

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO

ANNE IRENE CUNHA VAZ

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

DANIELLE APARECIDA ALCANTARA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

VICENTE DE PAULA RODRIGUES NETO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

ANDRE GRUTZMANN

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

DANY FLÁVIO TONELLI

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

Agradecimento à orgão de fomento:

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido para a realização deste estudo. O suporte oferecido foi fundamental para viabilizar a pesquisa e contribuir significativamente para o avanço do conhecimento na área de Inteligência Artificial e Ecossistemas de Inovação.

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) melhora a eficiência do trabalho, reduz custos laborais, otimiza recursos humanos e cria novas oportunidades de emprego (Zhang, 2021). Baseada em pesquisas e tecnologias para simular e expandir a inteligência humana (Jiang, 2022), a IA tem avançado com o aumento do processamento computacional e grandes volumes de dados, sendo adotada em diversas áreas (Minh, 2022). Evoluindo de uma tendência tecnológica a um campo de competição internacional, a IA pode transformar a economia e a sociedade, semelhante às revoluções industriais anteriores (Arenal, 2020). Gerando interesse na indústria, academia e governo, a IA tem o potencial de impulsionar a inovação, podendo abordar questões complexas (Campos et al., 2020). O impacto da IA nos negócios está ligado ao desenvolvimento e aplicação do conhecimento, suscitando a emergência dos ecossistema de inovação em IA, nos quais os diversos atores e instituições trocam materiais, energia e informações com o ambiente externo (Yi, 2022). A interdependência e interação no ecossistema impulsionam a capacidade geral de inovação, onde limites entre produtores, consumidores e demais atores são menos claros, havendo interações e sobreposições frequentes. A cooperação entre atores impulsiona o desenvolvimento contínuo e melhora a eficiência operacional do ecossistema (Yi, 2022). Por sua vez, um ecossistema é frequentemente representado como abrangendo pelo menos três grandes camadas: ciência, tecnologia e negócios (Hain, 2023).

Um ecossistema permite que seus participantes gerem valor de forma colaborativa, o que não seria possível isoladamente, promovendo inovação e sucesso organizacional (Suominen; Sepänen; Dedehayir, 2019; Dedehayir; Mäkinen; Ortt, 2018). Ele envolve uma diversidade de atores, atividades e recursos que facilitam a interconexão e o desenvolvimento tecnológico ágil (Granstrand; Holgersson, 2020; Donlagic; Ajanovic; Martić, 2023). Dessa forma, ecossistemas de inovação promovem a criatividade e o desenvolvimento econômico (Stahl, 2022) e estão sendo impulsionados pela digitalização, destacando a interdependência entre seus componentes, tendo a IA como uma parte essencial (Arenal, 2020). Esta abordagem expande a visão do ecossistema de inovação para abranger e examinar os principais intervenientes que podem moldar sua evolução, especialmente no contexto da IA (Arenal, 2020). Com esse propósito, a pesquisa visa realizar uma revisão sistemática da literatura, empregando métodos bibliométricos e análise de conteúdo para investigar o estado da pesquisa sobre Inteligência Artificial nos Ecossistemas de Inovação, buscando responder a seguinte problemática: Qual o impacto da Inteligência Artificial (IA) nos ecossistemas de inovação? A pesquisa é relevante para entender se os ecossistemas de inovação afetam o desenvolvimento da Inteligência Artificial (IA), um fator importante para o avanço tecnológico e econômico. Identificar melhores práticas e desafios nesses ecossistemas pode promover uma inovação mais eficaz e beneficiar a sociedade. Além disso, a pesquisa preencherá lacunas na literatura e fornecerá informações valiosas para pesquisadores e profissionais da área.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Inteligência Artificial (IA)

A história da inteligência artificial abrange mais de 70 anos de desenvolvimento, dividida em várias etapas marcantes (Zhang, 2021). Antes de 1956, a pesquisa em inteligência artificial (IA) estava em sua fase inicial, caracterizada por avanços fundamentais que lançaram as bases para o desenvolvimento subsequente do campo (Jiang, 2022). Em 1943, o modelo de neurônios artificiais iniciou a pesquisa em redes neurais. A Conferência de Dartmouth, em

1956, marcou o surgimento oficial da IA impulsionando a pesquisa e os intercâmbios acadêmicos (Zhang, 2021). Em 1956, John McCarthy cunhou o termo "Inteligência Artificial", marcando o início de uma era de pesquisa intensiva no campo. Esses marcos pioneiros estabeleceram as bases para os avanços futuros na IA, impulsionados pelo progresso contínuo na computação e na compreensão dos princípios subjacentes ao funcionamento do cérebro humano (Jiang, 2022). Nos anos 60, houve uma queda no uso de certas abordagens, causando uma recessão no desenvolvimento. A década de 70 viu o início da pesquisa em retropropagação, porém, os desafios computacionais dificultaram a aplicação prática. Avanços significativos ocorreram na década de 80, com o reconhecimento das redes neurais de retropropagação e o rápido desenvolvimento de algoritmos. O crescimento da Internet também influenciou positivamente. O século 21 testemunhou a proliferação da Internet móvel, ampliando os horizontes de aplicação da IA. Em 2012, a introdução da aprendizagem profunda impulsionou avanços notáveis no reconhecimento de fala e visual (Zhang, 2021).

Desde então, a inteligência artificial tem permeado quase todos os aspectos da vida e é amplamente reconhecida como uma habilidade essencial para o futuro. Projeções indicam que o mercado de IA está destinado a atingir a marca de US\$ 190 bilhões até 2025 (Jiang, 2022). Portanto, com o crescente avanço da tecnologia, a Inteligência Artificial (IA) emergiu como um campo de estudo e aplicação com impactos significativos em diversas áreas da tecnologia, ciência e sociedade (Xu et al; 2021). A Inteligência Artificial (IA) refere-se à capacidade dos sistemas computacionais de realizar tarefas que exigem inteligência humana, como resolução de problemas e aprendizado (Vicari, 2021). O avanço em hardware, algoritmos e grandes conjuntos de dados tem permitido a criação de sistemas mais inteligentes e autônomos (Reis et al., 2024). Métodos como aprendizado de máquina, redes neurais e processamento de linguagem natural são amplamente usados em setores como saúde, manufatura e finanças, abrangendo áreas como visão computacional e robótica (Vinhal; Amaral; Martins, 2023; Barros, 2024). A evolução da IA, porém, levanta questões éticas e regulatórias, como impacto no mercado de trabalho e privacidade de dados (Kaufman, 2022).

2.2 Ecossistemas de Inovação

Os Ecossistemas de Inovação (EI) têm atraído a atenção de pesquisadores e profissionais devido ao seu papel significativo na capacidade inovadora de indivíduos e comunidades. Ecossistemas envolvem uma rede dinâmica de atores, atividades, artefatos e instituições que colaboram continuamente para impulsionar a inovação (Granstrand; Holgersson, 2020). A interação entre diversos participantes, como empresas, universidades e governos, é fundamental para o desenvolvimento dessas redes, que são descritas como sistemas complexos e interdependentes (Adner, 2006). A gestão eficaz da inovação dentro desses ecossistemas é vital para aproveitar as oportunidades e gerar valor significativo tanto para os negócios quanto para os consumidores (Feng; Lu; Wang, 2021).

Dentro dos EI, o compartilhamento de conhecimento e a troca de informações são essenciais para a evolução coletiva dos participantes, que atuam em ambientes específicos e dinâmicos (Guo, 2009; Gobble, 2014). Esses ecossistemas facilitam a colaboração e a competição entre atores como cidadãos, empresas, governos e universidades, contribuindo para o desenvolvimento de novas tecnologias e soluções inovadoras (Costa; Matias, 2020; Komninos; Pallot; Schaffers, 2013). Universidades, em particular, desempenham um papel crucial como geradoras e difusoras de conhecimento, promovendo a colaboração entre setores e impulsionando a inovação em diversas indústrias (Ojaghi; Mohammadi; Yazdani, 2019; Bonni; Gunn, 2021).

2.3 Inteligência Artificial nos Ecossistemas de Inovação

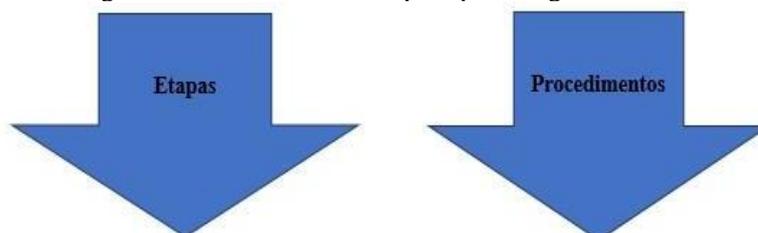
A inteligência artificial tem se destacado nos ecossistemas de inovação, promovendo colaboração entre pesquisadores, profissionais e formuladores de políticas (Kitsios; Kamariotou, 2023). Sua influência é evidente nas dinâmicas de algoritmos, plataformas e aplicativos, transformando significativamente empresas e instituições. A IA está impulsionando avanços em eficiência, automação e personalização, oferecendo um potencial inovador substancial (Dwivedi, 2021). No contexto dos Ecossistemas de Inovação, a IA representa uma integração estratégica e colaborativa, criando um novo paradigma para o desenvolvimento e exploração de ideias inovadoras (Cetindamar et al., 2020). Ao incorporar a IA nos processos de inovação, é possível aproveitar o compartilhamento de recursos computacionais avançados, análise de dados em grande escala e compreensões relevantes para a tomada de decisões estratégicas, o que contribui para o desenvolvimento de soluções inovadoras e competitivas (Bresciani et al., 2021). Em consonância com Akter et al., (2023), a colaboração entre os diversos atores dos ecossistemas de inovação se revela como um fator determinante para o sucesso da integração da IA. Essa interação entre desenvolvedores, pesquisadores, empresas e investidores na aplicação e desenvolvimento de soluções baseadas em IA cria ambientes propícios para a inovação contínua e a geração/captação de valor (Akter et al., 2023).

Assim, a troca de experiências e conhecimentos entre os participantes do Ecossistema de Inovação potencializa a capacidade da IA produzindo resultados sólidos em diversos setores e impulsionando o crescimento econômico e social (Cao et al., 2020). Neste contexto colaborativo, a Inteligência Artificial nos Ecossistemas de Inovação assume um papel central na facilitação da cooperação entre os conhecimentos avançados em IA e na exploração de seu verdadeiro potencial transformador (Jacobides et al., 2021). Um elemento essencial na promoção da Inteligência Artificial nos Ecossistemas de Inovação são as universidades, pois estas podem interagir com as indústrias na busca da Inovação Aberta (Marques et al., 2021; Silva et al., 2024). Estas instituições são essenciais na formação de profissionais qualificados em IA e na promoção de pesquisas inovadoras que impulsionam o avanço tecnológico e a inovação (Okunlaya; Syed Abdullah; Alias, 2022).

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se de uma revisão sistemática da literatura, utilizando métodos bibliométricos e de análise de conteúdo para compreender o estado da arte sobre Inteligência Artificial nos Ecossistemas de Inovação. A análise bibliométrica é um método de avaliar os registros do conhecimento, a qualidade das fontes citadas em pesquisas e a quantidade de publicações. É um método quantitativo de análise que fornece informações de mapeamento e desenvolvimento da produção científica. (Silva et al., 2011). De acordo com Prado et al. (2016), a análise bibliométrica fornece condições para a realização de novas pesquisas relacionadas ao tema em análise, demonstrando quais são as lacunas e as possibilidades na elaboração de pesquisas teóricas e empíricas. Foi utilizado um *framework* de pesquisa adaptado de Prado *et al.* (2016), que estabelece as etapas da construção do estudo, como a seleção dos artigos, a organização e a análise dos dados. (Figura 1).

Figura 1 – *Framework* de Pesquisa para artigos de revisão.





Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRADO et al. (2016).

Primeiro, foi realizada uma análise preliminar sobre o tema, que revelou crescente interesse pela academia e pelo mercado, bem como lacunas de pesquisa e a necessidade de avanços. A Figura 1 descreve o método sistemático utilizado, composto por cinco macro estágios (etapas), bem como os procedimentos realizados em cada uma das etapas, as quais estão descritas a seguir. Inicialmente, para a operacionalização da pesquisa (etapa 1), delimitamos como objetivo do trabalho (procedimento 1.1) o mapeamento do estado de pesquisa sobre influência da inteligência artificial no ecossistema de inovação, além de sua evolução. Os dados foram coletados na *Web of Science* (procedimento 1.2), que são consideradas as principais fontes de dados de citações de trabalhos acadêmicos e amplamente utilizadas em estudos bibliométricos (Filser *et al.* 2017). Para realizar uma revisão abrangente da literatura, os termos que representam o campo (procedimento 1.3) foram definidos por: Artificial Intelligence; AI; Machine Learning; Deep Learning; AI Technologies; Innovation Ecosystem; Technological Innovation; Business Innovation; Innovation Management; Innovation Strategy.

Na sequência, os procedimentos de busca (etapa 2) foram definidos. O protocolo de pesquisa com os termos (procedimento 2.1) e operadores booleanos (procedimento 2.2) utilizados no procedimento de busca está descrito na Tabela 1 e o escopo foi delimitado para localizar as referências no título, no resumo e nas palavras-chave. As buscas, nas bases de dados, foram filtradas apenas por tipo de documento revisado por pares: artigos e revisões (procedimento 2.3). Conforme observado por Smith, et al., (2018), os documentos revisados por pares garantem a confiabilidade por meio da revisão cega, aumentando a utilidade e a credibilidade das revisões de literatura para novos resultados de pesquisa. A busca foi realizada em 01 de abril de 2024, sem restrição para período (procedimento 2.4), área de conhecimento (procedimento 2.5) e idioma (procedimento 2.6), uma vez que o objetivo da pesquisa foi

apresentar uma visão geral sobre o tema e identificar a trajetória da pesquisa neste campo de estudo. Assim, após o refinamento dos dados, 641 documentos foram selecionados para tratamento dos dados.

Tabela 1 String da busca aplicada no estudo bibliométrico

Base de dados	Termos de busca	Filtros	Resultados
<i>Web of Science</i>	TS=(("Artificial Intelligence" OR "AI" OR "Machine Learning" OR "Deep Learning" OR "AI Technologies") AND ("Innovation Ecosystem*" OR "Technological Innovation" OR "Business Innovation" OR "Innovation Management" OR "Innovation Strategy"))	Excluir todos os tipos de documento, exceto artigo e artigo de revisão	641

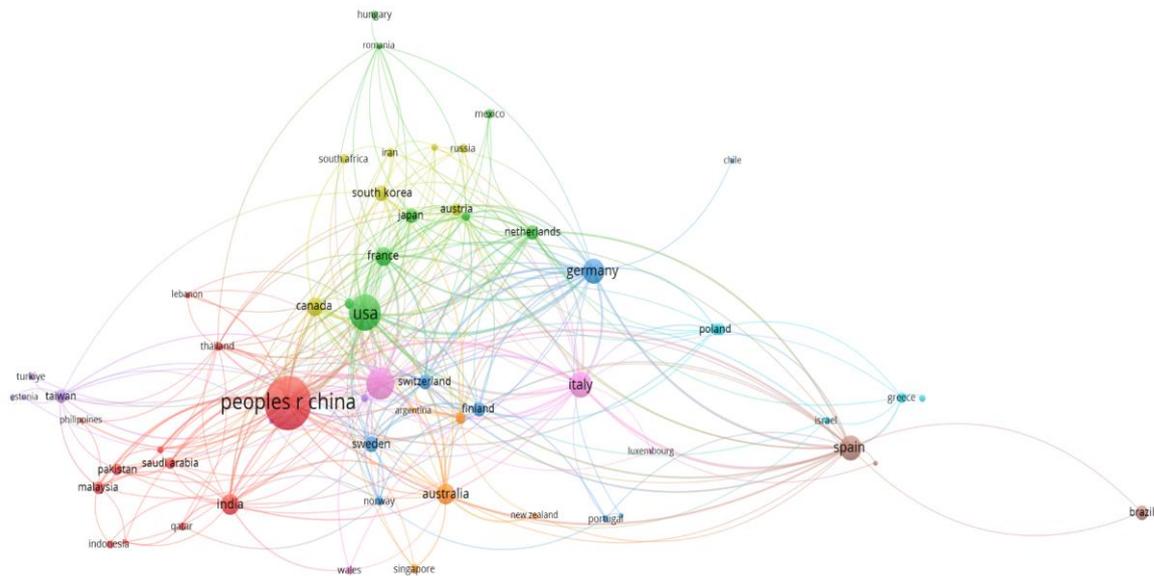
Fonte: Elaborado pelos autores

Após a realização das buscas, os metadados dos documentos foram selecionados e importados (etapa 3). Primeiro, foi realizado o download dos metadados para o gerenciador de referências EndNote (procedimento 3.1), em formato de planilha eletrônica (procedimento 3.2) e para os softwares bibliométricos (procedimento 3.3). Em um segundo momento, as referências foram organizadas no *EndNote* (procedimento 3.4) e as matrizes, para análises em planilha eletrônica, foram organizadas e tabuladas (procedimento 3.5). Finalizando, os dados foram importados para os softwares de análise bibliométrica: *CiteSpace* (Chen, 2004, 2006) e *Bibliometrix* (Aria & Cuccurullo, 2017) e *VOSviewer* (EcK & Waltman, 2014) (procedimento 3.6). Para a realização da análise da frente de pesquisa (etapa 4) e da base intelectual (etapa 5), os dados foram gerenciados e desenvolvidos pelos softwares *EndNote*, *Microsoft Excel*, *CiteSpace* (Chen, 2004, 2006), *Bibliometrix* (Aria & Cuccurullo, 2017) e *VOSviewer* (EcK & Waltman, 2014). Além da análise por meio dos softwares, foram gerados tabelas e gráficos para demonstrar os resultados do estudo. A Análise da Frente de Pesquisa (etapa 4) teve como objetivo analisar a literatura existente sobre o tema em função de suas contribuições para o campo de pesquisa. Esta análise permite identificar o estado da arte, bem como detectar e analisar tendências e mudanças relacionadas a uma frente de pesquisa ao longo do tempo (Chen, 2006). Para identificar a Base Intelectual (etapa 5) foram realizadas análises das redes de citações da amostra (procedimento 5.1). Chen (2006) define que a base intelectual de uma frente de pesquisa corresponde aos seus caminhos de citação na literatura científica. Dessa forma, o que é citado pela frente de pesquisa compõe a sua base intelectual (procedimento 5.2).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES DA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

4.1 Análise das palavras-chave

A análise de palavras-chave é uma técnica metodológica para determinar os termos mais prevalentes na amostra selecionada, fornecendo uma compreensão sobre os temas mais discutidos na literatura pesquisada (Su; Lee, 2010). Conforme a Figura 1 o termo “artificial-intelligence”, com 52 ocorrências, apresenta-se como o mais frequente, evidenciando sua

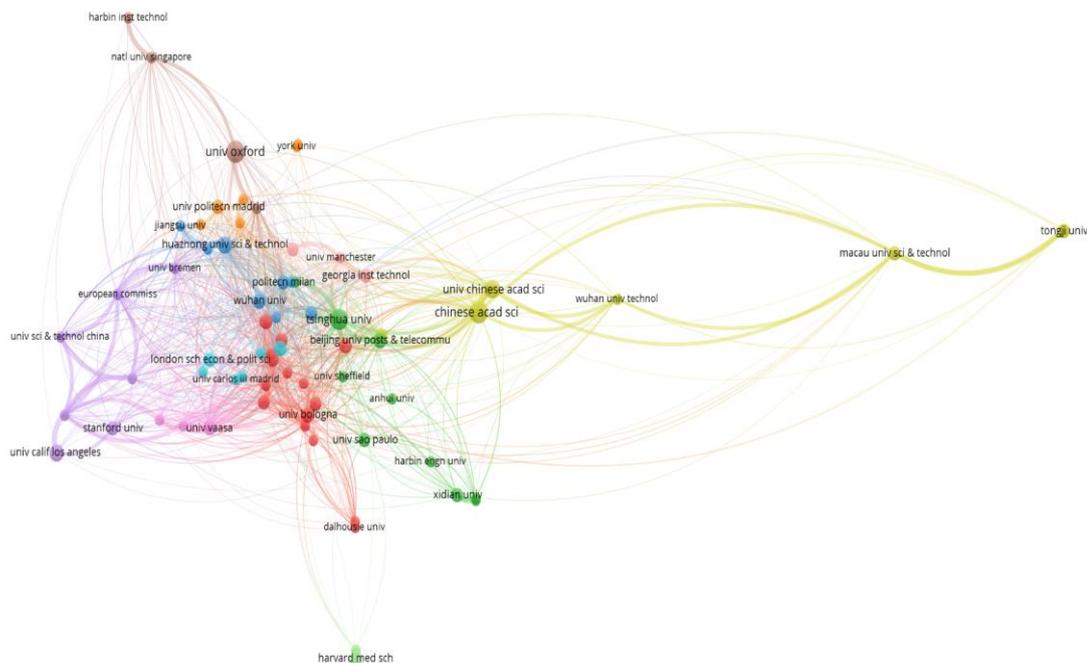


Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software VosViewer com a base de dados da WOS.

4.3 Análise das instituições com maior número de publicações.

A seção foi ordenada por maior citação, sendo necessário o mínimo de 3 documentos. A Universidade de Vaasa lidera com 4 documentos, totalizando 302 citações e 591 links, seguida pela Universidade de Tecnologia de Lulea, com 3 documentos, 292 citações e 591 links. A Universidade de Oxford apresenta 10 documentos, somando 249 citações e 333 links, enquanto o Trinity College Dublin contribui com 4 documentos, contabilizando 236 citações e 174 links. A ordem estabelecida por maior citação destaca a liderança da Universidade de Vaasa, que apresenta um número significativo de documentos e citações, sugerindo uma forte presença e contribuição para o campo de pesquisa. A Universidade de Tecnologia de Lulea segue de perto, com um desempenho notável em relação ao número de documentos e citações, indicando um possível compromisso contínuo com a produção de pesquisa de qualidade. Em contraste, embora a Universidade de Oxford tenha um número substancialmente maior de documentos em comparação com as outras instituições, suas citações são relativamente mais baixas, sugerindo uma possível área de melhoria na visibilidade e impacto de suas pesquisas. Trinity College Dublin contribui ligeiramente menos para o conjunto de conhecimentos, com um equilíbrio entre o número de documentos e o total de citações.

Figura 3: Instituições mais proeminentes em termos de publicações.

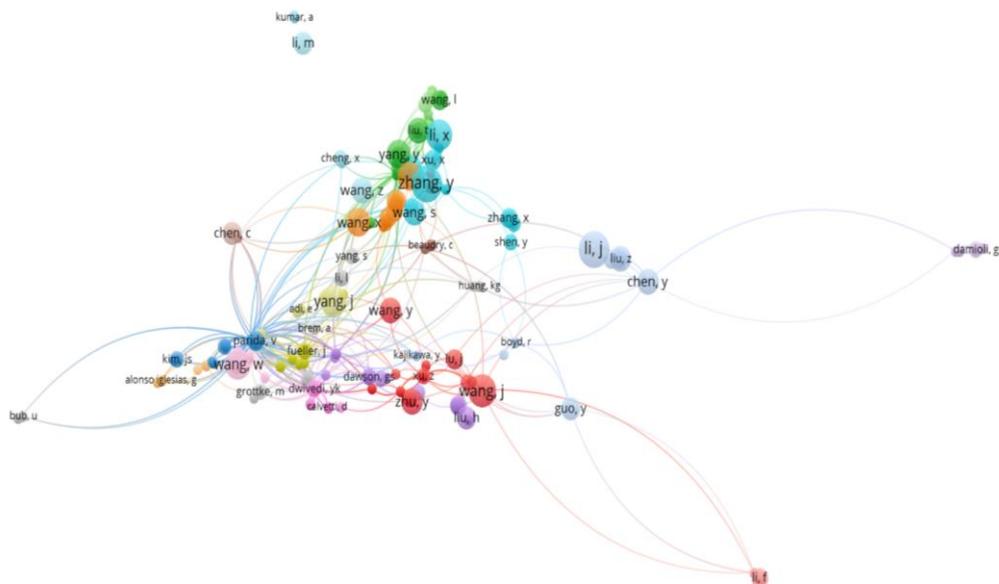


Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software VosViewer com a base de dados da WOS.

4.4 Análise dos autores mais citados

A análise dos autores mais citados revelou que Warner é um dos autores mais frequentes, com um documento que gerou 805 citações. Warner (2019) destaca que a transformação digital está ligada à capacidade de operar em ecossistemas de inovação, reestruturar internamente e aprimorar a maturidade digital. Para líderes, isso significa equilibrar colaboração e flexibilidade na tomada de decisões e utilizar a tecnologia de forma eficaz. Parida acumulou 292 citações com três documentos. Wincent, com dois documentos, registrou um número similar de citações, totalizando 292. Li, com quatro documentos, alcançou 264 citações, e Chen, com o mesmo número de documentos, gerou 254 citações. Este panorama sugere uma distribuição variada de impacto entre os autores, com implicações importantes para a compreensão da influência e relevância de suas contribuições na literatura científica.

Figura 4: Autores mais citados

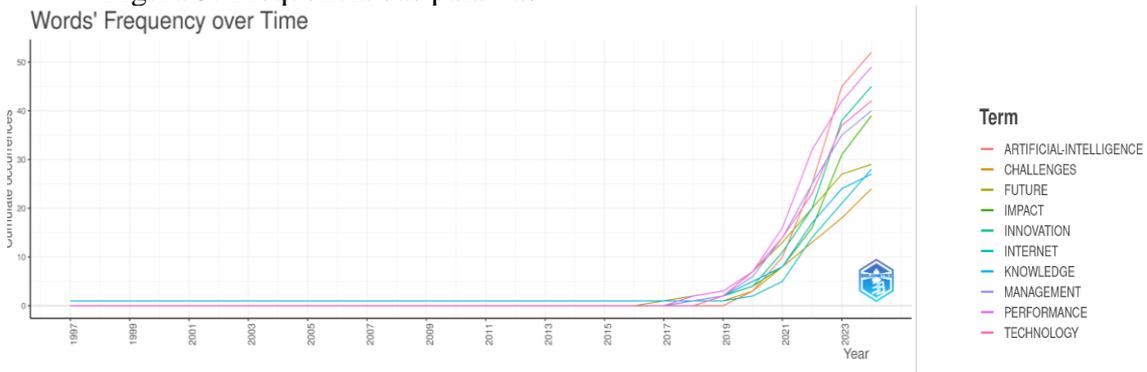


Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software VosViewer com a base de dados da WOS.

4.5 Frequência das palavras ao longo do tempo

Na figura 5 observa-se que entre os anos de 1997 a 2017, os termos "artificial intelligence," "challenges," "future," "impact," "innovation," "internet," "knowledge," "management," "performance" e "technology" não foram utilizados. A partir de 2019, todos esses termos passaram a ter um crescimento constante em sua presença e importância. Esse crescimento foi ainda mais acentuado em 2021 e continuou em 2023. No entanto, os termos que mais se destacaram durante esse período foram "artificial intelligence", "performance" e "technology," tiveram um aumento notável em sua influência.

Figura 5: Frequência das palavras

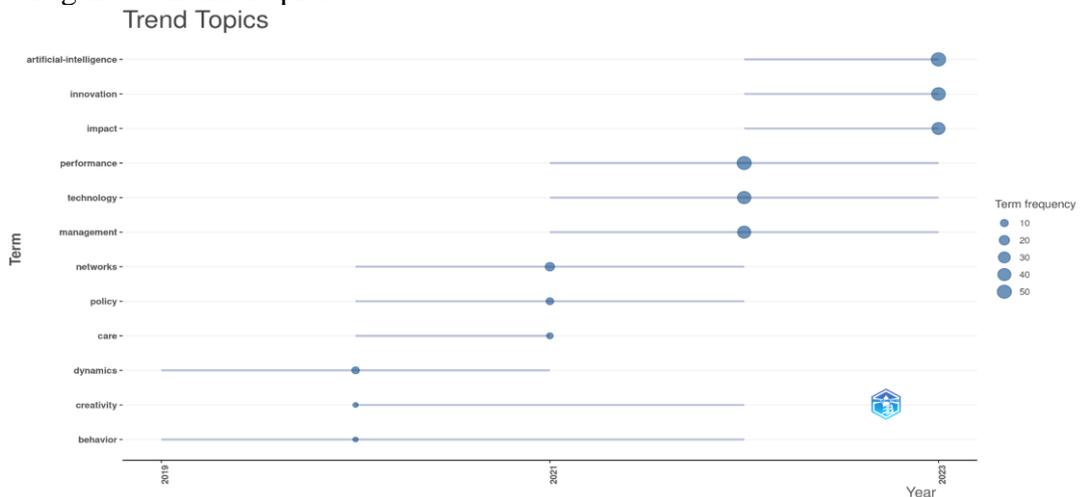


Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software R com a base de dados da WOS.

4.6 Tópicos em tendência

Conforme analisado na figura 6, identifica-se que no cenário dos Tópicos em Tendência no ano de 2023, a ascensão da "Artificial Intelligence", acompanhada pela constante busca por "innovation" e o reconhecimento do "impact" que ela traz, alcança um marco notável, registrando uma frequência de termos de 50. Este avanço reflete uma evolução significativa no campo da IA, destacando sua crescente importância em diversas esferas da sociedade. Ao comparar com o período entre 2021 e 2022, onde termos como "performance", "technology" e "management" também atingiram uma frequência de 50, mostrando o rápido desenvolvimento e mudança de foco nos temas que ditam o curso da inovação.

Figura 6: Trend Topics

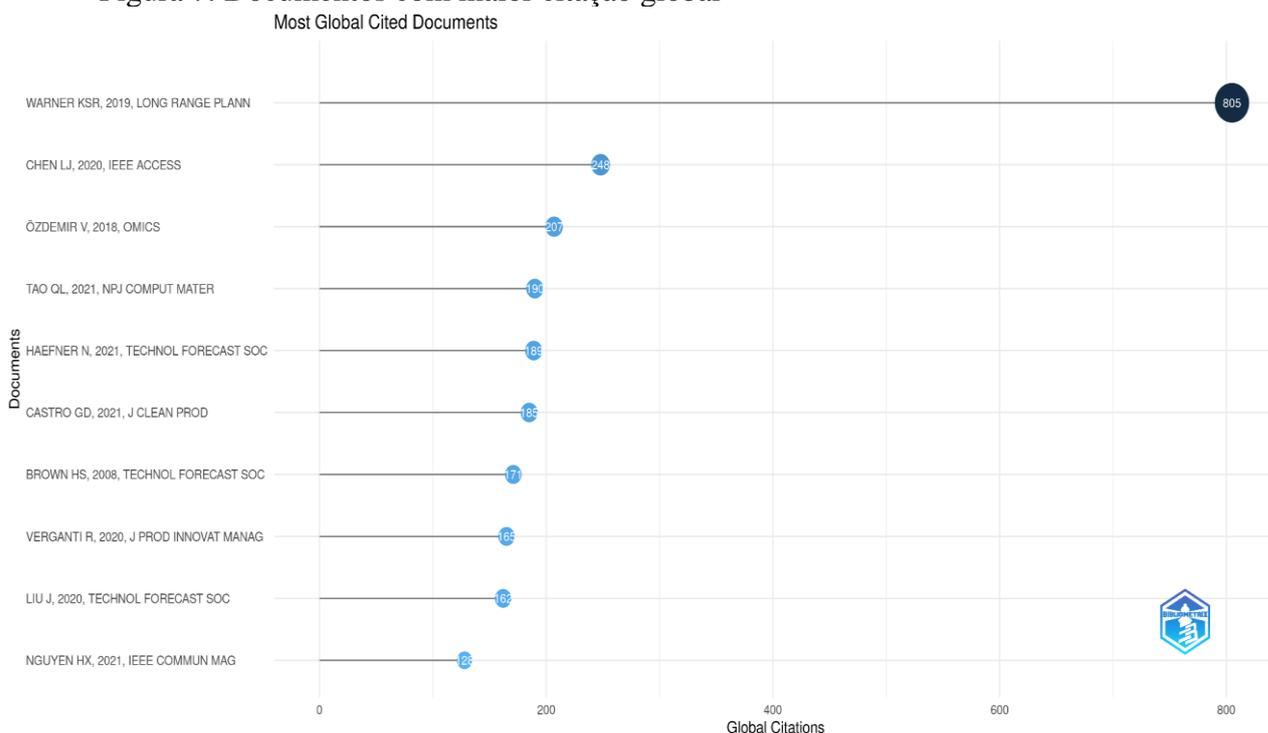


Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software R com a base de dados da WOS.

4.7 Documentos mais citados globalmente

Trabalhos como o "Plano de Longo Alcance" de Warner (2019), com 805 citações globais, indicando sua influência significativa na literatura acadêmica. Além disso, Chen (2020) contribui com 248 e Özdemir (2018) com 207 citações globais, respectivamente, através de seus estudos sobre "Acesso IEEE" e "Ômicas". Outros temas importantes incluem "Computação de Materiais" de Tao (2021), com 190 citações globais, e "Previsão Tecnológica na Sociedade" de Haefner (2021) com 189 citações globais. Castro (2021) e Brown (2008) abordam questões relacionadas à produção limpa e previsão tecnológica, respectivamente, cada um com 185 e 171 citações globais. A "Gestão da Inovação" de Verganti (2020) e "Previsão Tecnológica na Sociedade" de Liu (2020) também recebem atenção global, com 165 e 162 citações, respectivamente. Nguyen (2021) fecha a lista com seu estudo sobre comunicação, recebendo 128 citações globais.

Figura 7: Documentos com maior citação global



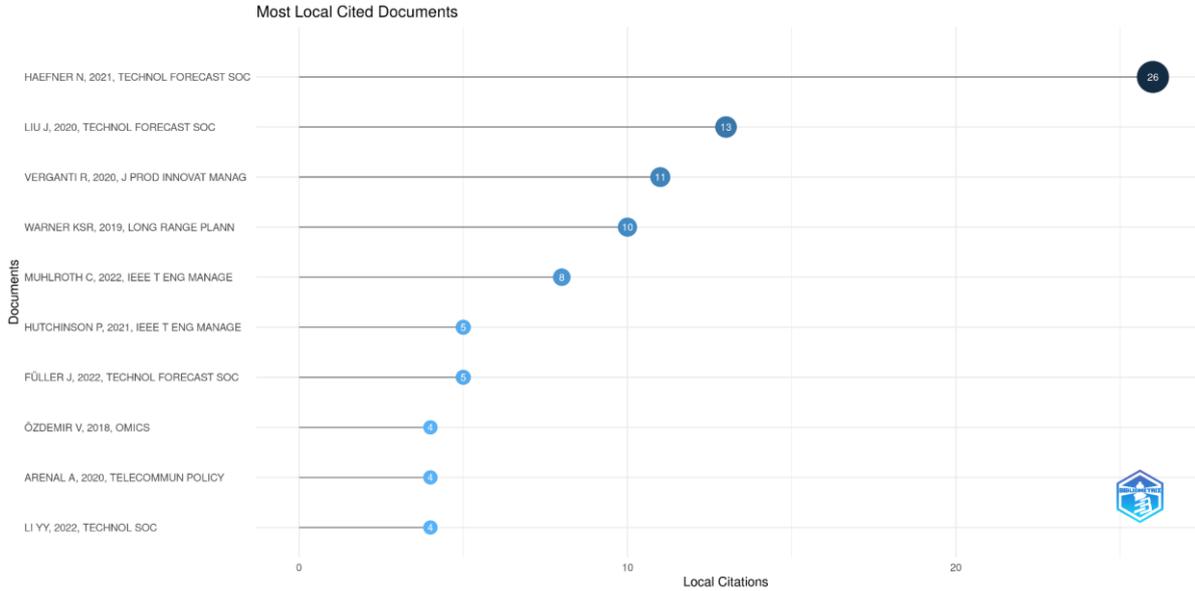
Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software R com a base de dados da WOS.

4.8 Documentos mais citados localmente

As citações locais (figura 8) refletem sua significância e impacto dentro de suas comunidades específicas. Destacam-se obras como "Previsão Tecnológica na Sociedade" de Haefner (2021) e Liu (2020), com 26 e 13 citações locais, respectivamente, evidenciando o interesse por esse tema. Além disso, a "Gestão da Inovação" de Verganti (2020) e o "Plano de Longo Alcance" de Warner (2019) também recebem reconhecimento com 11 e 10 citações locais, respectivamente. Outros tópicos como "Engenharia e Gestão" de Muhloth (2022) e "Engenharia e Gerenciamento" de Hutchinson (2021) demonstram uma atenção crescente, com 8 e 5 citações locais. As obras de Fuller (2022) sobre "Previsão Tecnológica na Sociedade" e Arenal (2020) sobre "Política de Telecomunicações" recebem igualmente 5 e 4 citações locais, respectivamente, destacando-se como contribuições relevantes. A obra de Arenal et al. (2020), refletem impacto e relevância locais. A pesquisa destaca a IA como uma nova revolução industrial com potencial para transformar a economia e a sociedade, comparável às revoluções anteriores. Essa mudança impacta a pesquisa acadêmica e os tópicos em tendência. Por fim, os estudos de Özdemir (2018) sobre "Genômica" e Li (2022) sobre "Tecnologia Social" também

recebem 4 citações locais cada, evidenciando a diversidade de interesses e pesquisas dentro dessas comunidades acadêmicas específicas.

Figura 8: Principais Documentos Citados Localmente

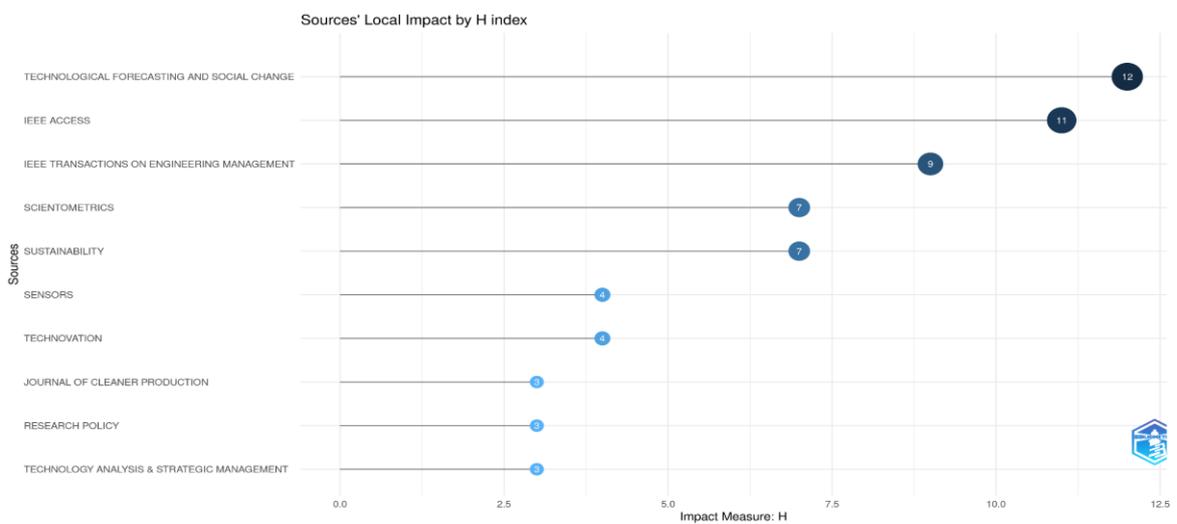


Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software R com a base de dados da WOS.

4.9 Impacto local da fonte pelo índice H

O impacto local dos autores, medido pelo índice H, mostra uma distribuição variada entre os pesquisadores listados. Enquanto Cugurulo F lidera com uma medida de impacto H de 3, outros como Mansell R., Yang H, Yang JL, Zhou Y, Balzer F, Chen LM, Chen Y, Chengx e Dawson GS também têm uma contribuição notável, todos com uma pontuação de 2 ou 3. A diversidade de pontuações reflete diferentes níveis de influência e produtividade dentro de suas áreas de pesquisa.

Figura 9: Índice H

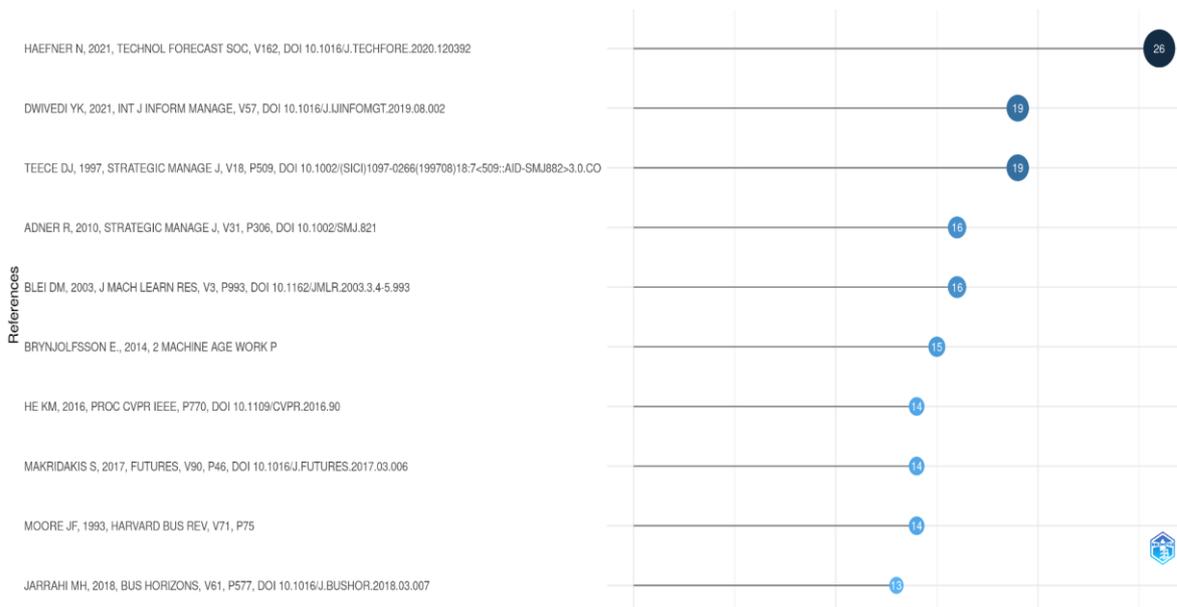


Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software R com a base de dados da WOS.

5.0 Autores e Revistas Destaques na área Acadêmica

Um estudo de Haeffner (2021) publicado no *Technological Forecasting & Social Change* destaca-se com o maior número de citações locais, totalizando 26 referências. Em seguida, Dwivedi et al. (2021) e Teece (1997), ambos com 19 citações locais, exemplificam a influência significativa de suas pesquisas no campo. Outros trabalhos relevantes, como os de Adner (2010) e Blei (2003), também recebem reconhecimento com 16 citações locais cada. Brynjolfsson (2014), He (2016), Makridakis (2017) e Moiré (1993) são igualmente mencionados, com 15, 14, 14 e 14 citações locais, respectivamente. Jarrarhimh (2018) fecha a lista com 13 citações locais, demonstrando sua contribuição para o corpo de conhecimento em gestão de negócios.

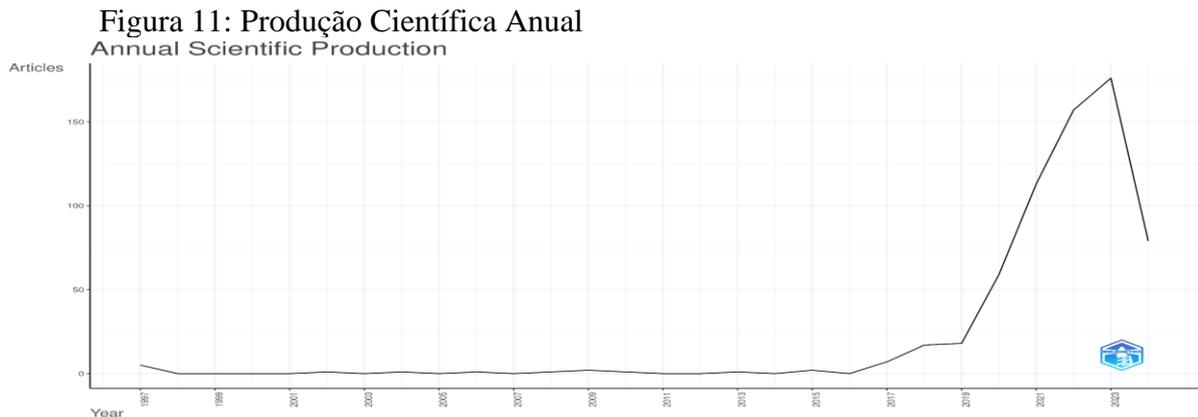
Figura 10: Principais Nomes e Revistas em Citações Acadêmicas



Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software R com a base de dados da WOS.

5.1 Visão Geral da Produção Científica Anual

Entre os anos de 1997 e 2015, a produção científica permaneceu estável na linha zero, sem grandes oscilações significativas. No entanto, a partir de 2019, começou a notar-se um aumento gradual na produção de artigos científicos. Este crescimento contínuo culminou em 2021, quando foram publicados 150 artigos ao longo do ano, indicando um período de atividade intensa na pesquisa. No entanto, em 2023, houve uma queda abrupta, com a produção científica caindo para menos de 100 artigos, sugerindo possíveis desafios ou mudanças no cenário científico.

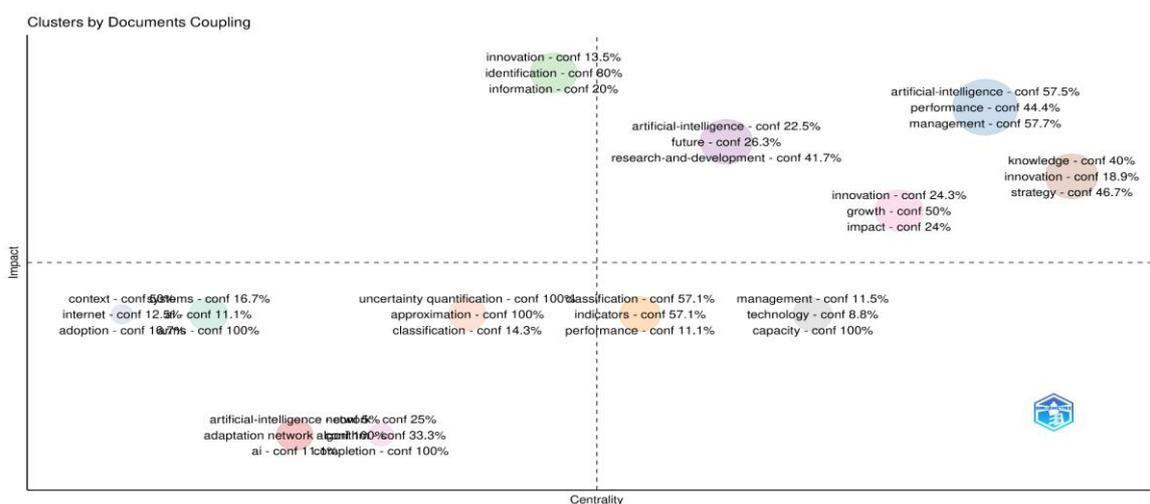


Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software R com a base de dados da WOS.

5.2 Clusters

A Figura 12 é dividida em quatro quadrantes com base em dois eixos: 'Centrality' e 'Impact'. Os clusters que aparecem no quadrante superior direito são tanto centrais quanto impactantes, o que pode significar que eles são muito relevantes e influentes dentro do conjunto de documentos analisados. Os termos "management - conf 57.7%" e "performance - conf 44.4%" são temas centrais e de alto impacto. A palavra "conf" seguida de uma porcentagem indica a confiabilidade de que o cluster de documentos está corretamente representando a palavra-chave associada. Por exemplo, "adoption - conf 100%" indica que todos os documentos no cluster estão definitivamente associados ao tema de adoção. Ao examinar o lado esquerdo e superior do quadro, torna-se mais claro que os clusters estão sendo classificados com base em seu impacto, com uma predominância de temas de alta relevância nesse espaço. O destaque para a "innovation", representando 13.5% do conteúdo total, indica sua importância proeminente dentro da análise. Além disso, dentro do cluster de inovação, subcategorias como Identificação e Informação emergem, cada uma com sua própria confiança associada. Enquanto a confiança de 80% atribuída à "identificação" reflete um alto grau de precisão, a confiança de 20% ligada à "informação" sugere uma menor certeza. Embora a linha de centralidade não esteja completamente definida, sua presença indica uma referência chave para a disposição dos clusters no gráfico. Em suma, essa análise revela uma abordagem para entender a distribuição e a importância de diferentes temas dentro dos documentos, com foco especial na inovação, e uma consideração cuidadosa dos níveis de confiança associados a esses temas.

Figura 12: Clusters através do Acoplamento de Documentos



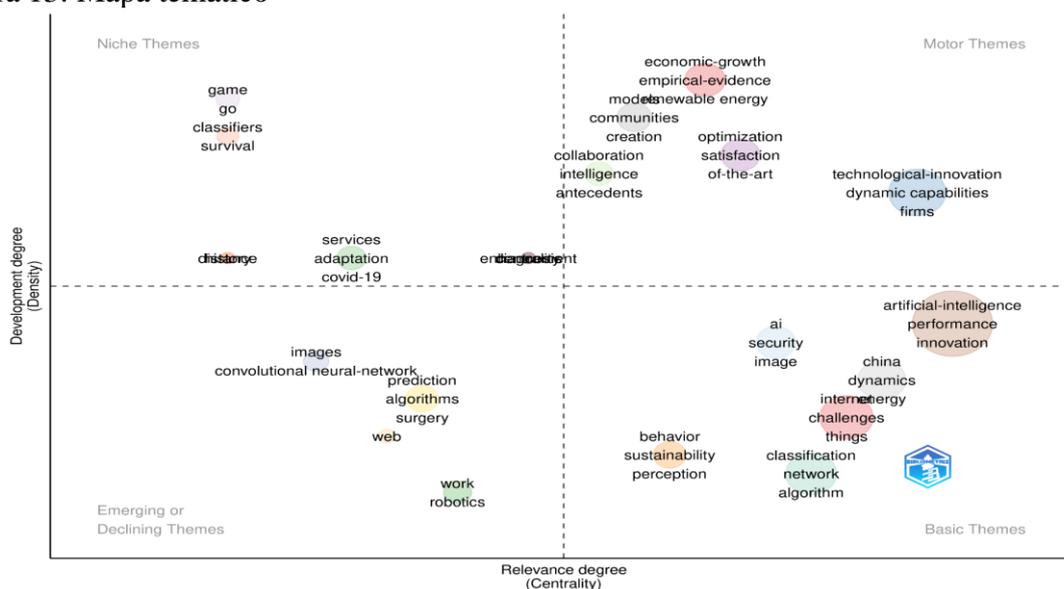
Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software R com a base de dados da WOS.

5.3 Mapa temático

Um mapa temático é uma representação visual que destaca os principais temas e suas interconexões na literatura acadêmica sobre um assunto específico. A análise do mapa temático na Figura 13 oferece uma visão detalhada do grau de desenvolvimento e relevância atribuídos a diversos temas. Cada quadrante do mapa revela aspectos distintos da dinâmica temática. No quadrante de temas de nicho, são identificados exemplos como "game go" e "survival classifiers", sugerindo áreas de interesse altamente especializadas e específicas. Estes tópicos podem não ter uma ampla aplicabilidade, mas são significativos dentro de seus contextos particulares. Por outro lado, o quadrante de Temas Motores destaca termos como "collaboration", "intelligence", "communities", "technological innovation" e "dynamic capabilities". Estes elementos são reconhecidos como fundamentais para impulsionar o

progresso geral e a inovação em diversos campos. Enquanto isso, o mapa também destaca temas emergentes ou declinantes, como "word", "robotics", "web" e "convolutional neural network", que evidenciam mudanças na relevância ao longo do tempo, refletindo possíveis áreas de crescimento ou declínio. Por fim, no quadrante de temas básicos, encontramos palavras-chave amplamente prevalentes e fundamentais, como "artificial intelligence", "performance", "innovation", "China" e "dynamics". Essa análise proporciona entendimento sobre a complexa paisagem temática em estudo, delineando tanto os temas essenciais quanto os emergentes ou em declínio, e oferecendo uma compreensão mais profunda das tendências e direções na área. O mapa auxilia na compreensão da organização do conhecimento em um campo de estudo, identificando áreas centrais, lacunas de pesquisa e direções futuras.

Figura 13: Mapa temático



Fonte: Elaborado pelos autores por meio do uso do software R com a base de dados da WOS.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa em questão buscou abordar a problemática central relacionada ao impacto da Inteligência Artificial (IA) nos ecossistemas de inovação (EI), explorando sua evolução histórica e consolidação como uma tecnologia significativa em diversos setores. O estudo analisou a evolução histórica da IA, sua consolidação como uma tecnologia relevante e seu papel como impulsionadora de mudanças socioeconômicas e tecnológicas. Além disso, a importância dos EI na promoção da colaboração entre diferentes atores. EI são ambientes reconhecidos por facilitar a troca de conhecimento e recursos, impulsionando a capacidade de inovação e gerando valor para a sociedade. A aplicação das técnicas de estudos bibliométricos permitiu explorar a interação entre IA e ecossistemas de inovação. A metodologia empregada utilizou técnicas bibliométricas e análise de conteúdo para investigar essa interação, com o objetivo de compreender sua dinâmica. Os resultados obtidos forneceram valioso entendimento sobre o tema. Assim, a pesquisa conseguiu satisfatoriamente abordar a problemática proposta. Uma visão abrangente da pesquisa em IA e ecossistemas de inovação foi apresentada, revelando termos-chave e tendências relevantes.

Destacou-se a liderança em publicações por países como China e EUA, além do papel preponderante de renomadas instituições acadêmicas na promoção do avanço do campo. Autores influentes foram identificados, junto com documentos de significativa relevância. A análise temporal das palavras-chave e a investigação de clusters proporcionaram concepção sobre a evolução do campo ao longo do tempo, orientando e apontando direções promissoras para avanços adicionais. Em conclusão, os resultados obtidos contribuíram consideravelmente

para a compreensão do impacto da IA nos ecossistemas de inovação. Em relação às limitações deste estudo, incluem a exclusividade da base de dados da Web of Science. Portanto, recomenda-se que pesquisas futuras expandam suas fontes de busca, considerando que novas fontes e registros adicionais podem enriquecer a análise.

Referências

- ADNER, R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. **Harvard Business Review**, v. 84, n. 4, p. 98-107, 2006.
- AKTER, Shahriar et al. A framework for AI-powered service innovation capability: Review and agenda for future research. **Technovation**, v. 125, p. 102768, 2023.
- ARIA, M.; Cuccurullo, C. Bibliometrix: An R - tool for comprehensive Science mapping analysis. **Journal of informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017.
- BARROS, A. S.; CONCEIÇÃO, L. N.; RODRIGUES, V. R. F. O impacto da inteligência artificial nas relações de trabalho. **Revista Jurídica do Cesupa**, p. 135-153, 2024.
- BRESCIANI, S. et al. Using big data for co-innovation processes: Mapping the field of data-driven innovation, proposing theoretical developments and providing a research agenda. **International Journal of Information Management**, v. 60, p. 102347, 2021.
- CAMPOS, A. C. et al. Consumption at the bottom of the pyramid: Current state of research and suggestions for future study. **Emerging Markets Journal**, v. 10, n. 1, p. 40–49, 2020.
- CETINDAMAR, D.; LAMMERS, T.; ZHANG, Y. Exploring the knowledge spillovers of a technology in an entrepreneurial ecosystem—The case of artificial intelligence in Sydney. **Thunderbird International Business Review**, v. 62, n. 5, p. 457-474, 2020.
- CHEN, C. Searching for intellectual turning points: Progressive knowledge domain visualization. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. Suppl_1, p. 5303 - 5310, 2004.
- CHEN, C. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transiente patterns in scientific literature. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 57, n. 3, p. 359 - 377, 2006.
- COSTA, J.; Matias, J. C. Open Innovation 4.0 as an Enhancer of Sustainable Innovation Ecosystems. **Sustainability**, v. 12, n. 19, p. 8112, 2020.
- DEDEHAYIR, O.; MÄKINEN, S. J.; ORTT, J. R. Roles during Innovation Ecosystem Genesis: A Literature Review. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, p. 18-29, 2018.
- ĐONLAGIĆ ALIBEGOVIĆ, S.; AJANOVIC, V.; MARTIĆ, R. Science and Technology Parks as Part of Innovation Ecosystem: The Case of Bosnia and Herzegovina. In: International Conference on Sustainable Development. **Springer**, Cham, p. 49-57, 2023.
- DWIVEDI, Y. K. et al. Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. **International Journal of Information Management**, v. 57, p. 101994, 2021.
- FENG, L. J.; Lu, J. R.; Wang, J. F. A Systematic Review of Enterprise Innovation Ecosystems. **Sustainability**, v. 13, n. 10, p. 26, 2021.
- FILSER, L. D.; Silva, F. F.; Oliveira, O. J. State of research and future research tendencies in lean healthcare: a bibliometric analysis. **Scientometrics**, v. 112, n. 2, p. 799-816, 2017.
- GOBBLE, M. M. Mapping the Innovation Ecosystem. **Research-Technology Management**, v. 57, n. 3, p. 55-59, 2014.
- GRANSTRAND, O.; HOLGERSSON, M. Innovation Ecosystems: A Conceptual Review and a New Definition. **Technovation**, v. 91, p. 1-12, 2020.
- GUO, W. Research on innovation ecosystem in IT industry. In: 2009 Chinese Control and Decision Conference. **IEEE**, p. 6004-6007, 2009.

HAIN, D. et al. Machine learning and artificial intelligence for science, technology, innovation mapping and forecasting: Review, synthesis, and applications. **Scientometrics**, v. 128, n. 3, p. 1465-1472, 2023.

JACOBIDES, M. G. et al. The evolutionary dynamics of the artificial intelligence ecosystem. **Strategy Science**, v. 6, n. 4, p. 412-435, 2021.

KAUFMAN, D. Desmistificando a inteligência artificial. **Autêntica Editora**, 2022.

KITSIOS, F.; KAMARIOTOU, M.; Digital innovation and entrepreneurship in open data ecosystems: stakeholder perspectives and challenges. **Handbook of Research on Artificial Intelligence, Innovation and Entrepreneurship**, p. 136-151, 2023.

KOMNINOS, N. et al. Special Issue on Smart Cities and the Future Internet in Europe. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 4, n. 2, p. 119-134, 2013.

MARQUES, H. et al. Inovação Aberta entre Universidade-Empresa: a Percepção de Professores Universitários. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**. 16. 83-104, 2021.

MARTINS, T. C. M. et al. Value Innovation in the Public Sector: Concept, Determining Factors and Framework. Electronic Government and the Information Systems Perspective. EGOVIS 2019. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 11709. Springer, Cham. 2019.

OJAGHI, H. et al. A Synthesized Framework for the Formation of Startups' Innovation Ecosystem: A Systematic Literature Review. **Journal of Science and Technology Policy Management**, v. 10, n. 5, p. 1063-1097, 2019.

REIS, D. N. et al. A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO CONTEXTO DA CULTURA DIGITAL E OS DESAFIOS NA EDUCAÇÃO. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 3, p. 996-1013, 2024.

SILVA, L. M. C., CALEGARIO, C. L. L., VIEIRA, K. C., GRÜTZMANN, A. (2024). É Impossível Inovar Sozinho: Reflexões à luz da teoria de inovação aberta e a gestão do conhecimento das multinacionais. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, 21(1), 95–118.

STAHL, B. C. Responsible Innovation Ecosystems: Ethical Implications of the Application of the Ecosystem Concept to Artificial Intelligence. **International Journal of Information Management**, v. 62, p. 102441, 2022.

SUOMINEN, A. et al. A Bibliometric Review on Innovation Systems and Ecosystems: A Research Agenda. **European Journal of Innovation Management**, v. 22, n. 2, p. 335-360, 2019.

VICARI, R. M. Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, 2021.

VINHAL, G. S.; Amaral, N. C.; Martins, R. L. A INFLUÊNCIA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SETOR DE NEGÓCIOS. 2023.

WANG, J. F. Framework for university-industry cooperation innovation ecosystem: Factors and countermeasure. In: 2010 International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering. **IEEE**, p. 303-306, 2010.

Yi, S. et al. Complex System Models and Their Application in Industrial Cluster and Innovation Systems. **Complexity**, v. 2022, 2022.

WARNER, K. S. R.; Wäger, M. Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. **Long range planning**, v. 52, n. 3, p. 326-349, 2019

XU, Y. et al. Inteligência artificial: um paradigma poderoso para a pesquisa científica. **A Inovação**, v. 2, n. 4, 2021