

APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA FARMÁCIA CLÍNICA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA ENTRE 2019 E 2026

APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CLINICAL PHARMACY: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF SCIENTIFIC PRODUCTION BETWEEN 2019 AND 2026

APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA FARMACIA CLÍNICA: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ENTRE 2019 Y 2026

Cleber Nonato Macedo Costa¹

Nélio Oliveira dos Santos²

Renilda Cruz da Costa e Silva³

Ingrid Laliene Faro Ferreira⁴

Aisa Oliveira Silva⁵

Walter Junho da Silva Botelho⁶

Ursula Ghassan El Awar⁷

RESUMO: A Inteligência Artificial (IA) tem promovido importantes transformações na área da saúde, incluindo a Farmácia Clínica, ao possibilitar novas estratégias para apoio à decisão clínica, otimização da farmacoterapia e melhoria da segurança do paciente. Este estudo teve como objetivo analisar a evolução da produção científica mundial sobre as aplicações da Inteligência Artificial na Farmácia Clínica entre 2019 e 2026 por meio de uma análise bibliométrica. Trata-se de um estudo quantitativo, descritivo e documental, realizado a partir de 432 registros científicos recuperados da base PubMed. Foram analisados indicadores relacionados à evolução temporal das publicações, produtividade dos autores, distribuição geográfica, fontes de publicação, colaboração institucional e frequência de termos científicos. Os dados foram organizados e analisados por meio de ferramentas bibliométricas, permitindo identificar tendências e padrões de desenvolvimento da área. Os resultados demonstraram crescimento expressivo das publicações, especialmente a partir de 2023, período associado à expansão da inteligência artificial generativa e dos modelos de linguagem de grande escala. Observou-se concentração da produtividade científica entre poucos autores, predominância de Estados Unidos, China, Índia e França na produção internacional e participação relevante de universidades e centros hospitalares. A análise textual evidenciou maior ocorrência de termos relacionados à Inteligência Artificial, ChatGPT, Farmácia Clínica, farmacêuticos, Machine Learning e modelos de linguagem. Conclui-se que a IA aplicada à Farmácia Clínica constitui um campo científico emergente, interdisciplinar e em rápida expansão, apresentando potencial para transformar a prática farmacêutica, embora ainda sejam necessários estudos clínicos que avaliem sua efetividade, segurança e aplicabilidade assistencial.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Farmácia Clínica. Bibliometria. Machine Learning. Saúde Digital.

¹Orientador: Professor/Farmacêutico, UNIESAMAZ.

²2º Sargento da PMPA, CFAP — Centro de Formação e Aperfeiçoamento de Praças.

³Farmacêutica, UNAMA.

⁴Farmacêutica, UNAMA.

⁵Farmacêutica, Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

⁶1º Sargento PMPA, CFAP — Centro de Formação e Aperfeiçoamento de Praças.

⁷Mestre em Assistência Farmacêutica, UFPA.

ABSTRACT: Artificial Intelligence (AI) has promoted significant transformations in healthcare, including Clinical Pharmacy, by enabling new strategies for clinical decision support, pharmacotherapy optimization, and improvement of patient safety. This study aimed to analyze the global scientific production on Artificial Intelligence applications in Clinical Pharmacy between 2019 and 2026 through a bibliometric analysis. This is a quantitative, descriptive, and documentary study based on 432 scientific records retrieved from the PubMed database. Indicators related to publication trends over time, author productivity, geographic distribution, publication sources, institutional collaboration, and frequency of scientific terms were analyzed. Data were organized and evaluated using bibliometric approaches to identify research trends and patterns in the field. Results demonstrated significant growth in scientific production, particularly after 2023, a period associated with the expansion of generative artificial intelligence and large language models. Scientific productivity was concentrated among a limited number of authors, with the United States, China, India, and France representing the main contributors to international production. Universities and healthcare institutions played an important role in scientific collaboration. Textual analysis revealed a predominance of terms related to Artificial Intelligence, ChatGPT, Clinical Pharmacy, pharmacists, Machine Learning, and large language models. It is concluded that AI applied to Clinical Pharmacy represents an emerging, interdisciplinary, and rapidly expanding scientific field, with potential to transform pharmaceutical practice. However, further clinical studies are required to evaluate its effectiveness, safety, and practical implementation in healthcare settings.

Keywords: Artificial Intelligence. Clinical Pharmacy. Bibliometrics. Machine Learning. Digital Health.

RESUMEN: La Inteligencia Artificial (IA) ha generado importantes transformaciones en el área de la salud, incluida la Farmacia Clínica, al permitir nuevas estrategias para el apoyo a la toma de decisiones clínicas, la optimización de la farmacoterapia y la mejora de la seguridad del paciente. Este estudio tuvo como objetivo analizar la evolución de la producción científica mundial sobre las aplicaciones de la Inteligencia Artificial en la Farmacia Clínica entre 2019 y 2026 mediante un análisis bibliométrico. Se realizó un estudio cuantitativo, descriptivo y documental basado en 432 registros científicos recuperados de la base de datos PubMed. Se analizaron indicadores relacionados con la evolución temporal de las publicaciones, productividad de autores, distribución geográfica, fuentes de publicación, colaboración institucional y frecuencia de términos científicos. Los datos fueron organizados y analizados mediante herramientas bibliométricas para identificar tendencias y patrones de desarrollo del área. Los resultados mostraron un crecimiento significativo de las publicaciones, especialmente después de 2023, período asociado con la expansión de la inteligencia artificial generativa y los modelos de lenguaje de gran escala. Se observó concentración de la productividad científica entre pocos autores, con predominio de Estados Unidos, China, India y Francia en la producción internacional, además de una participación relevante de universidades y centros hospitalarios. El análisis textual evidenció mayor frecuencia de términos relacionados con Inteligencia Artificial, ChatGPT, Farmacia Clínica, farmacéuticos, Machine Learning y modelos de lenguaje. Se concluye que la IA aplicada a la Farmacia Clínica constituye un campo científico emergente, interdisciplinario y en rápida expansión, con potencial para transformar la práctica farmacéutica, aunque son necesarios estudios clínicos adicionales para evaluar su efectividad, seguridad y aplicabilidad asistencial.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Farmacia Clínica. Bibliometría. Machine Learning. Salud Digital.

1. INTRODUÇÃO

A assistência farmacêutica tem passado por profundas transformações nas últimas décadas, impulsionadas pelos avanços científicos, tecnológicos e pelas mudanças nos modelos de atenção à saúde. Inicialmente centrada em atividades relacionadas à aquisição,

armazenamento, distribuição e dispensação de medicamentos, essa área evoluiu para um modelo voltado ao uso racional de medicamentos, à prevenção de agravos e à melhoria dos resultados clínicos dos pacientes, refletindo a necessidade de sistemas de saúde mais eficientes e orientados para o cuidado integral (Bittar, 2026).

Nesse contexto, o papel do farmacêutico também se transformou, ampliando sua atuação para atividades clínicas, como acompanhamento farmacoterapêutico, identificação e resolução de problemas relacionados aos medicamentos, monitoramento da adesão ao tratamento, prevenção de eventos adversos, educação em saúde e participação na tomada de decisões clínicas. Essa evolução consolidou a Farmácia Clínica como uma área estratégica para a otimização da farmacoterapia e para a promoção da segurança do paciente (Bittar, 2026; Da Silva et al., 2025).

O avanço das tecnologias digitais ampliou as possibilidades de atuação da Farmácia Clínica, especialmente com a incorporação da Inteligência Artificial (IA), do Machine Learning, do Deep Learning e da análise de grandes bases de dados. Essas tecnologias permitem processar grandes volumes de informações clínicas, reconhecer padrões e gerar recomendações que apoiam decisões baseadas em evidências, contribuindo para uma assistência mais eficiente, segura e personalizada (Mariane; Fontes, 2025; Ferreira, 2025).

3

A incorporação da Inteligência Artificial à Farmácia Clínica tem transformado a assistência farmacêutica ao ampliar a capacidade de análise de dados, apoiar a tomada de decisão clínica e promover maior segurança no uso de medicamentos. Entre suas principais aplicações destacam-se o apoio à decisão clínica, a identificação de interações medicamentosas, a farmacovigilância, a redução de erros de prescrição e o acompanhamento farmacoterapêutico. Essas ferramentas integram informações provenientes de prontuários eletrônicos, exames laboratoriais e históricos farmacoterapêuticos para auxiliar na seleção de terapias, ajuste de doses, identificação de contraindicações e monitoramento contínuo da resposta ao tratamento. Além disso, possibilitam a detecção precoce de eventos adversos, estimam riscos relacionados à farmacoterapia e favorecem intervenções mais rápidas e personalizadas, fortalecendo a segurança do paciente e a qualidade da assistência (Carvalho Netto, 2026; Santos, 2025).

O avanço dessas tecnologias acompanha o crescimento expressivo da produção científica mundial sobre IA aplicada à Farmácia Clínica, especialmente entre 2019 e 2026. Esse aumento reflete a expansão da saúde digital, da medicina baseada em evidências e da disponibilidade de grandes bases de dados, além da consolidação de tecnologias como Machine

Learning, Deep Learning e processamento de linguagem natural. As pesquisas passaram a abranger diferentes cenários de atuação do farmacêutico, incluindo hospitais, atenção primária, serviços ambulatoriais e farmacovigilância, acompanhadas por maior colaboração internacional entre universidades, instituições de saúde e centros tecnológicos (Zombini et al., 2026).

Apesar da expansão da literatura, ainda são limitados os estudos que analisam de forma sistemática a evolução desse campo por meio de indicadores bibliométricos. As análises bibliométricas permitem identificar tendências de publicação, autores, instituições, países, periódicos, redes de colaboração e temas emergentes, fornecendo uma visão abrangente do desenvolvimento científico da área. No contexto da Farmácia Clínica, essas informações são essenciais para compreender a maturidade das pesquisas, orientar novas investigações e apoiar a incorporação de tecnologias inovadoras na prática profissional (Gioia, 2026).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Assistência Farmacêutica

A Assistência Farmacêutica constitui um dos pilares fundamentais dos sistemas de saúde, sendo responsável por assegurar o acesso aos medicamentos e promover seu uso racional em benefício da população. Ao longo das últimas décadas, essa área passou por importantes transformações, deixando de estar restrita às atividades técnico-administrativas relacionadas à seleção, aquisição, armazenamento e dispensação de medicamentos para incorporar ações voltadas ao cuidado integral do paciente. Essa evolução acompanhou as mudanças nos modelos de atenção à saúde, que passaram a priorizar a qualidade da assistência, a segurança do paciente e a obtenção de melhores resultados clínicos (Chicote, 2025).

Nesse processo de transformação, o farmacêutico ampliou significativamente seu campo de atuação, assumindo responsabilidades clínicas e integrando equipes multiprofissionais. Essa mudança contribuiu para o fortalecimento da Farmácia Clínica, cuja finalidade é otimizar a farmacoterapia, prevenir problemas relacionados aos medicamentos e promover o uso seguro e eficaz dos tratamentos. Atualmente, o cuidado farmacêutico é reconhecido como componente essencial da assistência em saúde, contribuindo para a prevenção de eventos adversos, melhoria da adesão ao tratamento e redução de custos decorrentes do uso inadequado de medicamentos (Santos, 2026).

2.2 Farmácia Clínica

A Farmácia Clínica representa uma das mais importantes áreas de atuação do farmacêutico, sendo voltada para a promoção do uso racional de medicamentos e para a otimização da farmacoterapia por meio do cuidado centrado no paciente. Seu desenvolvimento está associado à necessidade de reduzir problemas relacionados aos medicamentos, prevenir eventos adversos e melhorar os desfechos clínicos, contribuindo para uma assistência em saúde mais segura, efetiva e baseada em evidências (Batista; Da Silva Coimbra, 2025).

Nas últimas décadas, a Farmácia Clínica consolidou-se como componente essencial dos sistemas de saúde, ampliando a participação do farmacêutico nas equipes multiprofissionais e fortalecendo seu papel na tomada de decisões terapêuticas. Entre suas principais atribuições destacam-se o acompanhamento farmacoterapêutico, a conciliação medicamentosa, a revisão da farmacoterapia, a identificação e resolução de problemas relacionados aos medicamentos, a educação em saúde e a promoção da segurança do paciente. Essas atividades permitem individualizar o tratamento, aumentar a adesão terapêutica e contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes (Almeida, 2025).

O avanço das tecnologias da informação e da transformação digital também tem impulsionado mudanças significativas na prática da Farmácia Clínica. Ferramentas baseadas em Inteligência Artificial, *Machine Learning*, *Big Data* e outras tecnologias computacionais vêm sendo incorporadas ao cotidiano dos serviços de saúde para apoiar a tomada de decisão clínica, identificar riscos relacionados aos medicamentos, monitorar eventos adversos e otimizar a gestão da farmacoterapia. Essas inovações ampliam a capacidade analítica dos profissionais e favorecem uma assistência farmacêutica mais precisa, eficiente e personalizada (Santos *et al.*, 2025).

5

Diante desse contexto, a evolução histórica, os princípios e as principais atribuições da Farmácia Clínica, destacando sua importância para a segurança do paciente e para a qualidade da assistência em saúde. Além disso, discute os desafios e as perspectivas dessa área frente aos avanços tecnológicos, estabelecendo a base teórica para compreender a crescente aplicação da Inteligência Artificial na prática farmacêutica (Schuckes, 2025).

2.3 Transformação Digital, Inteligência Artificial e Bibliometria na Farmácia Clínica

A transformação digital tem promovido mudanças significativas nos sistemas de saúde por meio da incorporação de tecnologias capazes de otimizar processos assistenciais, integrar informações clínicas e apoiar a tomada de decisões baseadas em evidências. Nesse contexto, a

Inteligência Artificial (IA) destaca-se pela capacidade de analisar grandes volumes de dados, reconhecer padrões e gerar recomendações que contribuem para uma assistência mais segura, eficiente e personalizada (Sá, 2025; De Novais Souza; Gonçalves; Pereira, 2025).

Na Farmácia Clínica, a IA tem sido aplicada no apoio à decisão clínica, identificação de interações medicamentosas, farmacovigilância, monitoramento da farmacoterapia e prevenção de eventos adversos. O uso de algoritmos de *Machine Learning*, *Deep Learning* e processamento de linguagem natural possibilita integrar dados provenientes de prontuários eletrônicos, exames laboratoriais e históricos farmacoterapêuticos, favorecendo intervenções mais precisas e fortalecendo a segurança do paciente. Apesar dos avanços, desafios relacionados à qualidade dos dados, interoperabilidade, privacidade das informações e capacitação profissional ainda limitam sua ampla implementação (Coelho, 2025).

O crescimento dessas tecnologias tem sido acompanhado por uma expansão expressiva da produção científica, especialmente a partir de 2019, impulsionada pela evolução da saúde digital e pelo desenvolvimento de ferramentas de IA aplicadas à assistência farmacêutica. Esse cenário evidencia a consolidação do tema como uma área estratégica de pesquisa, envolvendo universidades, instituições de saúde e centros tecnológicos em diferentes países (Guimarães, 2025).

6

Nesse contexto, a Bibliometria constitui uma metodologia quantitativa fundamental para analisar a evolução da produção científica, permitindo identificar tendências de publicação, autores, instituições, periódicos, países e redes de colaboração. Além disso, possibilita mapear temas emergentes e avaliar o desenvolvimento de um campo de pesquisa por meio de indicadores científicos e leis clássicas, como as de Lotka, Bradford e Zipf, que descrevem padrões de produtividade, concentração das publicações e frequência de termos na literatura científica (Sousa, 2025; Ribeiro, 2026).

Assim, a análise bibliométrica da produção científica sobre Inteligência Artificial aplicada à Farmácia Clínica objetiva compreender a evolução desse campo, identificar lacunas do conhecimento e fornecer subsídios para futuras pesquisas e para a incorporação segura e baseada em evidências dessas tecnologias na prática farmacêutica.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo bibliométrico, de abordagem quantitativa, descritiva e documental, desenvolvido com base na literatura científica indexada na base de dados PubMed. O delineamento bibliométrico foi adotado por permitir a análise da produção científica, das tendências de publicação e das redes de colaboração relacionadas ao uso da inteligência artificial na Farmácia Clínica, contribuindo para uma visão abrangente da evolução do conhecimento na área.

Foram considerados artigos científicos publicados no período de 2019 a 2026, nos idiomas inglês, português e espanhol. A delimitação temporal foi estabelecida com o objetivo de contemplar as publicações mais recentes sobre a aplicação da inteligência artificial na assistência farmacêutica e na Farmácia Clínica, período marcado pelo crescimento significativo da utilização de tecnologias digitais na área da saúde.

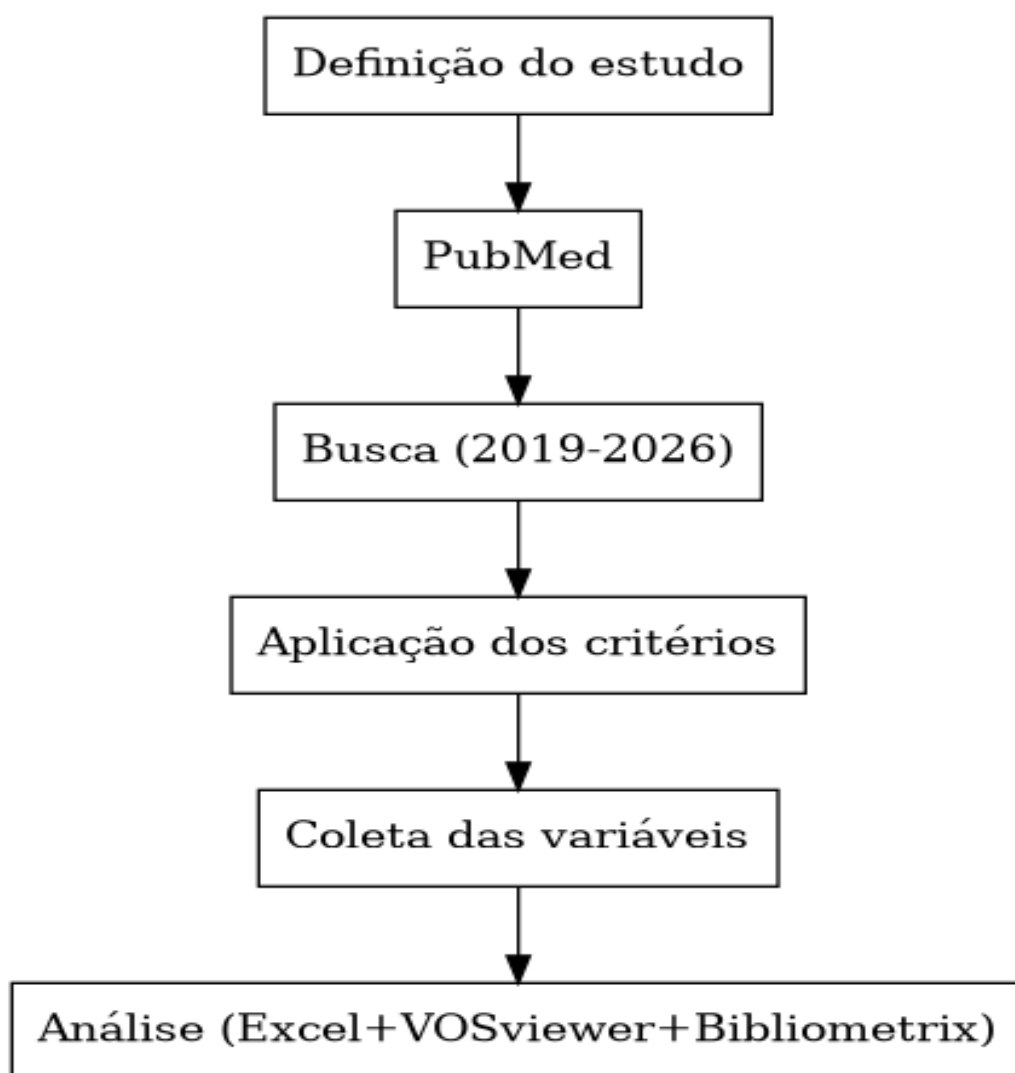
A estratégia de busca foi elaborada utilizando os descritores em inglês "Artificial Intelligence" AND ("Clinical Pharmacy" OR "Pharmaceutical Care" OR "Clinical Pharmacist"), combinados por meio de operadores booleanos. A pesquisa foi realizada diretamente na plataforma PubMed, permitindo a identificação de estudos potencialmente relevantes para responder aos objetivos propostos pela investigação.

Foram incluídos artigos científicos que apresentavam resumo disponível e que estivessem publicados dentro do período previamente estabelecido. Foram excluídos editoriais, cartas ao editor, resumos de eventos científicos e publicações duplicadas, garantindo maior rigor metodológico e a seleção de estudos com potencial para compor a análise bibliométrica.

Dos artigos selecionados foram extraídas informações referentes ao ano de publicação, autores, país de origem, instituição de afiliação, periódico de publicação, fator de impacto da revista, número de citações, palavras-chave e área temática. Essas variáveis permitiram caracterizar o perfil das publicações e identificar os principais centros de produção científica, temas emergentes e tendências de pesquisa.

Os dados coletados foram organizados em planilhas do Microsoft Excel e posteriormente analisados utilizando os softwares VOSviewer e Bibliometrix. Essas ferramentas possibilitaram a elaboração de mapas bibliométricos, redes de coautoria, análise de ocorrência de palavras-chave e visualização das principais tendências da literatura científica relacionada à aplicação da inteligência artificial na Farmácia Clínica, favorecendo uma interpretação ampla da evolução do tema.

Imagem 1 – Organograma da Metodologia

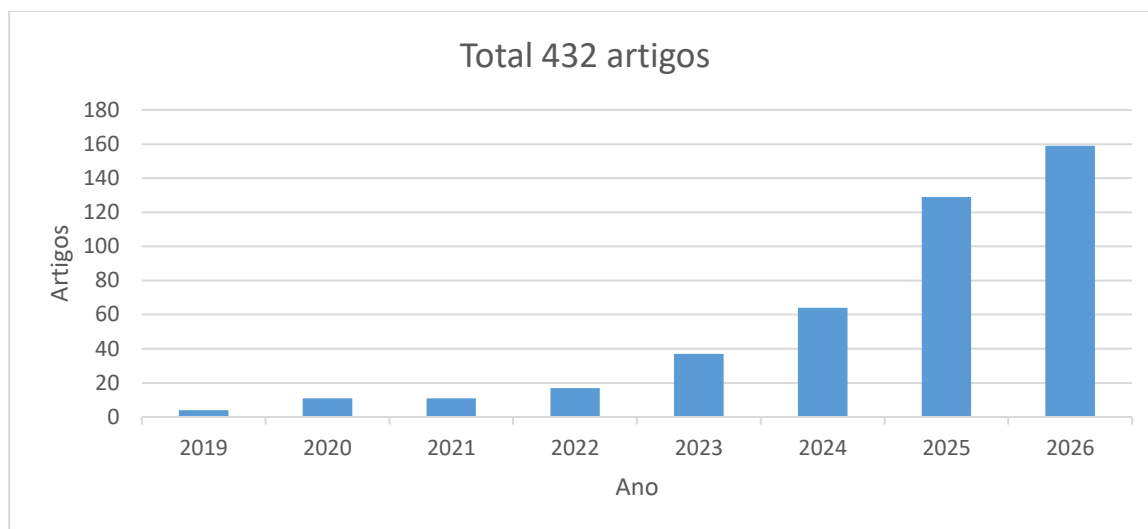


Fonte: Autores, 2026

4. RESULTADOS

A produção científica sobre a aplicação da Inteligência Artificial na Farmácia Clínica apresenta um crescimento expressivo nos últimos anos. Embora publicações sobre o tema já existissem anteriormente, a partir de 2023 observa-se uma aceleração significativa no número de estudos, evidenciando o aumento do interesse da comunidade científica e a consolidação dessa tecnologia como objeto de pesquisa na área farmacêutica.

Gráfico 1. Produção científica por ano sobre Inteligência Artificial aplicada à Farmácia Clínica

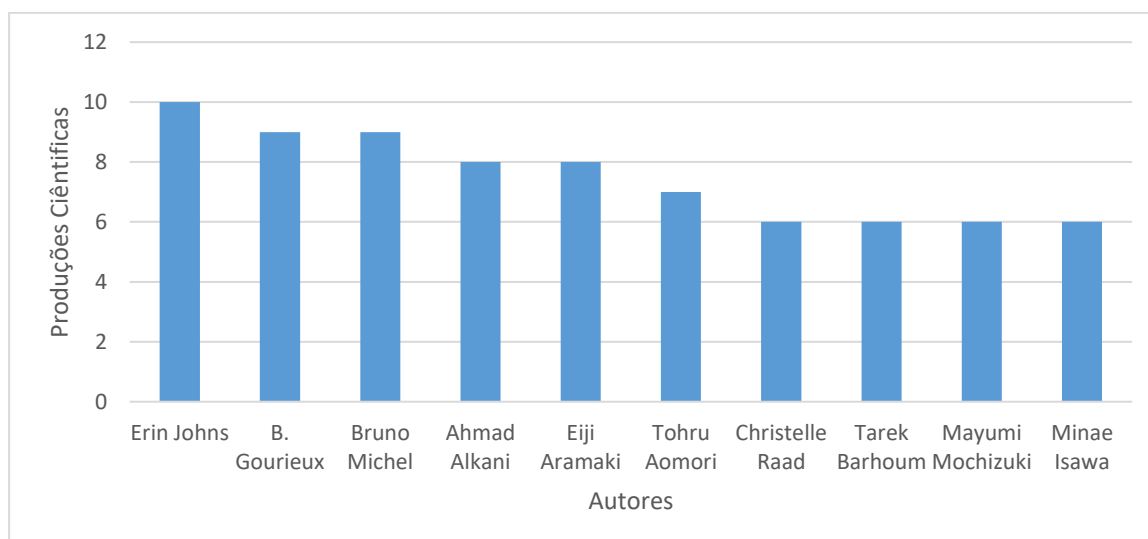


Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados extraídos da base de dados bibliográfica analisada (CSV exportado), 2026

Esse avanço é demonstrado pela concentração de aproximadamente 90% das publicações no período de 2023 a 2026. Tal expansão acompanha o desenvolvimento e a popularização dos modelos de linguagem de grande escala, que passaram a ser incorporados em diferentes contextos da prática farmacêutica, incluindo atividades clínicas, educacionais e de apoio à tomada de decisão, impulsionando novas investigações e aplicações na Farmácia Clínica.

9

Gráfico 2. Autores mais produtivos segundo a Lei de Lotka



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da análise bibliométrica dos registros recuperados (n = 432), 2026

A distribuição dos autores demonstra comportamento compatível com a Lei de Lotka, caracterizada pela concentração da produtividade científica em um grupo reduzido de pesquisadores. Poucos autores apresentam elevada frequência de publicação, enquanto grande parte dos pesquisadores participa de apenas um estudo dentro da amostra.

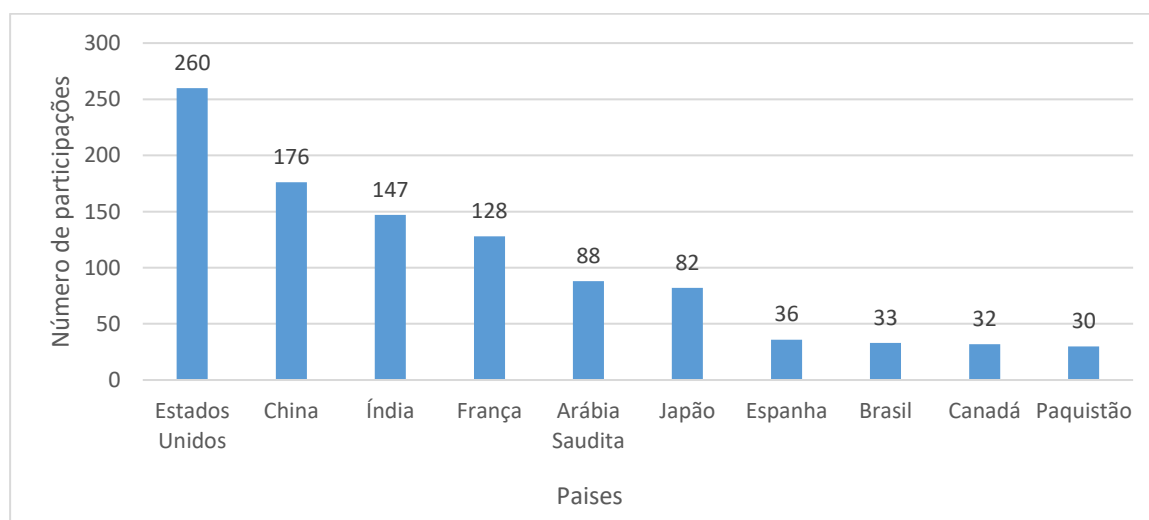
Esse padrão sugere a existência de grupos especializados e núcleos de pesquisa consolidados em Inteligência Artificial aplicada à prática farmacêutica. A recorrência de determinados autores indica que esses pesquisadores desempenham papel relevante na produção e disseminação do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento de linhas de pesquisa contínuas e para o fortalecimento da colaboração científica na área.

Além disso, a predominância de autores com apenas uma publicação evidencia que o campo ainda se encontra em processo de expansão e atração de novos pesquisadores. Esse comportamento é comum em áreas emergentes e de rápida evolução tecnológica, nas quais o interesse crescente estimula a entrada de novos grupos de pesquisa, favorecendo a diversificação das abordagens metodológicas, o aumento das redes de colaboração e a ampliação do conhecimento sobre as aplicações da Inteligência Artificial na Farmácia Clínica.

A distribuição geográfica da produção científica evidencia forte concentração das pesquisas na América do Norte, Ásia e Europa, regiões que reúnem grande parte dos investimentos em ciência, tecnologia e inovação. Esse cenário demonstra que o desenvolvimento da Inteligência Artificial aplicada à Farmácia Clínica está fortemente associado à disponibilidade de infraestrutura tecnológica, financiamento para pesquisa e integração entre universidades, centros de pesquisa e instituições de saúde.

10

Gráfico 3. Países com maior produção científica segundo afiliação institucional dos autores

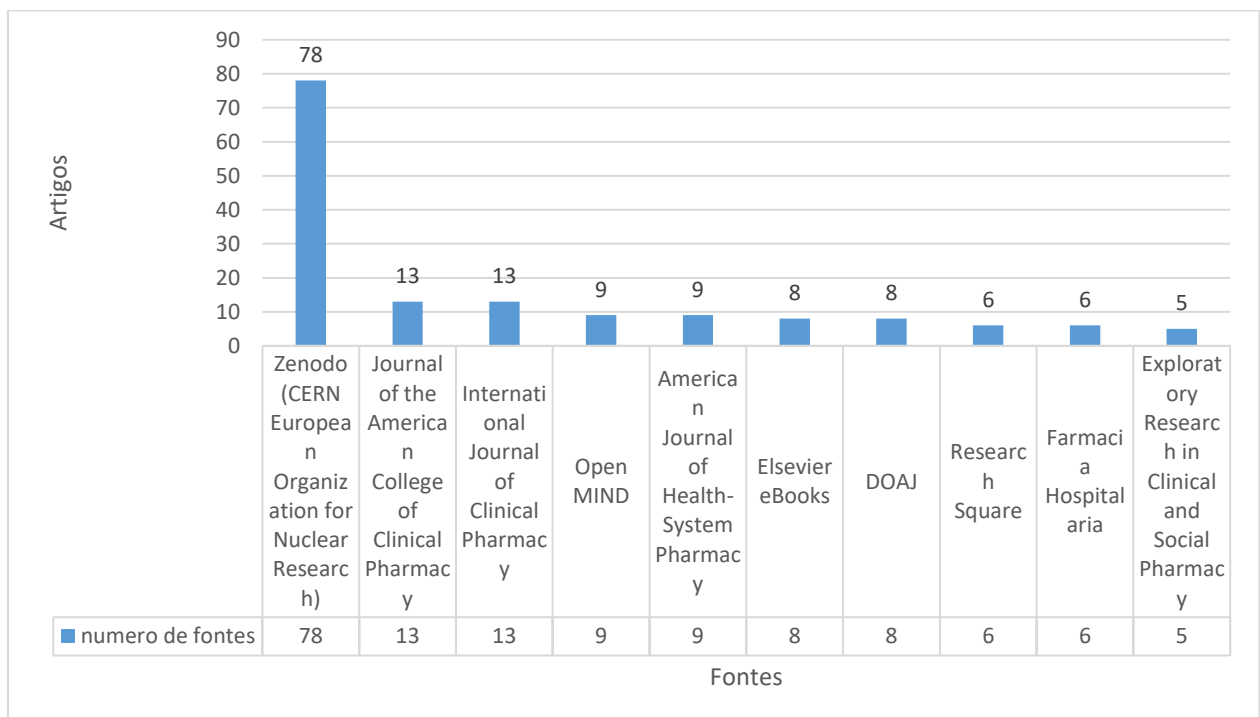


Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados de afiliação dos artigos incluídos na análise bibliométrica, 2026

Os Estados Unidos destacam-se como o principal país em número de publicações e em colaborações internacionais, consolidando-se como referência na produção de conhecimento sobre o tema. Em seguida, China e Índia também apresentam participação expressiva, refletindo o crescimento dos investimentos em inteligência artificial, saúde digital e pesquisa clínica. Esses países vêm ampliando significativamente sua capacidade científica, impulsionando o desenvolvimento de soluções voltadas ao apoio à decisão clínica, otimização da assistência farmacêutica e inovação em serviços de saúde.

A predominância dessas nações evidencia que a liderança científica está relacionada à capacidade de investimento em tecnologias emergentes, formação de recursos humanos qualificados e estabelecimento de redes internacionais de pesquisa. Ao mesmo tempo, esse panorama revela oportunidades para ampliar a participação de países em desenvolvimento, por meio do fortalecimento da cooperação internacional e da expansão de políticas de incentivo à pesquisa em Inteligência Artificial aplicada à Farmácia Clínica, favorecendo a produção de conhecimento em diferentes contextos de saúde.

Gráfico 4. Revistas/fontes mais produtivas (Lei de Bradford)



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos metadados bibliográficos dos estudos selecionados, 2026

A distribuição das fontes indica concentração inicial em poucos veículos. Entretanto, a presença elevada de Zenodo sugere que parte importante da produção corresponde a preprints, relatórios ou materiais depositados em repositórios abertos, característica comum em áreas emergentes como Inteligência Artificial em saúde. A dispersão restante entre periódicos clínico-farmacêuticos confirma um campo interdisciplinar envolvendo farmácia, informática médica e ciência de dados.

Tabela 1. Principais termos identificados Lei de Zipf (análise textual dos títulos)

Termo	Frequência relativa
Artificial Intelligence	elevada
ChatGPT	elevada
Clinical	elevada
Pharmacy	elevada
Pharmacist	elevada
Healthcare	elevada
Machine Learning	moderada
Generative AI	moderada
Medication	moderada
Large Language Model	moderada

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da análise textual dos títulos dos artigos recuperados, 2026

A distribuição lexical segue comportamento semelhante ao previsto pela Lei de Zipf, em que poucos termos dominam a comunicação científica enquanto grande quantidade de termos aparece com baixa frequência.

Os conceitos centrais estão relacionados a:

- inteligência artificial generativa;
- ChatGPT;
- suporte à decisão clínica;
- educação farmacêutica;
- segurança medicamentosa;
- automação de serviços farmacêuticos.

A análise das afiliações mostra uma rede internacional envolvendo universidades, hospitais e centros de pesquisa.

Tabela 2. Instituições com maior recorrência

Instituição	Participações
Arab International University	8
Hôpital Paris Saint-Joseph	2
Keio University	2
Nara Institute of Science and Technology	2
American College of Clinical Pharmacy	2
National Institute of Technology Calicut	2

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos metadados bibliográficos dos estudos selecionados, 2026

Observa-se colaboração predominantemente acadêmico-hospitalar, característica de pesquisas aplicadas à implementação clínica de inteligência artificial. A análise bibliométrica de 432 publicações evidencia que a Inteligência Artificial aplicada à Farmácia Clínica constitui um campo científico recente e em rápida expansão. A produção apresentou crescimento exponencial após 2023, impulsionada principalmente pela popularização dos modelos generativos de IA a produtividade segue padrões clássicos da bibliometria:

- Lei de Lotka: concentração da produção em poucos autores;
- Lei de Bradford: concentração inicial em poucos periódicos/fontes;
- Lei de Zipf: predominância de poucos termos científicos recorrentes.

A produção internacional é liderada por Estados Unidos, China, Índia e França, com forte participação de universidades e hospitais.

5. DISCURSÃO

As análises bibliométricas foram realizadas a partir de um conjunto de 432 registros científicos contendo informações referentes a título, autoria, ano de publicação, fonte de publicação, afiliação institucional, país, citações e identificadores bibliográficos. Inicialmente, foi realizada uma análise da evolução temporal da produção científica, permitindo avaliar o

crescimento das publicações sobre Inteligência Artificial aplicada à Farmácia Clínica ao longo dos anos.

A evolução temporal da produção científica revelou aumento expressivo das publicações, especialmente a partir de 2023, período em que aproximadamente 90% dos estudos analisados foram publicados. Esse crescimento acompanha a expansão dos modelos de linguagem de grande escala (Large Language Models – LLMs) e das ferramentas de inteligência artificial generativa, que passaram a receber ampla atenção científica devido à capacidade de processar linguagem natural, gerar respostas contextualizadas e auxiliar atividades relacionadas à tomada de decisão em diferentes áreas da saúde (BROWN et al., 2020; TOPOL, 2019).

A incorporação da inteligência artificial na saúde representa uma transformação no modo como informações clínicas são analisadas e utilizadas, possibilitando aplicações relacionadas à interpretação de dados, suporte à decisão, personalização do cuidado e otimização de processos assistenciais. Entretanto, a implementação dessas tecnologias exige avaliação rigorosa quanto à segurança, confiabilidade e supervisão humana, especialmente em ambientes clínicos onde decisões podem impactar diretamente a assistência ao paciente (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021).

A produtividade dos pesquisadores foi analisada segundo os princípios da Lei de Lotka, evidenciando concentração da produção científica em um grupo reduzido de autores, enquanto grande parte dos pesquisadores apresentou participação limitada na amostra avaliada. Esse comportamento é característico da distribuição da produtividade científica, na qual poucos pesquisadores apresentam elevada produção enquanto a maioria contribui com menor número de publicações (Lotka, 1926).

A concentração observada sugere a existência de grupos especializados e núcleos de pesquisa consolidados voltados ao desenvolvimento e avaliação de aplicações da inteligência artificial na prática farmacêutica. Esse padrão também é observado em outras áreas científicas emergentes, nas quais pesquisadores pioneiros assumem papel central na formação e disseminação do conhecimento (Calapez, 2024).

A análise da distribuição geográfica demonstrou predominância de Estados Unidos, China, Índia e França, indicando concentração da produção científica em países com maior investimento em tecnologia, inovação em saúde e desenvolvimento de pesquisa interdisciplinar. Esse cenário está relacionado ao crescimento global da saúde digital e ao fortalecimento de

iniciativas voltadas à integração entre ciência de dados, inteligência artificial e assistência clínica (RAJKOMAR; DEAN; KOHANE, 2019).

A análise das fontes de publicação, realizada conforme os princípios da Lei de Bradford, evidenciou concentração inicial da literatura em determinados veículos científicos e repositórios. A presença significativa de plataformas abertas demonstra uma característica frequente em áreas tecnológicas emergentes, nas quais a rápida disseminação de resultados por meio de preprints e repositórios digitais contribui para acelerar o compartilhamento do conhecimento. A Lei de Bradford descreve justamente a tendência de concentração da literatura científica em um conjunto reduzido de fontes consideradas mais produtivas para determinado campo de estudo (BRADFORD, 1934).

A dispersão dos estudos entre periódicos relacionados à farmácia clínica, saúde digital, informática médica e ciência de dados confirma o caráter interdisciplinar da Inteligência Artificial aplicada à prática farmacêutica. Essa característica demonstra que o avanço da área depende da integração entre conhecimentos clínicos, tecnológicos e metodológicos.

A análise lexical baseada na Lei de Zipf identificou predominância dos termos “Artificial Intelligence”, “ChatGPT”, “Clinical”, “Pharmacy”, “Pharmacist” e “Healthcare”, evidenciando os principais temas abordados na literatura analisada. A distribuição encontrada apresenta comportamento semelhante ao descrito pela Lei de Zipf, na qual poucos termos apresentam alta frequência, enquanto grande quantidade de palavras ocorre de forma menos frequente (ZIPF, 1949).

15

Os termos identificados demonstram que os estudos estão direcionados principalmente para aplicações da inteligência artificial generativa, modelos de linguagem de grande escala, suporte à decisão clínica, educação farmacêutica, segurança medicamentosa e automação de serviços farmacêuticos. Esses achados refletem uma mudança recente na pesquisa em inteligência artificial na saúde, com maior interesse por sistemas capazes de interagir com profissionais e auxiliar processos cognitivos complexos.

A análise das colaborações institucionais revelou participação predominante de universidades, hospitais e centros de pesquisa, indicando uma estrutura colaborativa característica de áreas aplicadas da ciência. A integração entre instituições acadêmicas e serviços de saúde é fundamental para o desenvolvimento de ferramentas de inteligência artificial que apresentem validade clínica e aplicabilidade prática.

Apesar dos avanços identificados, a literatura ainda apresenta desafios relacionados à implementação segura dessas tecnologias. Questões como privacidade dos dados, transparência dos algoritmos, possibilidade de vieses, validação clínica e definição de responsabilidades profissionais permanecem como pontos críticos para a adoção da inteligência artificial na assistência farmacêutica (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021).

De forma geral, os resultados demonstram que a Inteligência Artificial aplicada à Farmácia Clínica se encontra em fase de crescimento acelerado e consolidação científica. Os padrões bibliométricos identificados confirmam características clássicas da produção científica: a Lei de Lotka evidenciou concentração da produtividade entre poucos autores; a Lei de Bradford demonstrou concentração das publicações em determinadas fontes; e a Lei de Zipf revelou predominância de termos relacionados às principais tendências tecnológicas.

7. CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram aumento expressivo das publicações nos últimos anos, especialmente após 2023, indicando uma intensificação do interesse científico associada ao avanço dos modelos de inteligência artificial generativa e dos modelos de linguagem de grande escala. As principais tendências identificadas estão relacionadas ao uso de ferramentas como ChatGPT e outros sistemas baseados em IA para suporte à decisão clínica, educação farmacêutica, gerenciamento de informações medicamentosas, automação de processos e aprimoramento da segurança do paciente.

A análise bibliométrica evidenciou que a produção científica apresenta características de um campo em consolidação, com concentração da produtividade entre determinados autores e grupos de pesquisa, conforme observado pela Lei de Lotka, além de distribuição das publicações entre fontes científicas específicas, segundo os princípios da Lei de Bradford. A análise dos termos recorrentes confirmou a predominância de temas associados à inteligência artificial generativa, aprendizado de máquina, assistência clínica, farmacêuticos e sistemas de saúde digitais.

Para a Farmácia Clínica a incorporação da Inteligência Artificial representa uma oportunidade de ampliar a capacidade analítica dos profissionais, otimizar processos assistenciais e apoiar decisões relacionadas à farmacoterapia. As ferramentas baseadas em IA apresentam potencial para auxiliar na identificação de interações medicamentosas, avaliação de informações clínicas, acompanhamento de pacientes, educação em saúde e melhoria da

eficiência dos serviços farmacêuticos. Entretanto, essas tecnologias devem ser utilizadas como ferramentas complementares à atuação profissional, mantendo o julgamento clínico do farmacêutico como elemento essencial no processo de cuidado.

Apesar do crescimento significativo da literatura científica, permanecem limitações relacionadas à maturidade das aplicações clínicas da inteligência artificial. O presente estudo apresenta limitações inerentes à análise bibliométrica, incluindo a dependência da qualidade e abrangência dos registros disponíveis na base analisada, ausência de uma coluna estruturada de palavras-chave no arquivo utilizado e necessidade de utilização dos títulos dos artigos para a análise baseada na Lei de Zipf. Além disso, a análise quantitativa da produção científica não permite avaliar diretamente a efetividade clínica ou o impacto real das tecnologias implementadas nos serviços de saúde.

Recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem a avaliação de aplicações práticas da inteligência artificial na Farmácia Clínica, incluindo estudos multicêntricos, ensaios de validação clínica, análises de custo-efetividade e investigações sobre segurança, ética, privacidade de dados e aceitação pelos profissionais e pacientes. Também são necessários estudos que avaliem como essas ferramentas podem ser integradas aos fluxos assistenciais sem substituir a tomada de decisão clínica, mas fortalecendo o papel do farmacêutico como profissional estratégico no cuidado em saúde.

17

A Inteligência Artificial aplicada à Farmácia Clínica constitui uma área científica emergente, dinâmica e interdisciplinar, com potencial significativo para transformar a prática farmacêutica. A expansão da produção científica observada indica uma tendência de consolidação dessas tecnologias, sendo fundamental que seu desenvolvimento ocorra de maneira ética, segura e baseada em evidências, visando contribuir para uma assistência farmacêutica mais eficiente, personalizada e centrada no paciente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Marcos Rafael Silva. **Serviços farmacêuticos diretamente destinados ao paciente na atenção primária à saúde: uma revisão de escopo.** 2025.

BATISTA, Regilane Araújo; DA SILVA COIMBRA, Marcus Vinícius. **Estratégias de intervenção clínica na promoção do uso racional de medicamentos.** *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, v. 8, n. 18, p. e082065-e082065, 2025.

BITTAR, Olímpio J. Nogueira V. Detalhes para planejar e efetivar políticas de saúde. *Revista de Administração em Saúde*, v. 26, n. 102, 2026.

BITTENCOURT, Francisco Madalosso de. **Avaliação da eficácia de um sistema de IA na redução de erros das prescrições medicamentosas.** 2025.

BRADFORD, S. C. **Sources of information on specific subjects.** *Engineering*, London, v. 137, p. 85-86, 1934.

BROWN, T. B. et al. **Language Models are Few-Shot Learners.** *Advances in Neural Information Processing Systems*, v. 33, p. 1877-1901, 2020.

CALAPEZ, André et al. Esports fan identity toward sponsor-sponsee relationship: an understanding of the role-based identity. **International Journal of Sports Marketing and Sponsorship**, v. 25, n. 1, p. 42-66, 2024.

CARVALHO NETTO, Eduardo Ferreira de. **Adoção da inteligência artificial na saúde suplementar: uma análise integrada da literatura e da perspectiva de atores do ecossistema.** 2026. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

CHICOTE, Sérgio Renato Macedo. **Judicialização de medicamentos no âmbito do SUS: desafios para a gestão nas regiões de saúde do DRS VIII de Franca/SP.** 2025. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

COELHO, Gabriel A. **Transformação digital no SUS: explorando o uso de IA generativa no cuidado clínico primário.** 2025.

DA SILVA, Cassia Maria Moreira et al. **Atuação profissional dos farmacêuticos no Brasil: perfil profissional e dinâmica de trabalho nas diferentes áreas de atuação.** *Pubsaúde*, v. 22, p. 1-10, 2025.

18

DE NOVAIS SOUZA, Dean; GONÇALVES, Jessica Azevedo; PEREIRA, Gustavo Henrique Dias Felix. **Revolução na inteligência artificial: uma análise detalhada dos recentes progressos.** In: *Escola Regional de Informática de Mato Grosso (ERI-MT)*. SBC, 2025. p. 293-302.

FERREIRA, Adriano. **Inteligência artificial e sociedade.** 1. ed. Indaiatuba: Editora Foco, 2025.

GIOIA, Henrique Raymundo. **Heterogeneidade regional e desempenho inovativo: modelagem multinível aplicada ao Índice Global de Inovação.** 2026. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GUIMARÃES, Ricardo Silva. **A governança da inteligência artificial em sistemas de saúde públicos: um modelo proposto para a Diretoria de Saúde da Marinha.** 2025. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Guerra Naval.

LOTKA, A. J. **The frequency distribution of scientific productivity.** *Journal of the Washington Academy of Sciences*, Washington, v. 16, n. 12, p. 317-323, 1926.

MARIANE, Caixeiro; FONTES, Tatiana. **Sistemas de informação em saúde no SUS: avanços, desafios e impactos na gestão pública.** 2025.

RAJKOMAR, A.; DEAN, J.; KOHANE, I. **Machine Learning in Medicine.** *New England Journal of Medicine*, Boston, v. 380, p. 1347-1358, 2019.

RIBEIRO, Ananda Feix. **Estudos métricos da informação aplicados à produção científica e à coautoria dos docentes do Instituto de Química da UFRGS.** 2026.

SÁ, Daniel Pereira de. **O papel da inteligência artificial em articulação com a gestão da inteligência emocional na gestão de recursos humanos: um estudo exploratório em organizações da região norte de Portugal.** 2025.

SANTOS, Maitê Telles dos. **Atuação do farmacêutico clínico na identificação de interações medicamentosas durante o tratamento de leucemia linfoblástica aguda em pacientes pediátricos.** 2025.

SANTOS, Daiana Cristina Câmara dos. **Contribuições do farmacêutico na gestão de medicamentos em unidades hospitalares.** 2026.

SANTOS, Ranieri Alves dos et al. **Perspectivas em transformação digital.** 2025.

SCHUCKES, Adrieli. **A contribuição da farmácia clínica para a humanização e qualificação da gestão hospitalar no SUS: uma revisão de literatura.** 2025.

SOUSA, Natalia Silva de. **Análise bibliométrica na Base Scopus sobre preservação de arquivos digitais (2015–2024).** 2025.

TOPOL, E. J. **High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence.** *Nature Medicine*, v. 25, p. 44-56, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. ***Ethics and governance of artificial intelligence for health.*** Geneva: WHO, 2021.

19

ZIPF, G. K. ***Human Behavior and the Principle of Least Effort: An Introduction to Human Ecology.*** Cambridge: Addison-Wesley, 1949.

ZOMBINI, Eduardo da Silva et al. **O uso da inteligência artificial nos cursos ead na área de saúde no Brasil sob uma perspectiva libertadora.** 2026.