de processar grandes quantidades de dados e identificar padrões complexos (Tobore et al., 2019).

A revisão da literatura indica que as técnicas de IA podem desempenhar um papel significativo na predição da obesidade ao analisar múltiplos fatores de risco, como dados genéticos, ambientais e comportamentais. Os algoritmos de machine learning têm sido utilizados para analisar dados de Registros Médicos Eletrônicos (RME), permitindo a construção de modelos preditivos que oferecem uma visão mais ampla e precisa do risco de obesidade (Alsareii et al., 2022). A capacidade da IA de integrar dados de diferentes fontes e avaliar variáveis em tempo real proporciona um nível de precisão que supera os métodos tradicionais de análise, como métodos estatísticos convencionais (Skaria et al., 2020).

Entre as abordagens discutidas, destaca-se o uso de deep learning, que se mostra particularmente eficaz em identificar padrões não lineares e interações complexas entre variáveis que influenciam a obesidade (An et al., 2022). O uso de redes neurais profundas permite a detecção precoce de tendências e comportamentos que levam ao ganho de peso, possibilitando intervenções preventivas mais direcionadas. Essas inovações tecnológicas têm o potencial de transformar a saúde pública,

permitindo que políticas preventivas sejam adaptadas de forma mais eficaz às necessidades individuais e de populações específicas (Prem, 2019).

Apesar dos benefícios, a literatura também destaca os desafios associados à aplicação de IA para predição de obesidade. Um dos principais problemas é a disponibilidade e a qualidade dos dados de saúde, que muitas vezes são heterogêneos e de difícil integração (Park et al., 2020). Além disso, o viés algorítmico pode representar um risco quando os dados de treinamento utilizados para construir os modelos não refletem adequadamente a diversidade da população em termos de características como idade, gênero e condições socioeconômicas (Hazarika, 2020). Isso pode levar a previsões imprecisas ou tendenciosas, limitando a eficácia das intervenções.

Outro desafio identificado é a necessidade de garantir que os profissionais de saúde compreendam os resultados gerados pelos sistemas de IA e sejam capazes de interpretá-los corretamente. Embora a IA ofereça uma vantagem significativa em termos de análise de dados, ela não substitui a expertise humana no diagnóstico e no tratamento. Assim, é essencial que haja uma integração eficaz entre os sistemas de IA e o julgamento clínico humano para maximizar o benefício dessas tecnologias na predição da obesidade (Arora, 2020).

3.3 Desafios Éticos e Técnicos na Implementação da IA na Saúde

A implementação de Inteligência Artificial (IA) na saúde, especialmente para a predição de obesidade, apresenta uma série de desafios éticos e técnicos que precisam ser enfrentados para garantir que os benefícios dessa tecnologia sejam maximizados de forma segura e eficaz. Embora a IA tenha o potencial de revolucionar o campo da saúde, as questões relativas à privacidade, à equidade no acesso e à interpretação dos dados continuam a ser barreiras significativas (Park et al., 2020).

Um dos principais desafios éticos no uso de IA na predição de obesidade é a questão da privacidade dos dados dos pacientes. A saúde de precisão, que utiliza grandes volumes de dados médicos para personalizar intervenções, depende de informações sensíveis, como registros médicos eletrônicos (RME), dados genômicos e outras informações biomédicas (Thapa & Camtepe, 2021). A coleta e o uso desses dados geram preocupações sobre a privacidade, especialmente em um contexto onde o compartilhamento de informações pode ser vulnerável a falhas de segurança e invasões. Tecnologias de IA baseadas em nuvem, por exemplo, podem se tornar alvos para ataques cibernéticos, comprometendo a segurança dos dados dos pacientes (Park et al., 2020).

Para mitigar esses riscos, há a necessidade de implementar sistemas rigorosos de criptografia e anonimização de dados, além de desenvolver diretrizes claras sobre o uso ético de dados em IA. No entanto, as legislações em torno da privacidade de dados, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil e o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (GDPR) na União Europeia, ainda enfrentam desafios para se adaptar à rapidez com que as tecnologias de IA evoluem e se integram aos sistemas de saúde (Kemppainen et al., 2019).

O viés algorítmico é uma preocupação técnica relevante, pois a IA se baseia em grandes conjuntos de dados para treinar seus modelos preditivos. Se os dados usados para o treinamento forem enviesados ou incompletos, os resultados também podem ser tendenciosos, o que pode prejudicar populações específicas. Por exemplo, se os dados não incluírem uma amostra representativa de grupos minoritários, os modelos preditivos podem ser menos precisos para essas populações, aumentando as desigualdades no cuidado de saúde (Sahoo et al., 2023).

Além disso, os modelos de machine learning tendem a refletir as desigualdades existentes nos dados históricos, o que pode perpetuar preconceitos e desigualdades no diagnóstico e tratamento de

doenças, incluindo a obesidade (Hazarika, 2020). É essencial que desenvolvedores de IA e profissionais de saúde colaborem para garantir que os algoritmos sejam justos e inclusivos, e que sejam criados mecanismos para detectar e corrigir o viés algorítmico.

Outro desafio técnico está relacionado à interpretação dos resultados gerados pelos sistemas de IA. Muitos profissionais de saúde, apesar de reconhecerem o potencial das ferramentas de IA, enfrentam dificuldades para interpretar corretamente os insights fornecidos por esses sistemas (Arora, 2020). A complexidade dos modelos de deep learning, por exemplo, pode dificultar a explicação de como uma predição foi realizada, levando à desconfiança nos resultados ou a interpretações equivocadas que podem impactar o tratamento dos pacientes.

Para abordar esse problema, é necessário desenvolver sistemas de IA mais transparentes e explicáveis, que permitam aos profissionais de saúde entender como os algoritmos chegam a determinadas conclusões. Esse campo, conhecido como "IA explicável", está em rápido desenvolvimento e visa aumentar a confiança e a aceitação da IA no ambiente clínico, fornecendo justificativas claras para as decisões tomadas pelos algoritmos (Strachna & Asan, 2020).

Por fim, a implementação eficaz de IA na saúde requer uma infraestrutura robusta, capaz de lidar com o grande volume de dados e processar algoritmos complexos. Hospitais e clínicas, especialmente em países em desenvolvimento, frequentemente enfrentam limitações tecnológicas, como falta de conectividade de internet, equipamentos inadequados e pessoal com habilidades técnicas insuficientes (Kemppainen et al., 2019). A falta de uma infraestrutura tecnológica adequada pode limitar a adoção da IA em larga escala e comprometer sua eficácia.

Além disso, há a necessidade de treinar profissionais de saúde para trabalhar com essas tecnologias, integrando-as de forma eficiente aos fluxos de trabalho clínicos. A resistência à mudança organizacional e a falta de confiança nas novas tecnologias também são barreiras importantes que precisam ser superadas para que a IA seja amplamente implementada nos sistemas de saúde (Liu et al., 2020a).

3.4 Oportunidades Futuras para o Uso de IA na Predição da Obesidade

Apesar dos desafios técnicos e éticos associados à implementação de Inteligência Artificial (IA) na saúde, o potencial dessa tecnologia para melhorar os cuidados preventivos, especialmente na predição da obesidade, é vasto. A análise da literatura revisada sugere que as oportunidades futuras para o uso de IA nesse campo estão diretamente relacionadas ao aprimoramento contínuo dos algoritmos e à criação de um ambiente regulatório que equilibre inovação e segurança (Schouten et al., 2022).

O aprimoramento contínuo de técnicas de machine learning (ML) e deep learning (DL) oferece oportunidades significativas para aumentar a precisão dos modelos preditivos. À medida que mais dados de alta qualidade se tornam disponíveis e a capacidade de processamento aumenta, espera-se que os modelos de IA possam prever com maior exatidão o risco de obesidade com base em uma combinação de fatores genéticos, comportamentais e ambientais (Alsareii et al., 2022).

O desenvolvimento de redes neurais profundas tem demonstrado um grande potencial no reconhecimento de padrões complexos e não lineares, possibilitando a criação de modelos preditivos mais robustos e adaptáveis a diferentes populações (Tobore et al., 2019). Futuramente, espera-se que esses algoritmos sejam ainda mais refinados, com a incorporação de novos tipos de dados, como biomarcadores e informações genéticas mais detalhadas, que podem oferecer uma visão ainda mais precisa do risco de obesidade (An et al., 2022).

Outra área promissora para o futuro é a integração da IA com tecnologias emergentes como o Big Data e a Internet das Coisas (IoT). A coleta de dados em tempo real através de dispositivos vestíveis (wearables) e sensores integrados ao ambiente pode fornecer informações valiosas sobre o comportamento diário, como atividade física, padrões de sono e alimentação (Woods et al., 2021). Ao combinar esses dados com os algoritmos de IA, será possível monitorar os fatores de risco para a obesidade de forma contínua e em tempo real, permitindo intervenções preventivas imediatas e mais eficazes.

A análise de dados em larga escala, potencializada pelo Big Data, também permitirá uma maior personalização dos tratamentos e intervenções. Em vez de adotar uma abordagem generalizada, a IA possibilitará que os profissionais de saúde recomendem intervenções específicas e adaptadas a cada paciente com base em seu perfil único de dados (Hamet & Tremblay, 2017).

A IA tem o potencial de ser um fator determinante para a saúde global, ajudando a reduzir a disparidade entre países desenvolvidos e em desenvolvimento no combate à obesidade. Tecnologias baseadas em IA podem ser adaptadas para contextos de baixa e média renda, oferecendo soluções escaláveis e de baixo custo para monitorar e prevenir a obesidade em regiões com recursos limitados (Tran et al., 2019).

Programas de saúde pública que utilizam IA para predição de obesidade podem ser implementados em larga escala, utilizando dados de dispositivos móveis e programas de monitoramento remoto. A personalização em massa será possível, oferecendo soluções preventivas em grande escala, mesmo em locais com infraestrutura de saúde limitada (Skaria et al., 2020). Esse uso ampliado de IA para saúde global não apenas melhorará os resultados de saúde, mas também reduzirá os custos ao fornecer uma forma eficiente de monitorar a população em risco de obesidade.

Com o avanço das tecnologias de IA, espera-se que os sistemas de suporte à decisão clínica se tornem mais sofisticados, ajudando os profissionais de saúde a tomar decisões mais informadas sobre a prevenção e o tratamento da obesidade. Esses sistemas podem integrar dados de múltiplas fontes, como registros médicos, dispositivos vestíveis e dados genômicos, para oferecer recomendações de tratamento mais precisas e personalizadas (Arora, 2020).

O suporte à decisão clínica baseado em IA pode identificar padrões e correlações que não seriam evidentes para um humano, fornecendo aos médicos insights sobre os melhores caminhos de intervenção. Isso não apenas aumentará a eficácia das intervenções preventivas, mas também permitirá uma melhor gestão do paciente ao longo do tempo, monitorando continuamente os fatores de risco e ajustando as intervenções conforme necessário (Hazarika, 2020).

Uma das maiores oportunidades futuras para a IA na predição de obesidade é o desenvolvimento de IA explicável. À medida que a tecnologia evolui, há um esforço crescente para tornar os algoritmos mais transparentes e compreensíveis para profissionais de saúde e pacientes (Strachna & Asan, 2020). O futuro da IA na saúde não está apenas em sua capacidade preditiva, mas também na confiança que ela gera entre seus usuários. Tecnologias que explicam como chegam às suas conclusões serão fundamentais para aumentar a aceitação da IA em ambientes clínicos.

Além disso, a acessibilidade dessas tecnologias também será crucial para garantir que os benefícios da IA sejam amplamente distribuídos. Esforços para democratizar o acesso a IA em todo o mundo, particularmente em países de baixa e média renda, serão essenciais para garantir que as inovações tecnológicas ajudem a mitigar o aumento global da obesidade (Tran et al., 2019).

3.5 Impactos da IA na Inovação em Saúde e na Predição de Obesidade

A adoção da Inteligência Artificial (IA) na área da saúde não apenas revoluciona a predição de doenças, como também impulsiona a inovação de forma mais ampla, transformando a maneira como o cuidado preventivo e o tratamento são conduzidos. Na predição de obesidade, os impactos dessas inovações podem ser observados em múltiplas dimensões, desde melhorias operacionais até mudanças profundas nos modelos de negócios e nas políticas de saúde pública (Hamet & Tremblay, 2017).

A implementação de IA na saúde tem melhorado consideravelmente a eficiência operacional das instituições de saúde, permitindo um uso mais eficiente dos recursos e a realização de diagnósticos mais rápidos e precisos. No contexto da predição de obesidade, os sistemas baseados em IA são capazes de processar grandes quantidades de dados de pacientes e identificar padrões que indicam a probabilidade de ganho de peso (Tobore et al., 2019). Isso permite que as instituições de saúde priorizem intervenções preventivas antes que as complicações associadas à obesidade se desenvolvam.

Ao automatizar processos que, tradicionalmente, dependiam de cálculos manuais ou diagnósticos clínicos demorados, a IA libera tempo para que os profissionais de saúde possam se concentrar em aspectos mais estratégicos do atendimento ao paciente. Estudos mostram que, em organizações que integram IA em seus fluxos de trabalho, há uma melhoria significativa na produtividade, na redução de erros médicos e na gestão de dados clínicos (Liu et al., 2020a).

Além dos benefícios operacionais, a IA também tem um impacto substancial na transformação dos modelos de negócio de instituições de saúde e seguradoras. O uso de IA para predição de obesidade, por exemplo, pode resultar em novos modelos de pagamento baseados em resultados, nos quais a prevenção e o controle de fatores de risco são incentivados e remunerados (Skaria et al., 2020). Este modelo promove uma mudança de paradigma, de um enfoque em tratamento curativo para um enfoque mais forte em prevenção, o que pode resultar em economias significativas para os sistemas de saúde.

Além disso, a inovação com IA facilita a criação de novos produtos e serviços, como plataformas digitais para monitoramento remoto de pacientes, que se adaptam ao uso de wearables para a coleta de dados contínuos. Essas plataformas oferecem uma experiência mais personalizada para o paciente, possibilitando intervenções em tempo real com base nos dados coletados por dispositivos conectados (Woods et al., 2021).

Os impactos da IA na predição de obesidade também se refletem em mudanças significativas nas políticas de saúde pública. O uso de IA permite que as autoridades de saúde identifiquem com maior precisão as populações em risco, desenvolvam campanhas de prevenção mais eficazes e implementem programas de saúde pública adaptados às necessidades específicas de diferentes comunidades (Prem, 2019). A capacidade da IA de analisar dados de diversas fontes, como registros médicos eletrônicos (RME) e dispositivos vestíveis, facilita a identificação de tendências e padrões que podem informar a formulação de políticas de prevenção da obesidade.

Com a adoção de IA em saúde pública, há também a possibilidade de melhorar a alocação de recursos, garantindo que intervenções sejam direcionadas para as áreas onde serão mais eficazes. A utilização de machine learning para prever a disseminação da obesidade e outras doenças crônicas permite um planejamento mais eficiente e a criação de políticas que priorizem ações preventivas e de redução de riscos (Tran et al., 2019).

Outro impacto crucial da IA na inovação da saúde é a capacidade de personalizar os cuidados preventivos e de saúde. A predição da obesidade, quando feita com IA, pode ser altamente personalizada, levando em consideração fatores individuais, como genética, hábitos alimentares, nível de atividade física e condições ambientais (Alsareii et al., 2022). A capacidade de monitoramento contínuo oferecida por dispositivos IoT conectados e wearables, juntamente com algoritmos de machine

learning, permite que as intervenções sejam adaptadas em tempo real conforme as mudanças no comportamento ou nos fatores de risco do paciente.

Esse nível de personalização traz um impacto direto na eficácia dos programas de controle de obesidade, pois permite a criação de planos de intervenção ajustados às necessidades individuais, melhorando os resultados a longo prazo (Skaria et al., 2020). Além disso, esse monitoramento contínuo pode proporcionar uma base de dados robusta para a análise de longo prazo, oferecendo insights valiosos para futuros estudos clínicos e epidemiológicos.

Os ganhos em eficiência proporcionados pela IA, combinados com a capacidade de predição precoce, podem resultar em uma significativa redução de custos nos sistemas de saúde. Ao identificar pacientes com risco elevado de obesidade antes do desenvolvimento de complicações graves, como doenças cardiovasculares ou diabetes tipo 2, a IA permite intervenções preventivas mais baratas e eficazes, o que diminui a necessidade de tratamentos mais caros e prolongados (An et al., 2022).

Além disso, a automação de processos administrativos e clínicos também pode reduzir os custos operacionais, eliminando tarefas manuais repetitivas e minimizando os erros humanos que podem resultar em custos adicionais. Como resultado, a integração de IA no manejo da obesidade tem o potencial de não apenas melhorar a saúde dos pacientes, mas também tornar o sistema de saúde como um todo mais sustentável financeiramente (Hazarika, 2020).

3.6 Desafios Restantes e Limitações da IA na Predição de Obesidade

Apesar dos inúmeros avanços e do imenso potencial que a Inteligência Artificial (IA) oferece para a predição da obesidade, ainda existem desafios e limitações significativas que precisam ser abordados para que essa tecnologia seja amplamente adotada e ofereça seus benefícios em escala global. Esses desafios não se limitam apenas a questões técnicas, mas também envolvem aspectos éticos, sociais e operacionais, que podem dificultar a implementação efetiva das soluções baseadas em IA no campo da saúde.

Um dos maiores desafios na predição da obesidade com IA é a dependência da qualidade e da disponibilidade dos dados. A precisão dos modelos de machine learning (ML) e deep learning (DL) depende da existência de grandes quantidades de dados de alta qualidade e devidamente etiquetados, o que nem sempre está disponível em todos os sistemas de saúde (Sahoo et al., 2023). Dados incompletos, inconsistentes ou desatualizados podem resultar em modelos preditivos imprecisos ou enviesados.

Além disso, a heterogeneidade dos sistemas de registros médicos eletrônicos (RME) em diferentes instituições de saúde e países dificulta a padronização e a interoperabilidade dos dados, o que é essencial para que a IA possa ser aplicada de maneira eficaz (Park et al., 2020). Muitos sistemas de saúde, especialmente em países de baixa e média renda, ainda enfrentam dificuldades para digitalizar adequadamente seus registros, limitando a implementação de soluções avançadas de IA.

O viés algorítmico continua a ser um problema crítico na aplicação de IA na predição de obesidade. Quando os dados usados para treinar os algoritmos não representam adequadamente a diversidade da população, os modelos podem apresentar vieses, resultando em previsões menos precisas para certos grupos, como minorias étnicas ou populações de baixa renda (Hazarika, 2020). Isso pode exacerbar as desigualdades já existentes no acesso e na qualidade dos cuidados de saúde.

Por exemplo, se os algoritmos forem treinados predominantemente com dados de populações de países desenvolvidos, eles podem não funcionar tão bem quando aplicados a populações de países em desenvolvimento, onde os fatores de risco para obesidade podem ser diferentes. Assim, é essencial

que as iniciativas de IA incluam esforços para coletar dados representativos e garantir que os algoritmos sejam validados em diversas populações e contextos (Sahoo et al., 2023).

Embora a IA tenha demonstrado um grande potencial para prever a obesidade, a interpretação dos resultados fornecidos pelos algoritmos ainda apresenta desafios significativos. Muitos modelos de deep learning são considerados "caixas-pretas", o que significa que, embora sejam capazes de gerar previsões precisas, é difícil para os profissionais de saúde entenderem como essas previsões são feitas (Strachna & Asan, 2020). Essa falta de transparência pode levar a uma relutância por parte dos médicos em confiar completamente nos resultados fornecidos pela IA, especialmente quando as previsões são contraditórias com sua experiência clínica.

A IA explicável, que visa fornecer justificativas claras e compreensíveis para as decisões tomadas pelos algoritmos, ainda está em fase de desenvolvimento e implementação. Até que os sistemas de IA possam fornecer explicações claras de suas previsões, haverá uma limitação significativa em sua adoção em larga escala nos ambientes clínicos (Arora, 2020).

As questões éticas também desempenham um papel central nos desafios relacionados à implementação da IA na predição de obesidade. A privacidade e a segurança dos dados de saúde são preocupações fundamentais, especialmente em um cenário em que grandes volumes de dados pessoais são processados por sistemas de IA (Park et al., 2020). A coleta, o armazenamento e o uso de dados de pacientes devem estar em conformidade com legislações de proteção de dados, como o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (GDPR) na União Europeia e a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil.

Além disso, é necessário um quadro regulatório claro e consistente para a aprovação de sistemas de IA no setor de saúde. As agências reguladoras enfrentam o desafio de equilibrar a inovação com a segurança, garantindo que os algoritmos de IA sejam validados adequadamente antes de serem implementados em ambientes clínicos. No entanto, muitos reguladores ainda estão desenvolvendo políticas para lidar com as questões únicas apresentadas pela IA, como a responsabilidade em caso de erro ou falha do sistema (Maliha et al., 2021).

Outro desafio significativo é a capacitação dos profissionais de saúde para trabalhar com IA. Muitos médicos e outros profissionais de saúde ainda não possuem treinamento adequado para interpretar e utilizar ferramentas baseadas em IA de forma eficaz (Hazarika, 2020). Essa falta de familiaridade pode levar a uma resistência à adoção da tecnologia, especialmente se os profissionais acreditarem que a IA pode ameaçar suas decisões clínicas ou substituir seu papel.

É crucial que os programas de capacitação e educação sejam implementados para garantir que os profissionais de saúde se sintam confortáveis e confiantes no uso dessas tecnologias. Além disso, deve-se enfatizar a importância da IA como uma ferramenta complementar, e não substitutiva, ao julgamento clínico humano (Skaria et al., 2020).

Em muitas regiões, especialmente em países de baixa e média renda, a infraestrutura tecnológica necessária para implementar soluções de IA na predição de obesidade é insuficiente. A falta de conectividade à internet, de equipamentos adequados e de acesso a plataformas digitais modernas são barreiras que limitam a adoção de IA em escala global (Kemppainen et al., 2019). Para superar essas limitações, será necessário investir em melhorias na infraestrutura de TI e em plataformas acessíveis que possam ser utilizadas em diferentes contextos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de Inteligência Artificial (IA) na predição de obesidade adulta tem importantes implicações para a área da saúde, especialmente no contexto de cuidados preventivos e personalizados. Ao integrar técnicas avançadas de machine learning (ML) e deep learning (DL), é possível realizar predições mais precisas e antecipadas sobre o risco de obesidade, permitindo que intervenções preventivas sejam realizadas antes que as condições associadas à obesidade se manifestem (Hamet & Tremblay, 2017). Isso pode levar a uma mudança de paradigma na forma como o sistema de saúde aborda doenças crônicas, promovendo a transição de um modelo reativo para um modelo proativo, centrado na prevenção.

Além disso, a incorporação de IA em processos clínicos e operacionais abre novas oportunidades para a eficiência no uso de recursos, otimização de diagnósticos e melhoria na alocação de tratamentos (Dwivedi et al., 2021). No longo prazo, a IA pode contribuir significativamente para a redução de custos, tanto para as instituições de saúde quanto para os pacientes, ao minimizar a necessidade de tratamentos mais invasivos e caros. Em termos de políticas de saúde pública, as predições realizadas pela IA oferecem um caminho para o desenvolvimento de campanhas de prevenção mais direcionadas, baseadas em evidências robustas extraídas de grandes volumes de dados de saúde (Prem, 2019).

Apesar do vasto potencial da IA na predição de obesidade, o estudo também identificou várias limitações que precisam ser consideradas. Primeiramente, a disponibilidade e a qualidade dos dados continuam sendo um desafio crítico. Modelos de IA, especialmente aqueles baseados em deep learning, dependem de grandes conjuntos de dados de alta qualidade para funcionar corretamente (Sahoo et al., 2023). Em muitas regiões, especialmente em países de baixa e média renda, a infraestrutura de dados de saúde é limitada, e os registros médicos eletrônicos (RME) não são suficientemente padronizados, o que pode comprometer a eficácia das predições.

Outra limitação importante está relacionada ao viés algorítmico. Se os dados usados para treinar os modelos de IA não forem representativos da população em questão, os resultados podem ser enviesados e imprecisos, o que levanta preocupações éticas e operacionais (Hazarika, 2020). Além disso, a IA ainda enfrenta desafios relacionados à transparência e à interpretabilidade. Muitos dos sistemas de deep learning funcionam como "caixas-pretas", onde o processo de tomada de decisão é opaco, o que pode dificultar a aceitação e a confiança por parte dos profissionais de saúde (Strachna & Asan, 2020).

Dada a complexidade e os desafios apresentados, há uma necessidade urgente de estudos futuros que abordem essas limitações e explorem novas formas de maximizar os benefícios da IA na predição de obesidade. Uma das áreas prioritárias de pesquisa é o desenvolvimento de algoritmos de IA explicável, que permitam aos profissionais de saúde entender como as predições são feitas, aumentando assim a confiança e a adoção dessas tecnologias (Arora, 2020). Esses algoritmos devem ser projetados para fornecer insights claros sobre o processo de tomada de decisão, garantindo que o sistema de IA complemente, em vez de substituir, o julgamento clínico humano.

Além disso, mais estudos são necessários para lidar com o problema do viés algorítmico. Pesquisas que explorem maneiras de criar modelos mais justos e inclusivos, que sejam treinados com dados diversificados e representativos de diferentes populações, são essenciais para garantir que os sistemas de IA beneficiem a todos igualmente (Sahoo et al., 2023). A coleta de dados de populações de países em desenvolvimento e de grupos sub-representados deve ser uma prioridade.

Finalmente, uma área promissora para estudos futuros é a integração de IA com outras tecnologias emergentes, como Internet das Coisas (IoT) e Big Data, para desenvolver plataformas que permitam o monitoramento contínuo dos fatores de risco para a obesidade (Woods et al., 2021). Esses

sistemas podem fornecer dados em tempo real, que serão fundamentais para a personalização de intervenções preventivas e para o desenvolvimento de políticas de saúde pública mais eficazes.

REFERÊNCIAS

- Abarca-Gómez, L., et al. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 390(10113), 2627–2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)
- Alsareii, S. A., Shaf, A., Ali, T., Zafar, M., Alamri, A. M., Alasmari, M. Y., Irfan, M., & Awais, M. (2022). IoT framework for a decision-making system of obesity and overweight extrapolation among children, youths, and adults. *Life*, 12(9), 1414. <https://doi.org/10.3390/life12091414>
- An, R., Shen, J., & Xiao, Y. (2022). Applications of artificial intelligence to obesity research: Scoping review of methodologies. *Journal of Medical Internet Research*, 24(12), e40589. <https://doi.org/10.2196/40589>
- Arora, A. (2020). Conceptualising artificial intelligence as a digital healthcare innovation: An introductory review. *Medical Devices: Evidence and Research*, 13(1), 223–230. <https://doi.org/10.2147/MDER.S262590>
- Dwivedi, Y. K., et al. (2021). Artificial intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 1–47. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
- Hamet, P., & Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69(1), S36–S40. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
- Hazarika, I. (2020). Artificial intelligence: Opportunities and implications for the health workforce. *International Health*, 12(4), 241–245. <https://doi.org/10.1093/inthealth/ihaa007>
- Kemppainen, L., Pikkarainen, M., Hurmelinna-Laukkanen, P., & Reponen, J. (2019). Data access in connected health innovation: Managerial orchestration challenges and solutions. *Technology Innovation Management Review*, 9(12), 43–55. <https://doi.org/10.22215/timreview/1291>
- Lacerda, D. P., Dresch, A., Proença, A., & Antunes Júnior, J. A. V. (2013). Design Science Research: Método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestão & Produção*, 20(4), 741–761. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- Lee, J., Suh, T., Roy, D., & Baucus, M. (2019). Emerging technology and business model innovation: The case of artificial intelligence. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 5(44), 1–13. <https://doi.org/10.3390/joitmc5030044>
- Liu, J., Chang, H., Forrest, J. Y., & Yang, B. (2020). Influence of artificial intelligence on technological innovation: Evidence from the panel data of China's manufacturing sectors. *Technological Forecasting and Social Change*, 158(120142), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120142>
- Maliha, G., Gerke, S., Cohen, I. G., & Parikh, R. B. (2021). Artificial intelligence and liability in medicine: Balancing safety and innovation. *The Milbank Quarterly*, 1468–12504. <https://doi.org/10.1111/1468-0009.12504>

- Mintz, Y., & Brodie, R. (2019). Introduction to artificial intelligence in medicine. *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, 28(2), 73–81. <https://doi.org/10.1080/13645706.2019.1575882>
- Park, C. W., et al. (2020). Artificial intelligence in health care: Current applications and issues. *Journal of Korean Medical Science*, 35(42), 1–11. <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e379>
- Prem, E. (2019). Artificial intelligence for innovation in Austria. *Technology Innovation Management Review*, 9(12), 5–15. <https://doi.org/10.22215/timreview/1287>
- Saba, D., Sahli, Y., Maouedj, R., Hadidi, A., & Medjahed, M. B. (2021). Towards artificial intelligence: Concepts, applications, and innovations. In A.-E. Hassanien, M. H. Taha, & N. E. Khalifa (Orgs.), *Enabling AI applications in data science* (pp. 103–146). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52067-0_6
- Sahoo, P. R., Smrutirekha, & Chatterjee, M. (2023). Threats and challenges of artificial intelligence in the healthcare industry. In *Lecture Notes in Networks and Systems*, 396, 761–770. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9967-2_72
- Schouten, B., et al. (2022). Implementing artificial intelligence in clinical practice: A mixed-method study of barriers and facilitators. *Journal of Medical Artificial Intelligence*, 5(0), 12–12. <https://doi.org/10.21037/jmai-22-71>
- Schwab, K. (2019). *A Quarta Revolução Industrial*. Edipro.
- Skaria, R., Satam, P., & Khalpey, Z. (2020). Opportunities and challenges of disruptive innovation in medicine using artificial intelligence. *The American Journal of Medicine*, 133(6), e215–e217. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.12.016>
- Strachna, O., & Asan, O. (2020). Reengineering clinical decision support systems for artificial intelligence. In *2020 IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI)* (pp. 1–3). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICHI48887.2020.9374370>
- Thapa, C., & Camtepe, S. (2021). Precision health data: Requirements, challenges and existing techniques for data security and privacy. *Computers in Biology and Medicine*, 129(104130), 1–35. <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2020.104130>
- Tobore, I., Li, J., Yuhang, L., Al-Handarish, Y., Kandwal, A., Nie, Z., & Wang, L. (2019). Deep learning intervention for health care challenges: Some biomedical domain considerations. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(8), 1–36. <https://doi.org/10.2196/11966>
- Verganti, R., Vendraminelli, L., & Iansiti, M. (2020). Innovation and design in the age of artificial intelligence. *Journal of Product Innovation Management*, 37(3), 212–227. <https://doi.org/10.1111/jpim.12523>
- Woods, T., Manson Brown, S., & Page, B. (2021). Living longer better. *Plastic & Reconstructive Surgery*, 148(6S), 7S–13S. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000008780>