



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial  
na Gestão de Operações:**  
**Limitações e possibilidades**



# **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ÁREA DA SAÚDE: CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DE RISCOS**

**CARLA DEGUIRMENDJIAN ROSA CARVALHO** – carla@rosaecarvalho.com  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SISTEMAS LOGÍSTICOS

**SIMONE BERGER** – siberger@uol.com.br  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANA MARIA SAUT** – ana.saut@alumni.usp.br  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**FERNANDO TOBAL BERSSANETI** - fernando.berssaneti@usp.br  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ÁREA:** 4. ENGENHARIA DA QUALIDADE  
**SUBÁREA:** 4.5 - CONFIABILIDADE DE PROCESSOS E PRODUTOS

**RESUMO:** ESTE ESTUDO ANALISA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA ACADÊMICA SOBRE O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ÁREA DA SAÚDE, INVESTIGANDO SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DE RISCOS. UTILIZOU-SE UMA ABORDAGEM EXPLORATÓRIA, COMPOSTA POR UMA REVISÃO DA LITERATURA E ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA, PARA IDENTIFICAR A RELAÇÃO ENTRE A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A GESTÃO DE RISCOS EM INSTITUIÇÕES DE SAÚDE. OS 58 ARTIGOS SELECIONADOS INDICAM QUE A PRODUÇÃO ACADÊMICA APRESENTA UMA TENDÊNCIA DE AUMENTO SIGNIFICATIVO NO NÚMERO DE ARTIGOS PUBLICADOS ANUALMENTE A PARTIR DE 2021, SUGERINDO QUE ESTE É UM TEMA CONTEMPORÂNEO E DE INTERESSE CRESCENTE ENTRE OS PESQUISADORES. A ANÁLISE DA REDE DE PALAVRAS CHAVES REVELOU QUE AS PALAVRAS ARTIFICIAL INTELLIGENCE, MACHINE LEARNING, RISK MANAGEMENT, HEALTHCARE E DEEP LEARNING POSSUEM UM MAIOR NÚMERO DE OCORRÊNCIA E A MAIOR FORÇA DE CONEXÃO NA REDE. POR FIM, CONCLUIU-SE QUE A RELAÇÃO ENTRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E GESTÃO DE RISCOS SE MANIFESTA EM TRÊS ESFERAS: (1) ANÁLISE DOS RISCOS E QUESTÕES ÉTICAS NO USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL; (2) APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DETECTAR RISCOS FUTUROS POR MEIO DA ANÁLISE DE DADOS HISTÓRICOS; E (3) APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA MELHORAR OS PROCESSOS E ASSIM REDUZIR OS RISCOS DE ERROS.

**PALAVRAS-CHAVES:** INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL; GESTÃO DE RISCOS; SAÚDE.

## 1. INTRODUÇÃO

A primeira definição de Inteligência Artificial (IA) é atribuída a Alan Turing, que definiu com a capacidade de um dispositivo de executar funções que normalmente estão associadas à inteligência humana, como raciocínio e otimização, por meio da experiência (TURING, 1950).

Herath e Mittal (2022) concluíram que serviços de saúde lideram com 23% das aplicações em IA das principais cidades inteligentes, seguidas pelas áreas de transportes (19%), ambiente e gestão de resíduos (10%) e energia (10%), entre outros.

Na saúde, há uma discussão sobre situações em que as decisões podem ser melhores, com o apoio de IA. Por exemplo, em contexto de diagnóstico de câncer de mama, a tomada de decisão sobre os exames pode ser alterada devido à fadiga e fatores contextuais: há menos interações entre pacientes e médicos ao final da manhã e após troca de turnos (HSIANG e colab., 2019). Em contexto de diagnósticos histopatológicos, os autores recomendam a segunda opinião de médicos para direcionar a conduta dos tratamentos, evidenciando a possibilidade de melhoria no processo de tomada de decisão (KRONZ e colab., 1999).

A IA está sendo intensamente explorada para novas aplicações de saúde em áreas como imagens e diagnósticos, análise de risco, gestão e monitoramento de estilo de vida, gestão de informações de saúde e assistência de saúde virtual (RACINE e colab., 2019).

Bates e colab. (2021) identificaram oito domínios nos quais a IA pode melhorar a segurança do paciente: (1) infecções associadas ao serviço assistencial; (2) eventos adversos relacionados à medicação; (3) tromboembolismo venoso; (4) complicações cirúrgicas; (5) úlceras de pressão; (6) quedas; (7) descompensação; e (8) erro de diagnóstico.

O progresso da IA tem acelerado devido aos avanços no desenvolvimento das redes neurais artificiais “profundas”, ao aumento no poder computacional e a disponibilidade de grande quantidade de dados (MACRAE, 2019).

Segundo Khalilia e colab. (2011), a previsão de doenças está se tornando uma área de pesquisa relevante devido ao crescente acesso a grandes bancos de dados médicos. No estudo, os autores utilizaram a National Inpatient Sample (NIS), uma das maiores bases de dados de internação hospitalar dos Estados Unidos, e técnicas de classificação e aprendizado de máquina para desenvolver um método que prevê o risco de várias doenças. Esse método obteve precisão comparável ou superior aos resultados de pesquisas anteriores e pode ser aplicado em diversas áreas, incluindo sistemas de suporte à decisão clínica.

Considerando o potencial transformador da IA nos serviços de saúde e os riscos associados à sua utilização, a Organização Mundial de Saúde (OMS), em colaboração com a União Internacional de Telecomunicações (UIT), desenvolveu um documento que aborda aspectos regulatórios e estruturais para garantir o desenvolvimento seguro da IA no setor. O documento orienta sobre transparência, gestão de riscos, ciclo de vida do desenvolvimento, validação clínica e analítica, qualidade e segurança dos dados, engajamento e colaboração. É uma fonte essencial para desenvolvedores, reguladores e profissionais de saúde, facilitando a adoção responsável e eficaz da IA (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023).

O maior desafio para a IA em serviços de saúde não está relacionado à capacidade tecnológica, mas sim à sua adoção na prática clínica e questões regulatórias. Os autores afirmam que esses desafios levarão entre 5 e 10 anos para serem superados, e assim a AI será utilizada de maneira extensiva (DAVENPORT e KALAKOTA, 2019).

Nesse contexto, a ISO 42001 é a primeira norma internacional a abordar o desenvolvimento, fornecimento e uso responsável de IA nas organizações. A norma ISO 42001 considera os desafios associados à IA, incluindo o entendimento de potenciais impactos no bem-estar físico e emocional, segurança, privacidade, ética, gestão de riscos, transparência, explicabilidade e a necessidade de aprendizado contínuo (“ISO/IEC 42001:2023 - Information technology - Artificial intelligence - Management system”, 2023).

O presente estudo visa analisar o desenvolvimento da pesquisa acadêmica sobre o uso da IA na saúde, investigando suas contribuições para a gestão de riscos, e oferecer uma visão abrangente das publicações e dos contextos estudados.

## **2. METODOLOGIA**

Esta pesquisa consiste em um estudo exploratório por meio de uma revisão da literatura e análise bibliométrica sobre a relação entre a inteligência artificial e a gestão de riscos, em instituições de saúde. A bibliometria tem o objetivo de descrever técnicas que buscam quantificar o processo de comunicação escrita (IKPAAHINDI, 1985). A pesquisa foi realizada nas bases de dados ISI Web of Knowledge e SCOPUS, com o filtro de somente artigos, embasado pela recomendação de avaliação por pares (CRESSEL, 2009). Foram utilizadas as seguintes palavras-chave: "artificial intelligence" AND "healthcare" AND "risk management".

A próxima etapa consistiu na leitura de títulos e, eventualmente, resumos, para excluir artigos não aderentes ao tema da pesquisa. Com a base de artigos resultante, foi

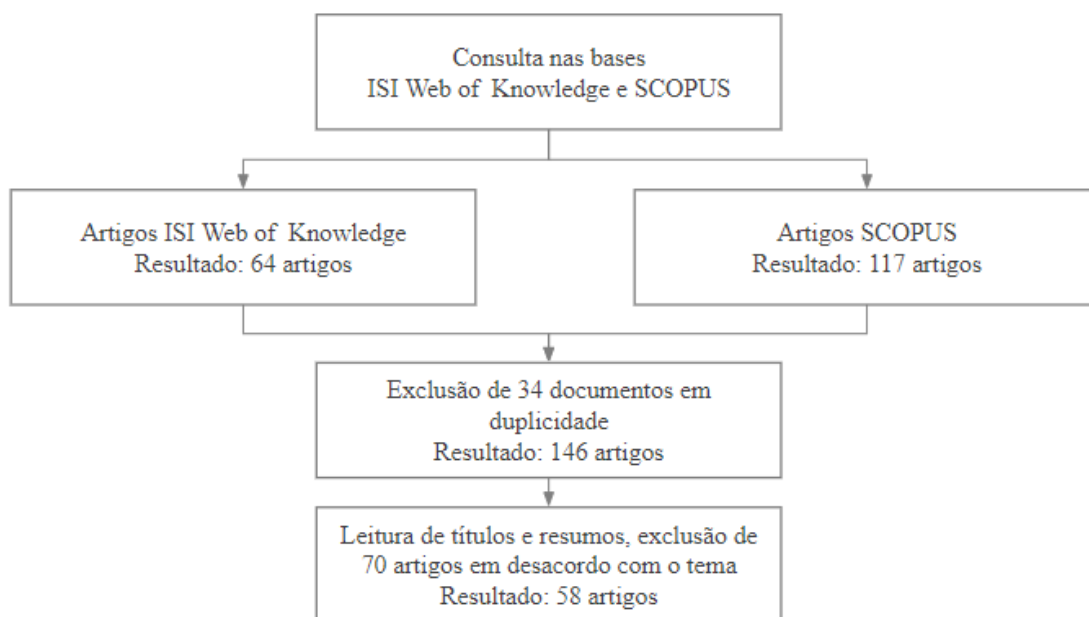
realizada uma análise bibliométrica para geração de redes das palavras-chave através do software VOSviewer versão 1.6.20. Os relatórios para análise temporal da produção acadêmica, como a produção de artigos por ano, periódicos e países, foram extraídos diretamente do SCOPUS, além da geração da base do número de citações por artigo.

Os artigos mais relevantes foram identificados através da análise de citações, utilizando a técnica quantitativa que considera a média anual de citações do artigo.

### 3. RESULTADOS

A busca dos artigos foi realizada conforme a Figura 1. Para revisão da literatura, foram selecionados 58 artigos.

FIGURA 1: Etapas de seleção de artigos.

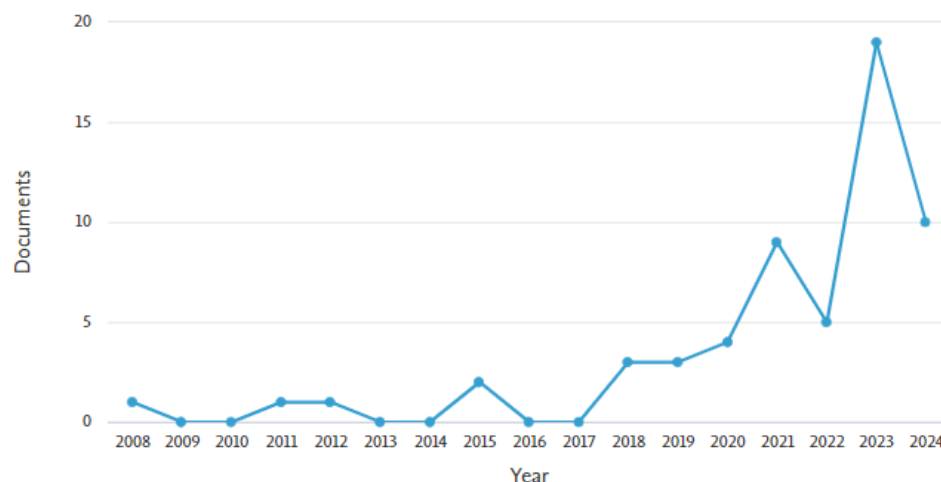


Fonte: Elaborado pelos autores

#### 3.1 Evolução da produção acadêmica

A produção acadêmica referente às palavras-chave pesquisadas apresenta uma tendência de aumento significativo no número de artigos publicados por ano a partir de 2021 (Figura 2), indicando ser um tema contemporâneo e de interesse crescente pelos pesquisadores.

FIGURA 2: Número de artigos publicados por ano.



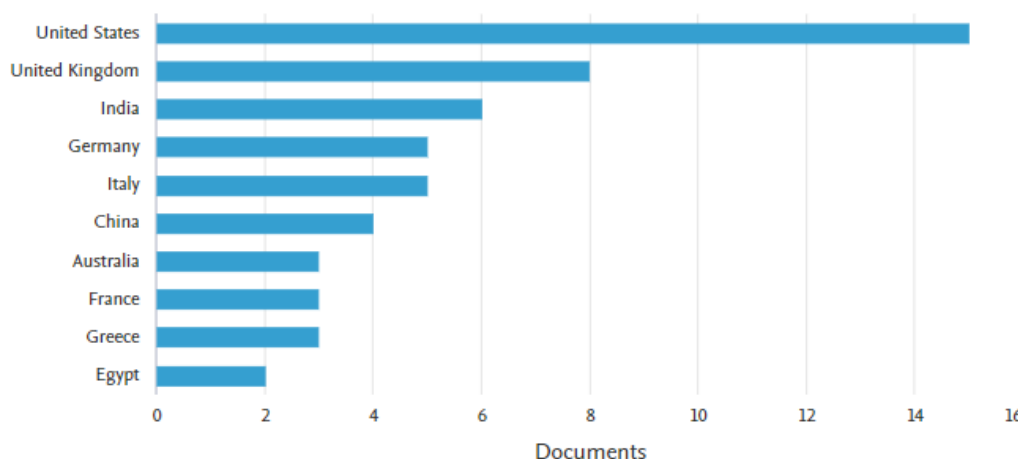
Fonte: SCOPUS

Nota (\*): Número de artigos publicados até abril de 2024.

Dentre os 58 artigos selecionados, 13 publicações (22%) estão em seis periódicos: Bmj Open (4), International Journal Of Environmental Research And Public Health (3), Computer Methods And Programs In Biomedicine (2), Journal Of Biomedical Informatics (2), Risk Analysis (2) e Sustainability (2).

A maioria dos autores (26%) são dos Estados Unidos, totalizando 15. O Reino Unido tem 14% (oito autores), Índia 10% (seis autores), Alemanha e Itália 8% cada (5 autores cada). China tem quatro autores, seguido pela Austrália, França e Grécia que têm três autores cada. (Figura 3).

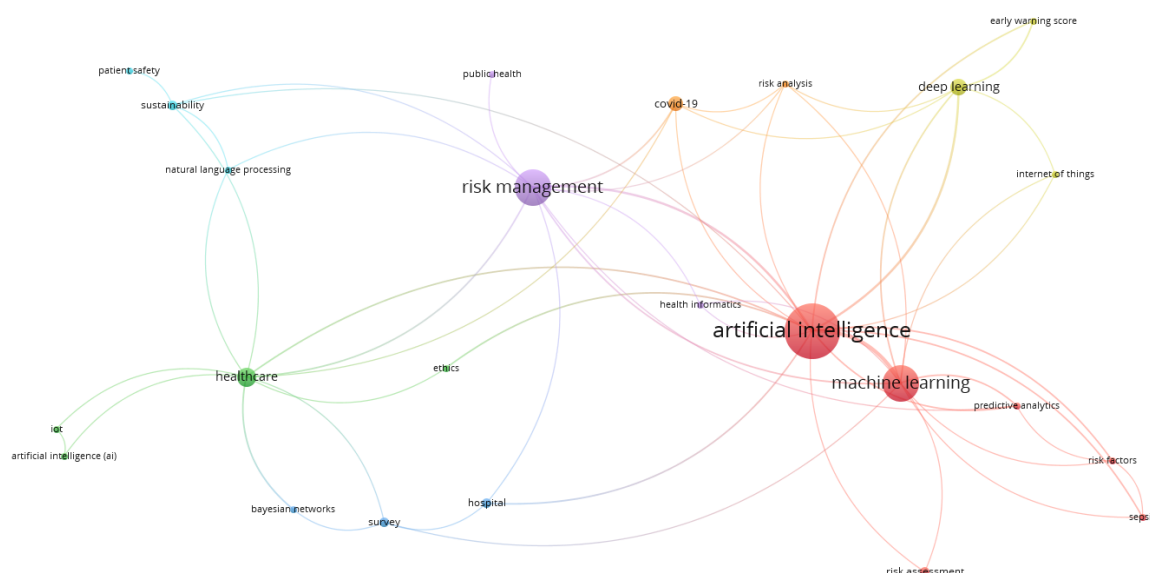
FIGURA 3: Número de artigos publicados por região ou país.



### 3.2 Rede de palavras-chave

A Figura 4 apresenta a rede de palavras-chave, citadas pelos autores, que apareceram em pelo menos dois artigos. Pode ser observado o número de ocorrências de cada palavra e a força da conexão. A força da conexão é representada por um valor positivo e está relacionada ao número de publicações que contêm esta palavra com as demais palavras da rede - quanto maior o resultado, maior é a força da conexão entre os termos. Considerando os dois indicadores, destacam-se com maior número de ocorrência e força de conexão na rede as palavras *artificial intelligence*, *machine learning*, *risk management*, *healthcare* e *deep learning*.

FIGURA 4 – Rede de coocorrência de palavras-chave dos autores.



| Palavra-chave (*1)      | Ocorrência | Força da conexão |
|-------------------------|------------|------------------|
| Artificial intelligence | 27         | 39               |
| Machine learning        | 16         | 24               |
| Risk management         | 16         | 17               |
| Healthcare              | 7          | 13               |
| Deep learning           | 6          | 11               |
| Covid-19                | 5          | 6                |

Fonte: VOSviewer

Nota: (\*1) Palavras com pelo menos 5 ocorrências.

Na análise da rede de palavras-chave e com a leitura dos artigos, foi possível observar que:

- O tema riscos aparece com os conceitos risk management, risk analysis, risk assessment e risk factors, sendo que o risk analysis e risk assessment estão diretamente relacionados à inteligência artificial.
- A árvore permite identificar conceitos específicos do tema inteligência artificial: machine learning, internet of things, deep learning, early warning score, predictive analysis.
- A palavra *ethics* conecta *healthcare* e *artificial intelligence*.
- Nos serviços de saúde aparece com destaque os estudos aplicados aos hospitais, assim como os temas sustentabilidade (*sustainability*) e segurança do paciente (*patient safety*).
- O aparecimento da palavra COVID-19 com uma frequência alta pode estar relacionada ao ano de crescimento dos estudos sobre o tema. O setor de saúde aumentou seus avanços baseados em IA em 60% desde que a pandemia do COVID avançou, em 2019 (HERATH e MITTAL, 2022).

Referente aos conceitos específicos do tema inteligência artificial, os artigos apresentam as seguintes definições:

- **Machine learning:** pode ser definido como um ramo da Inteligência Artificial que usa abordagens estatísticas para aprender com ou sem ser explicitamente programado. Na saúde, há estudos sobre machine learning que abordam diagnóstico de doenças, infecções e lesões, desenvolvimento de pesquisas imunológicas e medicamentos e previsão de reinternações hospitalares (HERATH e MITTAL, 2022).
- **Internet of things:** Internet das coisas é uma rede aberta e abrangente de objetos inteligentes que têm a capacidade de auto-organizar, compartilhar informações, dados e recursos, reagindo e agindo diante de situações e mudanças no ambiente (KRAMP e colab., 2013). O termo Internet das Coisas foi cunhado pela primeira vez por Kevin Ashton em 1999 no contexto da gestão da cadeia de suprimentos. No entanto, na última década, a definição abrange uma ampla gama de setores, com o objetivo de fazer um computador registrar as informações sem o auxílio da intervenção humana (GUBBI e colab., 2013).
- **Deep learning:** O termo deep learning marcou presença em 1943, quando um modelo baseado em redes neurais do cérebro humano foi lançado. O deep learning é um aspecto mais amplo do machine learning, baseado em redes neurais. Modelos baseados em algoritmos de deep learning estão combatendo com sucesso ataques relacionados a ataques de segurança modernos (PALIWAL e colab., 2020). Deep learning refere-se a redes neurais

profundas em larga escala, que permitem que as máquinas entendam a visão e a fala humanas (CHEN e colab., 2022).

- **Early warning score:** ou, em português, escore de alerta precoce são parâmetros múltiplos derivados de uma combinação de vários parâmetros que apoiam a análise preditiva (CHO e colab., 2023).
- **Predictive analytics:** O modelo preditivo são modelos que analisam o passado e prevê o futuro. Os modelos de previsão e a análise de novos casos de doenças podem ser usados como uma solução eficaz pelos formuladores de políticas para fazer cumprir as leis necessárias, alocar os recursos necessários, melhorar a gestão de doenças e reduzir a mortalidade (ABEDI e FARD, 2024). A análise preditiva usa sensores e dispositivos para fornecer a capacidade de aprender com dados passados e prever as possibilidades futuras de determinado contexto (BABU e colab., 2023).

Adicionalmente, dois conceitos específicos do tema inteligência artificial foram observados em diversos artigos com as seguintes definições, embora não tenham aparecido na rede.

- **Blockchain:** O blockchain tem sido cada vez mais aplicado à gestão em saúde, como uma ferramenta estratégica para fortalecer protocolos de gerenciamento de dados. Essa tecnologia está relacionada à proteção da privacidade do paciente e à segurança da rede. As transações representam o resultado das operações que ocorrem entre os sujeitos dentro da rede. Cada bloco, através de um sistema criptográfico, mantém uma referência ao anterior, daí o conceito de blockchain. O blockchain não é arquivado em um servidor centralizado, como acontece em aplicações web tradicionais, mas é distribuído em dispositivos (computadores) da rede (chamados de nós), cada um contendo uma cópia de todo o blockchain (FUSCO e colab., 2020).
- **Natural language processing (NLP):** É uma área da ciência da computação que pretende ensinar computadores a entender, interpretar e manipular a linguagem humana (DANYSZ e colab., 2019). Na área da saúde, as aplicações envolvem a criação, compreensão e classificação de documentação clínica e pesquisa publicada. Os sistemas de PNL podem analisar notas clínicas não estruturadas em pacientes, preparar relatórios, transcrever interações com pacientes e conduzir IA conversacional (DAVENPORT e KALAKOTA, 2019).

### 3.3 Artigos mais citados

Os dez artigos mais citados foram identificados pelo critério de análise de citações e lidos integralmente. Foi elaborado um resumo dos resultados, conforme Tabela 1. Entretanto, é importante observar que, considerando o crescente número de publicações sobre o tema a partir do ano 2021, a relevância destes artigos deve ser considerada com cautela uma vez que novos artigos podem ter uma contribuição significativa embora não possam ser identificados pelo indicador do número de citações.

## 4. DISCUSSÃO

Os artigos mais citados oferecem quatro perspectivas sobre os assuntos abordados: (1) análise preditiva para prevenir riscos (FUSCO e colab., 2020; KHALILIA e colab., 2011; LE e colab., 2018; ONG e colab., 2012); (2) questões éticas na tomada de decisão direcionada por AI e segurança de dados (MACRAE, 2019; RACINE e colab., 2019; RUSSELL e colab., 2015); (3) Definição de diagnósticos (DEMBROWER e colab., 2023; PAPAGEORGIOU e colab., 2015) e (4) Novas competências para profissionais de saúde para melhor utilização da AI (DANYSZ e colab., 2019).

Além desses temas, dentre os demais artigos, foi também abordado o uso de NPL para categorizar riscos e registros de pacientes e equipe de saúde (HÄRKÄNEN e colab., 2021; SAMARAS e colab., 2023) e prevenir erros de medicamentos (YUAN, 2022)

Esses aspectos foram abordados por Davenport e Kalakota (2019), em artigo sobre o potencial da AI em healthcare, além do engajamento de pacientes, aderência ao tratamento e atividades administrativas.

Na análise sobre a evolução das questões éticas na era da inteligência artificial, Montini (2024) sugere quatro pontos de atenção: (1) transparência dos algoritmos para permitir compreender e tomar decisões de forma consciente; (2) definir a responsabilidade (“quem é o responsável?”) sobre as decisões e ações suportadas pela IA; (3) viés algorítmico, pois são desenvolvidos por seres humanos e treinados com dados históricos; e (4) privacidade, a preocupação na coleta massiva de dados se há um consentimento informado e garantia de proteção dos dados pessoais.

**TABELA 1** – Lista dos artigos mais citados. Fonte: Base de dados SCOPUS e Clarivate Analytics (InCites Journal Citation Report)

| # | Ref.                         | Título do artigo                                                                                       | Periódico                                                         | Citações | Principais resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Khalilia e colab. (2011)     | Predicting disease risks from highly imbalanced data using random forest                               | BMC Medical Informatics and Decision Making                       | 495      | O artigo propõe um modelo de análise preditiva usando machine learning para prever a ocorrência de oito doenças crônicas com alta incidência em idosos. Utilizando a National Inpatient Sample (NIS), uma das maiores bases de dados de internação hospitalar dos Estados Unidos, os autores analisaram o desempenho de quatro algoritmos de classificação de aprendizado de máquina: SVM, bagging, boosting e Random Forest (RF). A técnica RF destacou-se com uma AUC média de 89,05%, demonstrando uma precisão comparável ou superior aos resultados de pesquisas anteriores. Nesse sentido, o modelo obtido tem aplicações abrangentes e significativas, sendo capaz de prever riscos para diversas doenças, não se limitando a uma única condição específica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2 | Fusco e colab. (2020)        | Blockchain in Healthcare: Insights on COVID-19                                                         | International Journal of Environmental Research and Public Health | 101      | O estudo explora o uso do blockchain em conjunto com sistemas de inteligência artificial para criar um modelo preditivo que possa influenciar tanto a prática clínica quanto as políticas públicas. Esse modelo visa contribuir para a contenção de riscos pandêmicos, como os apresentados pela COVID-19, em níveis regional e nacional. Os autores destacam que o blockchain está se tornando uma ferramenta essencial na gestão de saúde, permitindo o compartilhamento seguro de dados e aprimorando os processos de tomada de decisão baseados em evidências. Esse sistema se mostrou especialmente útil para o desenvolvimento de práticas clínicas seguras contra a COVID-19, ao integrar novos fluxos de trabalho e melhorar protocolos existentes com foco na gestão de riscos.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3 | Russel e colab. (2015)       | Robotics: Ethics of artificial intelligence                                                            | Nature                                                            | 98       | O artigo aborda três temas: o desenvolvimento de sistemas de armas autônomas letais, importância da comunicação sobre IA com o público para influenciar de forma adequada decisões de percepção, política e financiamento, e distribuição dos benefícios da IA de forma justa. O último tema é discutido para o setor de saúde. A IA tem um potencial surpreendente para acelerar a descoberta científica em biologia e medicina e para transformar os cuidados de saúde. Os sistemas de IA podem dar sentido aos dados, como por exemplo: reconhecer padrões, distinguir doenças, auxiliar no monitoramento de sinais de saúde ou usar simulações para prever resultados com base em dados de pacientes e estudos. Dois pontos de preocupação são: (1) as tecnologias de IA podem exacerbar as disparidades existentes nos cuidados se não forem implementadas de uma forma que permita beneficiar a todos, ou seja, distribuídas de forma equitativa; e (2) capacidade dos médicos de compreender e explicar os resultados dos sistemas de IA de alto desempenho. |
| 4 | Papageorgiou e colab. (2015) | A risk management model for familial breast cancer: A new application using Fuzzy Cognitive Map method | Computer Methods and Programs in Biomedicine                      | 53       | O objetivo do estudo era desenvolver um sistema de apoio à decisão médica para auxiliar os profissionais de saúde na decisão dos mecanismos de atendimento individualizados, com base no nível de risco de hemograma completo das mulheres. O modelo proposto baseado em soft-computing cobre de forma abrangente os fatores relacionados à idade, o histórico familiar completo, incluindo o número e a idade dos parentes de 1º e 2º grau afetados, a incidência de câncer de mama masculino, etc., juntamente com o estilo de vida e os detalhes do histórico médico pessoal que abrangem a mama.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5 | Macrae (2019)                | Governing the safety of artificial intelligence in healthcare                                          | BMJ Quality and Safety                                            | 52       | Os autores discutem os novos riscos que a IA pode gerar para a segurança do paciente e apresenta que o desenvolvimento da IA irá exigir atenção desde o desenvolvimento do projeto dos sistemas de IA, bem como o entendimento do funcionamento dos algoritmos, a disponibilidade de dados de formação retrospectivos adequados considerando um conjunto de fatores (como por exemplo fatores sociotécnicos) e os sistemas precisarão ser “à prova de falhas”.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| #  | Ref.                    | Título do artigo                                                                                                                                              | Periódico                                          | Citações | Principais resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | Dembrower colab. (2023) | Artificial intelligence for breast cancer detection in screening mammography in Sweden: a prospective, population-based, paired-reader, non-inferiority study | The Lancet Digital Health                          | 49       | O objetivo da pesquisa foi examinar como a IA afeta a detecção de câncer e resultados falsos positivos em um cenário do mundo real, comparando a leitura dupla realizada por dois radiologistas (padrão) dos exames de mamografia com a realizada por um radiologista mais IA, apenas pela IA e leitura tripla por dois radiologistas mais IA. O estudo fornece evidências prospectivas de que o uso de IA para a leitura inicial de mamografias de rastreamento aumentou as taxas de detecção de câncer de mama quando a IA foi implementada em um fluxo de trabalho de rastreamento real.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 7  | Racine e colab. (2019)  | Healthcare uses of artificial intelligence: Challenges and opportunities for growth                                                                           | Healthcare Management Forum                        | 47       | O artigo apresenta três aspectos potencialmente problemáticos do uso da IA nos cuidados de saúde, sendo eles:<br><b>(1) informação dinâmica e consentimento</b> - A IA pode aumentar a quantidade de dados coletados sem saber exatamente como serão utilizados e o que podem revelar, dificultando informar aos pacientes no momento do consentimento sobre possíveis impactos negativos do uso das tecnologias baseadas em IA;<br><b>(2) transparência e propriedade</b> - as práticas devem ser orientadas pelo conhecimento científico. A IA pode fazer com que sejam adotadas prematuramente novas práticas. Além disso, questões como a explicabilidade, preconceitos raciais, entre outros têm sido relatados no uso da IA, assim como surge a dúvida sobre a propriedade dos dados - a instituição de saúde ou o desenvolvedor da IA, e<br><b>(3) privacidade e discriminação</b> - dados coletados podem revelar coisas além daquelas para as quais os dados clínicos foram coletados e podem ser utilizados indevidamente pelas instituições ou por hacker ou instituições governamentais. É imprevisível o uso futuro da informação. |
| 8  | Le e colab. (2018)      | Risk prediction using natural language processing of electronic mental health records in an inpatient forensic psychiatry setting                             | Journal of Biomedical Informatics                  | 42       | Foram analisados registros eletrônicos de saúde de pacientes internados na área forense do Centro Wilfred Lopes, localizado na Tasmânia. O estudo exploratório utilizou quatro dicionários diferentes de processamento de linguagem natural (NLP), oito algoritmos de classificação e sete métodos de aprendizado de máquina para determinar qual combinação de dicionário e algoritmo melhor prediz as pontuações em instrumentos de avaliação de risco de violência, usados na psiquiatria forense com pacientes internados. Os resultados indicam que análises automatizadas de grandes volumes de notas de registros eletrônicos de saúde podem ser eficazes para este propósito. O estudo sugere que abordagens de NLP usando diferentes dicionários podem capturar tanto a linguagem técnica quanto a linguagem comum, ambos importantes para analisar o risco de violência. Embora o estudo tenha se concentrado em termos individuais, há potencial para melhorias incorporando análises mais detalhadas de sintaxe e contexto, como sinônimos e variações locais.                                                                      |
| 9  | Ong e colab. (2012)     | Automated identification of extreme-risk events in clinical incident reports                                                                                  | J. of the American Medical Informatics Association | 42       | Foram analisados os dados dos incidentes clínicos de hospitais públicos da Austrália. As análises empregaram classificadores estatísticos de texto para detectar automaticamente eventos de risco extremo. Os resultados demonstraram que as técnicas de aprendizado de máquina podem ser eficazes para automatizar a detecção de incidentes de alto risco.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 10 | Danysz e colab. (2019)  | Artificial Intelligence and the Future of the Drug Safety Professional                                                                                        | Drug Safety                                        | 31       | O objetivo do estudo foi entender a percepção dos profissionais de farmacovigilância sobre as mudanças que o desenvolvimento da IA pode ter no seu trabalho. Os resultados mostraram que os profissionais estão entusiasmados com a possibilidade de suas funções mudarem de um foco baseado em volume para um baseado em valor. O uso da tecnologia pode aumentar a eficiência e a consistência da qualidade dos dados. Foi identificado que os profissionais podem precisar aprender novas habilidades e competências para entender e trabalhar com IA, tais como ciência da computação ou programação, para que eles possam compreender, usar e solucionar problemas da tecnologia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Fonte: Elaborado pelos autores

Nesse sentido, ao abordar preocupações sobre transparência e confiança nos sistemas de IA, a Inteligência Artificial Explicável (XAI, do inglês *Explainable Artificial Intelligence*) desempenha um papel crucial ao fornecer explicações claras e compreensíveis sobre o raciocínio por trás das decisões, assim como sobre os pontos fortes e limitações dos modelos de IA. Dessa forma, XAI pode ajudar os usuários finais a compreender, confiar e gerenciar de maneira eficaz os sistemas de IA, promovendo uma interação mais segura e confiável com essas tecnologias (GUNNING e AHA, 2019).

Além disso, em relação ao aumento da segurança do paciente em contextos clínicos como prevenção de erros clínicos e desenvolvimento de infecções associadas aos cuidados de saúde, Ferrara e colab. (2024) sugerem que a IA pode otimizar o uso de relatórios de incidentes como uma ferramenta essencial para a identificação de riscos. Contudo, embora promissora, os autores destacam que a IA não substituirá a supervisão humana e as habilidades necessárias para uma gestão eficaz de riscos clínicos.

Tecuci (2023) conclui que nenhum dos sistemas de inteligência artificial tem os atributos exclusivos da inteligência humana, tais como, criatividade, intuição, sabedoria, entre o bem e o mal, a consciência, a capacidade de empatia, o amor e tantos outros.

Davenport e Kalakota (2019) afirmam que a IA não substituirá os humanos em grande escala. Os humanos direcionarão seus esforços em tarefas baseadas em habilidades exclusivamente humanas, como empatia, persuasão e integração de visão geral. Talvez os únicos profissionais de saúde que perderão seus empregos ao longo do tempo sejam aqueles que se recusam a trabalhar ao lado da inteligência artificial.

## 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou uma revisão bibliométrica com artigos sobre inteligência artificial e gestão de riscos aplicada ao setor de saúde. Foram identificados 58 artigos nas bases SCOPUS e ISI Web of Knowledge. A análise temporal do número de publicações indica interesse crescente dos pesquisadores no tema, com predominância nas áreas de Medicina, Gestão de informações e Tecnologia, e Tecnologia e saúde. Entre os países que estão estudando o tema destacam-se os Estados Unidos, seguido por Reino Unido, Índia, Alemanha e Itália. Na avaliação dos artigos mais relevantes, a partir do número de citações e da rede de palavras-chave, foi identificada uma forte relação entre os temas inteligência artificial e gestão de riscos, a importância das questões éticas na aplicação da inteligência artificial no setor de saúde e um destaque para realização de estudos em hospitais.

Na relação entre inteligência artificial e gestão de riscos observa-se a aplicação em três esferas: (1) análise dos riscos e questões éticas no uso da inteligência artificial; (2) aplicação da inteligência artificial para detectar riscos futuros por meio da análise de dados históricos, como por exemplo risco de uma mulher ter câncer de mama ou risco de complicação no pós cirúrgico; e (3) aplicação da inteligência artificial para melhorar os processos, como por exemplo de diagnóstico de doenças raras, e assim reduzir os riscos de erros. Foram identificadas outras aplicações da IA na saúde tais como ferramentas para apoiar o planejamento, por exemplo se o paciente deve ir para o pronto atendimento.

Entre os desafios para aplicação da IA destacaram-se as questões éticas, pois existe uma dificuldade em obter um consentimento para uso das informações sem saber como será o seu uso futuro, assim como saber de quem é a propriedade dos dados, a explicabilidade e a relação com o conhecimento científico. A bibliografia também apresenta uma discussão sobre como as tecnologias de IA podem exacerbar as disparidades existentes nos cuidados se não forem implementadas de uma forma que permita beneficiar a todos, ou seja, distribuídas de forma equitativa; e capacidade dos médicos de compreender e explicar os resultados dos sistemas de IA de alto desempenho.

As limitações do presente trabalho consistem na metodologia da pesquisa, principalmente na escolha das bases de dados e na definição das palavras-chave, que podem ter influenciado a busca dos artigos.

O tema deste trabalho evidencia a importância da contribuição da Engenharia de Produção em serviços de saúde, na medida em que constitui uma oportunidade para estudos futuros relacionados à análise de dados e estruturação de processos. Essas áreas possuem o potencial de gerar impactos positivos na gestão de riscos e na qualidade dos serviços de saúde. Além disso, o estudo abre caminho para pesquisas futuras que podem explorar novas aplicações e metodologias, fortalecendo a relação entre IA e gestão de risco em ambientes de saúde.

## REFERÊNCIAS

ABEDI, R. e FARD, K.R. **An Analytic Model for COVID-19 Cases in Iran and Its Neighbors Using Deep Learning and Time Series Methods**. Iraqi Journal of Science, v. 65, n. 3, p. 1629–1647, 2024.

BABU, A. e colab. **Deep Learning Enabled Early Predicting Cardiovascular Status Using Highly Sensitive Piezoelectric Sensor of Solution-Processable Nylon-11**. Advanced Materials Technologies, v. 8, n. 10, 2023.

BATES, David W. e colab. **The potential of artificial intelligence to improve patient safety: a scoping review**. NPJ Digital Medicine, v. 4, n. 1, p. 54, 1 Dez 2021.

BATES, David W e GAWANDE, Atul A. **Improving Safety with Information Technology**. N Engl J Med, v. 25, p. 2526–2560, 2003. Disponível em: <[www.nejm.org](http://www.nejm.org)>.

CHEN, Y. e colab. **AI Computing Systems: An Application Driven Perspective**. [S.l.]: Elsevier, 2022.

CHO, K.-J. e colab. **Prospective, multicenter validation of the deep learning-based cardiac arrest risk management system for predicting in-hospital cardiac arrest or unplanned intensive care unit transfer in patients admitted to general wards**. Critical Care, v. 27, n. 1, 2023.

DANYSZ, K. e colab. **Artificial Intelligence and the Future of the Drug Safety Professional**. Drug Safety, v. 42, n. 4, p. 491–497, 2019.

DAVENPORT, Thomas e KALAKOTA, Ravi. **The potential for artificial intelligence in healthcare**. Future Healthcare Journal, v. 6, n. 2, p. 94–98, 2019.

DEMBROWER, K. e colab. **Artificial intelligence for breast cancer detection in screening mammography in Sweden: a prospective, population-based, paired-reader, non-inferiority study**. The Lancet Digital Health, v. 5, n. 10, p. e703–e711, 2023.

FERRARA, Michela e colab. **Risk management and patient safety in the artificial intelligence era: A systematic review**. Healthcare. [S.l.]: Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). , 1 Mar 2024

FUSCO, A. e colab. **Blockchain in healthcare: Insights on COVID-19**. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 17, n. 19, p. 1–12, 2020.

GUBBI, Jayavardhana e colab. **Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions**. Future generation computer systems, v. 29, n. 7, p. 1645–1660, 2013. Disponível em: <[www.buyya.com](http://www.buyya.com)>.

GUNNING, David e AHA, David. **DARPA's explainable artificial intelligence (XAI) program**. AI Magazine, v. 40, n. 2, p. 44–58, 2019.

HÄRKÄNEN, M. e colab. **Artificial intelligence for identifying the prevention of medication incidents causing serious or moderate harm: An analysis using incident reporters' views**. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 17, 2021.

HERATH, H.M.K.K.M.B. e MITTAL, M. **Adoption of artificial intelligence in smart cities: A comprehensive review**. International Journal of Information Management Data Insights, v. 2, n. 1, 2022.

HSIANG, Esther Y. e colab. **Association of Primary Care Clinic Appointment Time With Clinician Ordering and Patient Completion of Breast and Colorectal Cancer Screening**. JAMA Network Open, v. 2, n. 5, p. e193403, 10 Maio 2019.

IKPAAHINDI, Linus. **An overview of bibliometrics: its measurements, laws and their applications**. Libri, v. 35, n. 2, p. 163–177, 1985. Acesso em: 18 jan 2015.

**ISO/IEC 42001:2023 - Information technology - Artificial intelligence - Management system**. ISO. [S.l: s.n.], 2023

KHALILIA, M. e CHAKRABORTY, S. e POPESCU, M. **Predicting disease risks from highly imbalanced data using random forest**. BMC Medical Informatics and Decision Making, v. 11, n. 1, 2011.

KRAMP, Thorsten e VAN KRANENBURG, Rob e LANGE, Sebastian. Introduction to the internet of things. Enabling Things to Talk: Designing IoT Solutions with the IoT Architectural Reference Model. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 1–10.

KRONZ, Joseph D. e WESTRA, William H. e EPSTEIN, Jonathan I. **Mandatory second opinion surgical pathology at a large referral hospital**. Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society, v. 86, n. 11, p. 2426–2435, 1 Dez 1999.

LE, D.V. e colab. **Risk prediction using natural language processing of electronic mental health records in an inpatient forensic psychiatry setting**. Journal of Biomedical Informatics, v. 86, p. 49–58, 2018.

MACRAE, C. **Governing the safety of artificial intelligence in healthcare**. BMJ Quality and Safety, v. 28, n. 6, p. 495–498, 2019.

MONTINI, Alessandra. **Para onde caminha a ética na era da inteligência artificial?** Febraban Tech, 2024.

ONG, M.-S. e MAGRABI, F. e COIERA, E. **Automated identification of extreme-risk events in clinical incident reports**. Journal of the American Medical Informatics Association, v. 19, n. E1, 2012.

PALIWAL, Shweta e BHARTI, Vishal e MISHRA, Amit Kumar. Changing the outlook of security and privacy with approaches to deep learning. Trends in Deep Learning Methodologies: Algorithms, Applications, and Systems. [S.l.]: Elsevier, 2020. p. 207–226.

PAPAGEORGIOU, E.I. e colab. **A risk management model for familial breast cancer: A new application using Fuzzy Cognitive Map method**. Computer Methods and Programs in Biomedicine, v. 122, n. 2, p. 123–135, 2015.

RACINE, E. e BOEHLLEN, W. e SAMPLE, M. **Healthcare uses of artificial intelligence: Challenges and opportunities for growth**. Healthcare Management Forum, v. 32, n. 5, p. 272–275, 2019.

RUSSELL, S. e colab. **Robotics: Ethics of artificial intelligence**. Nature, v. 521, n. 7553, p. 415–418, 2015.

SAMARAS, A. e colab. **Artificial intelligence-based mining of electronic health record data to accelerate the digital transformation of the national cardiovascular ecosystem: Design protocol of the CardioMining study**. BMJ Open, v. 13, n. 4, 2023.

TECUCI, Gheorghe. **How Intelligent Is Artificial Intelligence?** Evidence Dialogues, 2023.

TURING, Alan M. **Computing machinery and intelligence**. Netherlands: Springer, 1950.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Regulatory considerations on artificial intelligence for health**. . [S.l: s.n.], 2023.

YUAN, J. **An Economic Decision-Making Model for Drugs Using Big Data and Convolution Neural Network in Healthcare**. Mobile Information Systems, v. 2022, 2022.