

MAPEAMENTO BIBLIOMÉTRICO DAS PESQUISAS SOBRE INDÚSTRIA 5.0 E SUSTENTABILIDADE INDUSTRIAL*BIBLIOMETRIC MAPPING OF RESEARCH ON INDUSTRY 5.0 AND INDUSTRIAL SUSTAINABILITY**MAPEO BIBLIOMÉTRICO DE LAS INVESTIGACIONES SOBRE INDUSTRIA 5.0 Y SOSTENIBILIDAD INDUSTRIAL*

Bruna Chrystian de Oliveira Campos¹ (brunacocg@gmail.com)

Ana Lucia Gabas Ferreira¹ (gabas@usp.br)

Eduardo Ferro dos Santos¹ (eduardo.ferro@usp.br)

¹Escola de Engenharia de Lorena (EEL – USP)

Resumo

A intensificação da transformação digital nos sistemas produtivos industriais tem impulsionado o desenvolvimento de modelos de produção mais inteligentes, sustentáveis e centrados no ser humano. Nesse contexto, a Indústria 5.0 destaca-se como uma evolução da Indústria 4.0 ao integrar inovação tecnológica, sustentabilidade e colaboração humano-máquina. Diante do crescimento das pesquisas relacionadas à temática, o presente estudo teve como objetivo realizar um mapeamento bibliométrico das publicações científicas sobre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como exploratória, descritiva e quantitativa, utilizando a análise bibliométrica como procedimento técnico. A coleta de dados foi realizada na base *Web of Science*, considerando publicações relacionadas aos temas “*Industry 5.0*” e “*Industrial Sustainability*”. Os resultados evidenciaram crescimento significativo das publicações e citações científicas nos últimos anos, com predominância de estudos vinculados às áreas de engenharia, manufatura inteligente e gestão operacional. Também foram identificadas fortes associações entre as pesquisas e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 9 Indústria, Inovação e Infraestrutura e o ODS 12 Consumo e Produção Responsáveis. Conclui-se que a integração entre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial representa uma tendência emergente na literatura científica internacional, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais sustentáveis, resilientes e tecnologicamente avançados.

Palavras-chave: indústria 5.0; sustentabilidade industrial; análise bibliométrica; transformação digital; sistemas produtivos inteligentes.

Abstract

The intensification of digital transformation in industrial production systems has driven the development of smarter, more sustainable, and human-centered production models. In this context, Industry 5.0 stands out as an evolution of Industry 4.0 by integrating technological innovation, sustainability, and human-machine collaboration. Given the growth of research related to this topic, this study aimed to conduct a bibliometric mapping of scientific publications on Industry 5.0 and industrial sustainability. Methodologically, the research is characterized as exploratory, descriptive, and quantitative, using bibliometric analysis as a technical procedure. Data collection was carried out in the *Web of Science* database, considering publications related to the themes “*Industry 5.0*” and “*Industrial Sustainability*”. The results revealed significant growth in scientific publications and citations in recent years, with a predominance of studies related to engineering, smart manufacturing, and operational management. Strong associations were also identified between the studies and the Sustainable Development Goals (SDGs), especially SDG 9 Industry, Innovation and Infrastructure and SDG 12 Responsible Consumption and Production. It is concluded that the integration between Industry 5.0 and industrial sustainability represents an emerging trend in the international scientific literature, contributing to the development of more sustainable, resilient, and technologically advanced production systems.

Keywords: industry 5.0; industrial sustainability; bibliometric analysis; digital transformation; smart production systems.

Resumen

La intensificación de la transformación digital en los sistemas productivos industriales ha impulsado el desarrollo de modelos de producción más inteligentes, sostenibles y centrados en el ser humano. En este contexto, la Industria 5.0 se destaca como una evolución de la Industria 4.0 al integrar innovación tecnológica, sostenibilidad y colaboración humano-máquina. Ante el crecimiento de las investigaciones relacionadas con el tema, el presente estudio tuvo como objetivo realizar un mapeo bibliométrico de las publicaciones científicas sobre Industria 5.0 y sostenibilidad industrial. Metodológicamente, la investigación se caracteriza como exploratoria, descriptiva y cuantitativa, utilizando el análisis bibliométrico como procedimiento técnico. La recopilación de datos se realizó en la base Web of Science, considerando publicaciones relacionadas con los temas "Industry 5.0" y "Industrial Sustainability". Los resultados evidenciaron un crecimiento significativo de las publicaciones y citas científicas en los últimos años, con predominio de estudios vinculados a las áreas de ingeniería, manufactura inteligente y gestión operacional. También se identificaron fuertes asociaciones entre las investigaciones y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 9 Industria, Innovación e Infraestructura y el ODS 12 Consumo y Producción Responsables. Se concluye que la integración entre Industria 5.0 y sostenibilidad industrial representa una tendencia emergente en la literatura científica internacional, contribuyendo al desarrollo de sistemas productivos más sostenibles, resilientes y tecnológicamente avanzados.

Palabras clave: industria 5.0; sostenibilidad industrial; análisis bibliométrico; transformación digital; sistemas productivos inteligentes.

Introdução

Apesar dos avanços proporcionados pela Indústria 4.0, pesquisadores e organismos internacionais identificaram a necessidade de um modelo industrial que transcendesse os objetivos de eficiência e produtividade (Ghobakhloo *et al.*, 2022). Surge o conceito de Indústria 5.0, formalizado pela Comissão Europeia em 2021, propondo uma abordagem que combina inovação tecnológica, sustentabilidade ambiental, resiliência organizacional e valorização do ser humano.

A transformação digital da indústria tem provocado mudanças significativas nos sistemas produtivos contemporâneos, especialmente a partir da consolidação dos conceitos da Indústria 4.0 e, mais recentemente, da Indústria 5.0. Enquanto a Indústria 4.0 esteve fortemente associada a automação, conectividade e integração de tecnologias digitais avançadas, a Indústria 5.0 emerge como uma abordagem mais ampla e humanizada, direcionada à integração entre tecnologia, sustentabilidade e bem-estar social (Souza, 2024). Porém, a sustentabilidade industrial passa a ocupar posição estratégica nas discussões acadêmicas e organizacionais, principalmente diante das exigências globais relacionadas a eficiência produtiva, responsabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável (Fraga-Lamas; Lopes; Fernández-Caramés, 2021).

UA crescente preocupação com os impactos ambientais da produção industrial, aliada às metas estabelecidas pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), tem impulsionado pesquisas voltadas à adoção de tecnologias inteligentes capazes de promover processos produtivos mais sustentáveis.

A Indústria 5.0 está fundamentada em três pilares principais: centralidade humana (*human-centricity*), sustentabilidade (*sustainability*) e resiliência (*resilience*) (Longo, Piovano & Umbrello, 2020). Esses pilares representam uma mudança significativa na forma como as organizações compreendem a relação entre tecnologia, produção e desenvolvimento sustentável.

A centralidade humana pressupõe que os avanços tecnológicos devem servir às necessidades das pessoas, e não apenas aos interesses econômicos das organizações. (Souza, 2024). Dessa forma, a tecnologia passa a ser considerada um instrumento para melhorar as condições de trabalho, aumentar a satisfação dos colaboradores e promover a qualificação profissional. A implementação de robôs colaborativos (*cobots*), por exemplo, permite que trabalhadores e máquinas atuem conjuntamente em atividades produtivas, reduzindo esforços físicos excessivos e ampliando a eficiência operacional (Xu *et al.*, 2024).

Apesar do crescimento das pesquisas sobre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial, observa-se que a literatura ainda apresenta dispersão temática e ausência de consolidação acerca das principais tendências, autores, países, redes de colaboração e áreas de investigação predominantes (Ivanov, 2023). Muitos estudos concentram-se em aplicações específicas ou análises conceituais isoladas, dificultando a visualização integrada da evolução científica do tema. Além disso, ainda são limitadas as investigações que buscam compreender, de maneira sistemática, como o campo científico vem se estruturando e quais lacunas permanecem abertas para futuras pesquisas. Nesse cenário, identifica-se a necessidade de estudos bibliométricos capazes de mapear a produção científica relacionada à Indústria 5.0 e à sustentabilidade industrial, permitindo compreender o desenvolvimento do conhecimento, os principais direcionamentos da literatura e os temas emergentes da área (Grabowska; Saniuk; Gajdzik, 2022). A análise bibliométrica torna-se relevante por possibilitar uma visão quantitativa e estrutural da produção acadêmica, contribuindo para identificar padrões de publicação, evolução temporal das pesquisas, autores mais influentes, periódicos de destaque e conexões temáticas.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo realizar um mapeamento bibliométrico das pesquisas sobre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial, buscando identificar tendências científicas, redes de colaboração, temas predominantes e lacunas existentes na literatura. A pesquisa é orientada pela seguinte questão norteadora: **como a produção científica sobre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial tem evoluído e quais são as principais tendências e lacunas identificadas nesse campo de pesquisa?**

Para alcançar esse objetivo, será realizada uma revisão bibliométrica baseada em bases de dados científicas internacionais, utilizando procedimentos de coleta, filtragem e análise quantitativa das publicações relacionadas ao tema. Espera-se que os resultados contribuam para a consolidação do conhecimento sobre a relação entre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial, fornecendo suporte teórico para futuras investigações no campo da Engenharia de Produção e do Desenvolvimento Sustentável.

Além disso, o estudo busca auxiliar pesquisadores e organizações na compreensão das transformações tecnológicas e sustentáveis que vêm redefinindo os sistemas industriais contemporâneos.

1 Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva, com abordagem quantitativa, utilizando a bibliometria como procedimento metodológico para análise da produção científica relacionada a Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial. A escolha da abordagem bibliométrica fundamenta-se na necessidade de compreender a evolução do conhecimento científico, identificar tendências de pesquisa e mapear os principais elementos estruturais da literatura acadêmica sobre a temática.

A bibliometria pode ser compreendida como um conjunto de métodos quantitativos aplicados à análise da produção e disseminação do conhecimento científico. Segundo Alan Pritchard (1969), responsável pela popularização do termo em 1969, a bibliometria consiste na aplicação de métodos matemáticos e estatísticos a livros, artigos e demais meios de comunicação científica. Posteriormente, autores contribuíram significativamente para a consolidação da bibliometria como ferramenta de avaliação científica, especialmente no contexto da gestão do conhecimento e análise de redes científicas.

No campo da análise bibliométrica tem sido amplamente utilizada para identificação de padrões de publicação, autores mais influentes, redes de colaboração científica, periódicos de maior impacto e tendências emergentes de pesquisa (Hassan; Duarte, 2024). Além disso, o método possibilita visualizar a estrutura intelectual de determinado campo científico, contribuindo para o direcionamento de futuras investigações e para a consolidação teórica das áreas estudadas.

A coleta de dados foi realizada na base científica *Web of Science*, selecionada em razão de sua relevância acadêmica, abrangência multidisciplinar e elevado rigor de indexação científica. A escolha dessa base também se justifica pela ampla utilização em estudos bibliométricos internacionais, garantindo maior confiabilidade e padronização dos dados analisados. Para realização das buscas, foram utilizados os descritores “*Industry 5.0*”, “*Industrial Sustainability*”, “*Digital Transformation*” e “*Smart Manufacturing*”, combinados por meio dos operadores booleanos *AND* e *OR*, visando ampliar a abrangência e precisão da recuperação dos documentos científicos. A estratégia de busca foi aplicada nos campos de título, resumo e palavras-chave dos artigos indexados, em que o número de publicações apresentou evolução gradual entre os anos de 2000 e 2026, com um total de 1021 publicações documentadas.

Os critérios de inclusão consideraram artigos científicos publicados em periódicos revisados por pares, disponíveis na íntegra e relacionados diretamente ao escopo da pesquisa. Foram excluídos documentos duplicados, trabalhos não aderentes à temática proposta, resumos de eventos e publicações sem relevância científica para os objetivos do estudo. Após a etapa de refinamento dos dados chegamos a 827 nos anos que seguem de 2020 a 2026, os documentos selecionados foram organizados e analisados considerando indicadores bibliométricos relacionados à evolução

temporal das publicações, autores mais produtivos, países com maior produção científica, periódicos de destaque, frequência de palavras-chave e redes de colaboração acadêmica. Para análise e visualização dos dados bibliométricos, recomenda-se a utilização de software especializado como *VOSviewer*, ferramenta amplamente empregada em estudos científicos devido à sua capacidade de construir mapas de concorrência, redes de citação e agrupamentos temáticos.

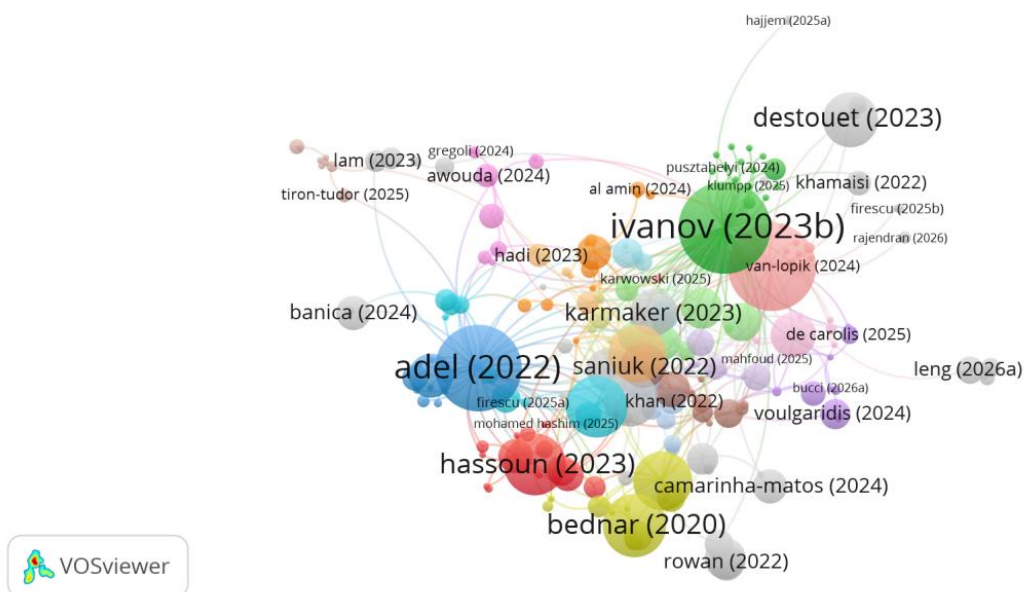


Figura 1 – Rede de Coautoria e Autores Mais Citados nas Pesquisas sobre Indústria 5.0 e Sustentabilidade Industrial

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da *Web of Science* (2026)

A Figura 1 apresenta a rede de relacionamento entre os autores mais citados na literatura analisada, elaborada por meio do software *VOSviewer*. Observa-se que Ivanov (2023) ocupa uma posição central na rede, apresentando o maior número de conexões com outros autores, o que evidencia sua influência no desenvolvimento das discussões relacionadas à Indústria 5.0, resiliência e sustentabilidade. Outros autores de destaque são Adel (2022), Destouet (2023), Bednar (2020), Hassoun (2023) e Karmaker (2023), que também apresentam elevada centralidade e forte interação com diferentes grupos de pesquisa. A formação dos *clusters* demonstra a existência de linhas de investigação complementares dentro do tema, abrangendo aspectos como transformação digital, sustentabilidade industrial, manufatura inteligente, resiliência organizacional e integração entre tecnologias avançadas e desenvolvimento sustentável. A proximidade entre os autores indica afinidade temática e recorrência de citações conjuntas, sugerindo a consolidação de uma base teórica comum para os estudos sobre Indústria 5.0. Para garantir a transparência e a confiabilidade da revisão bibliométrica, foi adotado um processo sistemático de seleção e refinamento dos estudos. O fluxograma apresentado na Figura 2 descreve as etapas utilizadas para a identificação, filtragem e seleção dos artigos que compuseram a amostra final da pesquisa. Esse procedimento permitiu

delimitar um conjunto de publicações alinhadas ao tema Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial, assegurando a qualidade e a relevância científica dos documentos analisados.

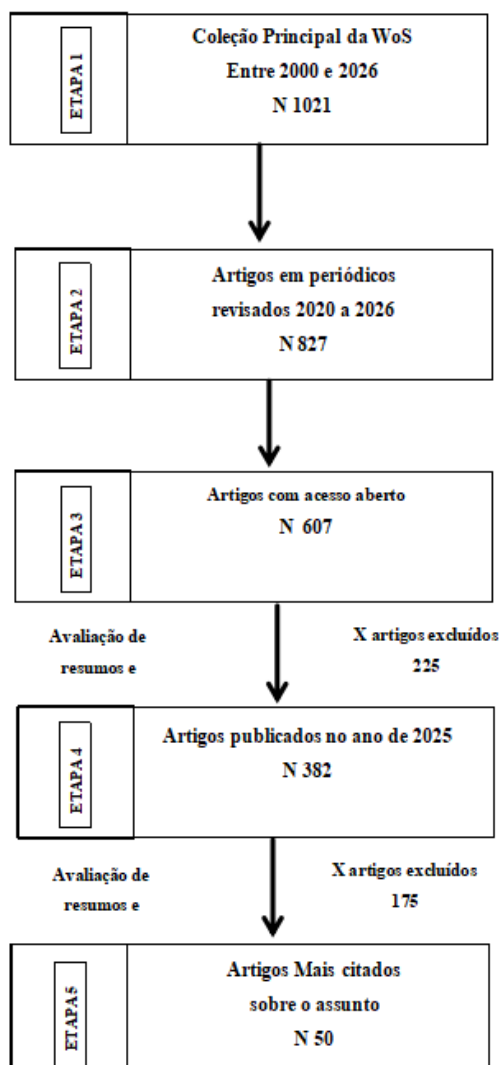


Figura 2 – Diagrama de Processo de Seleção dos Artigos para a Análise Bibliométrica sobre Indústria 5.0 e Sustentabilidade Industrial.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da *Web of Science* (2026)

A Figura 2 apresenta o fluxograma metodológico utilizado para a seleção dos artigos analisados nesta revisão bibliométrica. O processo teve início na Coleção Principal da *Web of Science* (WoS), considerando publicações no período de 2000 a 2026, resultando em um total inicial de 1.021 documentos.

Na primeira etapa de refinamento, foram selecionados apenas artigos publicados em periódicos revisados por pares entre 2020 e 2026, reduzindo a amostra para 827 publicações. Em seguida, foi aplicado o filtro de acesso aberto (*Open Access*), resultando em 607 artigos. Posteriormente, foram considerados apenas os artigos publicados em 2025, totalizando 382 documentos. A etapa seguinte consistiu na identificação dos 50 artigos mais citados sobre o tema, uma estratégia que permitiu

concentrar a análise nos estudos de maior impacto científico dentro da área investigada. Após essa seleção quantitativa, foram realizadas avaliações qualitativas por meio da leitura dos títulos e resumos, seguida da análise dos resumos e introduções, etapas nas quais foram excluídos os trabalhos que não apresentavam aderência direta aos objetivos da pesquisa.

O fluxograma evidencia a aplicação de critérios rigorosos de seleção, combinando filtros bibliométricos e análise de conteúdo para garantir que os artigos incluídos na amostra final fossem representativos e relevantes para a compreensão das relações entre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial. Esse procedimento contribui para aumentar a robustez metodológica do estudo e reduzir possíveis vieses na seleção da literatura analisada. Dessa forma, a metodologia adotada possibilita não apenas a mensuração quantitativa da produção científica sobre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial, mas também a compreensão das relações intelectuais e tendências emergentes que estruturam o desenvolvimento acadêmico da temática no cenário internacional.

2 Resultados e Discussões

Os resultados obtidos foram organizados de acordo com os objetivos da pesquisa, considerando a evolução temporal das publicações, distribuição das áreas de pesquisa, comportamento das citações científicas e relação entre as pesquisas sobre Indústria 5.0 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

No contexto industrial, a sustentabilidade envolve a integração equilibrada entre desempenho econômico, responsabilidade social e preservação ambiental. Essa abordagem é frequentemente representada por conceitos que estabelece três dimensões fundamentais para a avaliação do desempenho organizacional: econômica, ambiental e social (Dwivedi; Agrawal; Jha; Mathiyazhagan, 2023).

Inicialmente, observou-se crescimento expressivo das publicações científicas relacionadas à temática ao longo do período analisado.

Conforme apresentado na Figura 3, o número de publicações apresentou evolução gradual entre os anos de **2020 e 2026**, com aproximadamente 827 publicações indexadas. Assim atingindo seu maior volume em 2025 resultando em 382 publicações, em 2026, verificou-se que até o momento do primeiro semestre do ano, o número de registro totaliza cerca de 206 publicações.

Além do crescimento das publicações, observou-se aumento significativo do número de citações científicas no período analisado. A Figura 3 demonstra que as citações apresentaram crescimento contínuo a partir de 2022, alcançando o pico em 2025, com aproximadamente 6.100 citações registradas.

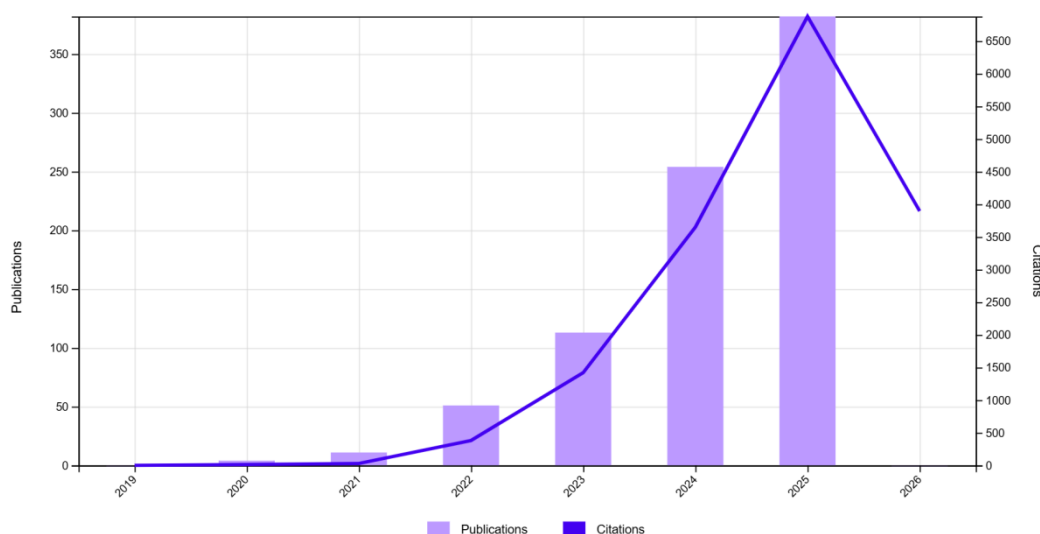


Figura 3 – Evolução anual das publicações e citações científicas

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da *Web of Science* (2026)

A análise isolada da evolução das publicações, reforça a tendência de crescimento da produção científica internacional sobre o tema. Observa-se que a produção científica permaneceu incipiente nos primeiros anos analisados, apresentando crescimento discreto até aproximadamente 2021. A partir de 2022, verifica-se uma expansão significativa do número de publicações, evidenciando o aumento do interesse acadêmico pelo tema. Esse crescimento torna-se ainda mais expressivo entre 2023 e 2025, período em que ocorre a maior concentração de estudos publicados.

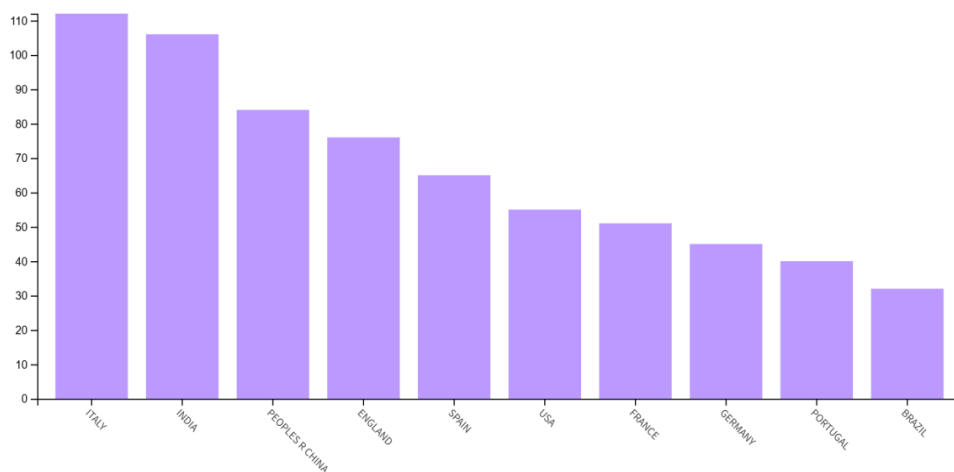


Figura 4 – Evolução científica das pesquisas por país

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da *Web of Science* (2026)

Observa-se que a Itália lidera a produção científica no campo analisado, com aproximadamente 111 publicações, seguida pela Índia (106 publicações) e China (84 publicações). Esses resultados demonstram o protagonismo desses países no desenvolvimento de pesquisas voltadas à integração entre avanços tecnológicos, sustentabilidade e inovação industrial.

O comportamento das citações acompanha a tendência de crescimento das publicações, apresentando aumento contínuo ao longo dos anos e atingindo seu pico em 2025. Esse resultado demonstra não apenas a ampliação da produção científica, mas também o fortalecimento da relevância e do impacto acadêmico das pesquisas sobre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial. A redução observada no último ano analisado pode estar associada ao fato de o período ainda não estar concluído, limitando o acúmulo de novas publicações e citações.

A Figura 4 apresenta a distribuição dos periódicos com maior número de publicações relacionadas à temática Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial. Além disso, a presença de periódicos com elevado volume de publicações evidencia o crescente interesse da comunidade científica pelos desafios e oportunidades associados à Indústria 5.0, especialmente no que se refere à integração entre tecnologias avançadas, sustentabilidade e desenvolvimento industrial.

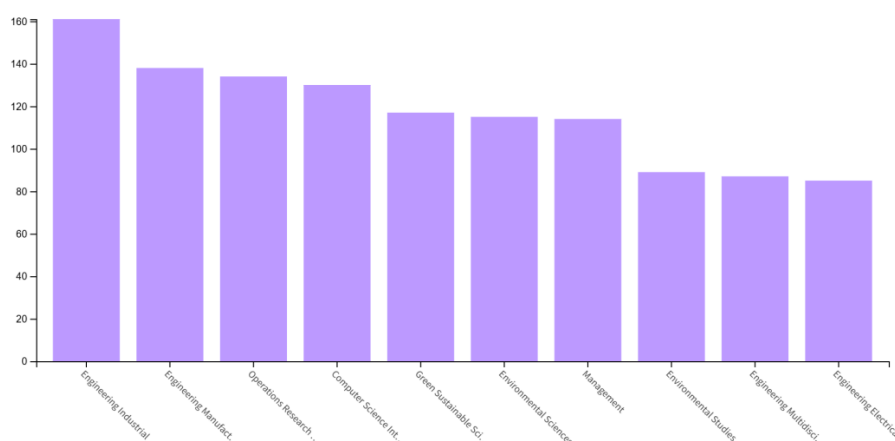


Figura 5 – Evolução anual das publicações científicas por área de pesquisa
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da *Web of Science* (2026)

No que se refere à distribuição das áreas de pesquisa, os resultados evidenciaram predominância de estudos vinculados às áreas de engenharia e manufatura inteligente. Conforme apresentado na Figura 5, a área de *Engineering Industrial* apresentou o maior número de registros, totalizando aproximadamente 160 publicações. Em seguida, destacaram-se as áreas *Engineering Manufacturing*, *Operations Research Management Science* e *Computer Science Information Systems*. Também foram identificadas publicações relacionadas às áreas de ciências ambientais, sustentabilidade, gestão e estudos ambientais, evidenciando o caráter interdisciplinar das pesquisas envolvendo Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial.

Com o avanço das pesquisas sobre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial, torna-se fundamental identificar as áreas científicas que mais contribuem para o desenvolvimento desse campo de estudo. A análise das áreas de conhecimento permite compreender a natureza multidisciplinar do tema, evidenciando como diferentes disciplinas se conectam para abordar desafios relacionados a transformação digital, inovação tecnológica, sustentabilidade e

desenvolvimento industrial. Nesse contexto, o mapeamento das áreas científicas oferece uma visão abrangente da estrutura intelectual da literatura, destacando os principais domínios de pesquisa e suas inter-relações.

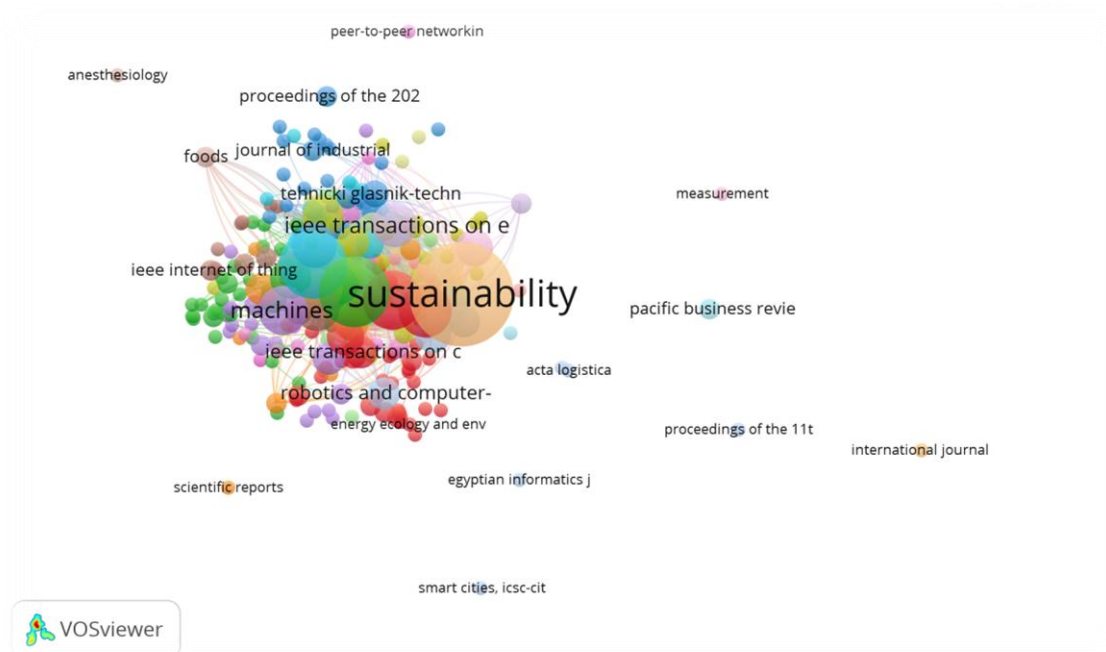


Figura 6 – Principais áreas científicas relacionadas às publicações sobre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da VOSviewer (2026)

A análise do comportamento das citações científicas, apresentada na Figura 6, demonstrou crescimento significativo da influência acadêmica das pesquisas nos últimos anos. Observou-se aumento gradual das citações entre 2020 e 2025, indicando maior consolidação científica da temática no cenário internacional.

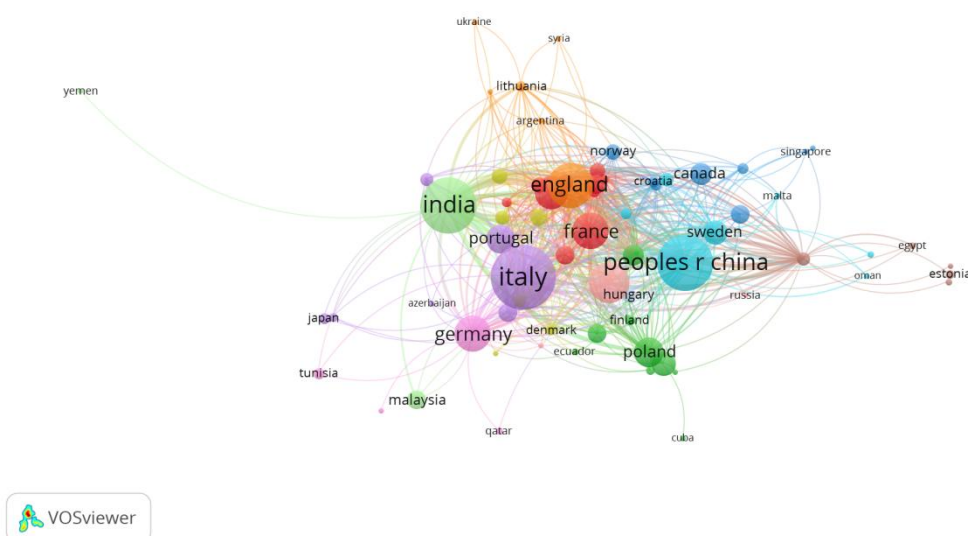


Figura 7 – Distribuição das publicações científicas por país

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da VOSviewer (2026)

também reflete investimentos em pesquisa, inovação e políticas voltadas para a modernização dos sistemas produtivos.

Adicionalmente, realizou-se análise da relação entre os estudos identificados e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A implementação dos princípios da Indústria 5.0 pode contribuir significativamente para o alcance desses objetivos. A utilização de tecnologias inteligentes favorece a otimização dos processos produtivos, a redução do consumo energético e a diminuição das emissões de gases de efeito estufa. Simultaneamente, a valorização do capital humano promove condições de trabalho mais seguras, inclusivas e qualificadas (Gomes; Ferreira, 2018). Dessa forma, a convergência entre os princípios da Indústria 5.0 e os ODS fortalece a capacidade das organizações de gerar valor econômico sem comprometer os recursos naturais e o bem-estar social (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2024).

- **ODS 9** busca promover a industrialização sustentável, o desenvolvimento de infraestruturas resilientes e o incentivo à inovação tecnológica. Sua relação com a Indústria 5.0 está associada à aplicação de tecnologias inteligentes nos sistemas produtivos, contribuindo para maior eficiência, conectividade e modernização industrial.
- **ODS 12** tem como objetivo incentivar padrões sustentáveis de consumo e produção, promovendo eficiência no uso de recursos naturais e redução dos impactos ambientais.

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram predominância das pesquisas associadas ao ODS 12 Consumo e Produção Responsáveis, com 502 registro, representando 57,371% da amostra analisada. Em seguida, destacou-se o ODS 9 Indústria, Inovação e Infraestrutura, com 500 registro e participação de 57,143%.

Os demais ODS apresentaram menor frequência de associação, destacando-se o ODS 11 Cidades e Comunidades Sustentáveis, com 71 registro (8,114%), e o ODS 13 Ação Contra a Mudança Global do Clima, com 45 registros (5,143%).

Tabela 1 – Relação das publicações com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

ODS		Record Count	% of 875
12	<i>Responsible Consumption And Production</i>	502	57.371 %
09	<i>Industry Innovation And Infrastructure</i>	500	57.143
11	<i>Sustainable Cities And Communities</i>	71	8.114
13	<i>Climate Action</i>	45	5.143
07	<i>Affordable And Clean Energy</i>	36	4.114
03	<i>Good Health And Well Being</i>	23	2.629
15	<i>Life On Land</i>	12	1.371
17	<i>Partnerships For The Goals</i>	11	1.257
04	<i>Quality Education</i>	9	1.029

06	<i>Clean Water And Sanitation</i>	9	1.029
14	<i>Life Below Water</i>	8	0.914
02	<i>Zero Hunger</i>	7	0.800
08	<i>Decent Work And Economic Growth</i>	4	0.457
01	<i>No Poverty</i>	3	0.343
05	<i>Gender Equality</i>	2	0.229
10	<i>Reduced Inequality</i>	2	0.229

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da *Web of Science* (2026)

Os resultados obtidos evidenciam a concentração das pesquisas em temas relacionados à produção sustentável, inovação industrial e transformação digital aplicada aos sistemas produtivos. Além disso, os dados demonstram crescente expansão da produção científica internacional sobre o tema, especialmente em áreas associadas a engenharia, sustentabilidade e manufatura inteligente.

O aumento expressivo das publicações e citações científicas indica expansão do interesse acadêmico acerca da integração entre transformação digital, inovação tecnológica e práticas sustentáveis nos sistemas produtivos. A predominância das áreas de engenharia, manufatura inteligente e gestão operacional reforça o caráter interdisciplinar das pesquisas, evidenciando que a Indústria 5.0 vem sendo abordada não apenas sob a perspectiva tecnológica, mas também associada à sustentabilidade, eficiência produtiva e valorização humana. Esses resultados convergem com estudos recentes da literatura que apontam a Indústria 5.0 como uma evolução dos modelos industriais centrados exclusivamente na automação, incorporando princípios de resiliência, colaboração humano-máquina e sustentabilidade industrial.

A elevada incidência de estudos relacionados ao ODS 9 Indústria, Inovação e Infraestrutura demonstram forte alinhamento entre inovação tecnológica e desenvolvimento industrial sustentável. Da mesma forma, a predominância do ODS 12 Consumo e Produção Responsáveis evidenciam crescente preocupação científica com eficiência produtiva, economia circular e redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades industriais.

Outro aspecto relevante refere-se ao crescimento das citações científicas a partir de 2022, indicando fortalecimento da influência acadêmica da temática e ampliação das redes de pesquisa internacionais. Esse comportamento sugere que a Indústria 5.0 vem se consolidando como importante eixo estratégico para estudos relacionados à transformação digital e sustentabilidade industrial.

Entretanto, os resultados também evidenciam algumas limitações. A utilização exclusiva da base *Web of Science* pode restringir a abrangência dos documentos analisados. Além disso, por se tratar de uma análise bibliométrica, o estudo concentra-se na dimensão quantitativa da produção científica, não contemplando aprofundamento qualitativo do conteúdo dos artigos analisados. Com a análise

de revisão, em função a aderência ao tema foram selecionados os 50 artigos que apresentam o maior número de citações. Esta tabela sintetiza os principais estudos identificados, destacando autores, anos de publicação, periódicos e as contribuições fundamentais de cada obra.

Tabela 2 – Artigos selecionados para análise detalhada

Artigo	Autor	Revista	Ano de Publicação	Número de citações
<i>Industry 5.0: Prospect and retrospect</i>	Leng, Jiewu; Sha, Weinan; Wang, Baicun; Zheng, Pai; Zhuang, Cunbo; Liu, Qiang; Wuest, Thorsten; Mourtzis, Dimitris; Wang, Lihui	<i>Journal of manufacturing systems</i>	2022	739
<i>The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives</i>	Ivanov, Dmitry	<i>International journal of production research</i>	2023	500
<i>Outlook on human-centric manufacturing towards Industry 5.0</i>	Lu, Yuqian; Zheng, Hao; Chand, Saahil; Xia, Wanqing; Liu, Zengkun; Xu, Xun; Wang, Lihui; Qin, Zhaojun; Bao, Jinsong	<i>Journal of manufacturing systems</i>	2022	468
<i>Future of industry 5.0 in society: human-centricsolutions, challenges and prospective research areas</i>	Adel, Amr	<i>Journal of cloud computing-advances systems and applications</i>	2022	441
<i>Identifying industry 5.0 contributions to sustainable development: A strategy roadmap for delivering sustainability values</i>	Ghobakhloo, Morteza; Iranmanesh, Mohammad; Mubarak, Muhammad Faraz; Mubarik, Mobashar; Rejeb, Abderahman; Nilashi, Mehrbakhsh	<i>Sustainable production and consumption</i>	2022	268
<i>A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0</i>	Mourtzis, Dimitris; Angelopoulos, John; Panopoulos, Nikos	<i>Energies</i>	2022	240
<i>Socio-Technical Perspectives on Smart Working: Creating Meaningful and Sustainable Systems</i>	Bednar, Peter M.; Welch, Christine	<i>Information systems frontiers</i>	2020	238
<i>The fourth industrial revolution in the food industry-Part I: Industry 4.0 technologies</i>	Hassoun, Abdo; Ait-Kaddour, Abderrahmane; Abu-Mahfouz, Adnan M.; Rathod, Nikheel Bhojraj; Bader, Farah; Barba, Francisco J.; Biancolillo, Alessandra; Crobotova, Janna; Galanakis, Charis M.; Jambrak, Anet Rezek; Lorenzo, Jose M.; Mage, Ingrid; Ozogul, Fatih; Regenstein, Joe	<i>Critical reviews in food science and nutrition</i>	2023	233
<i>Rethinking engineering education at the age of industry 5.0</i>	Broo, Didem Gurdur; Kaynak, Okyay; Sait, Sadiq M.	<i>Journal of industrial information integration</i>	2022	233
<i>Industry 5.0: improving humanization and sustainability of Industry 4.0</i>	Grabowska, Sandra; Saniuk, Sebastian; Gajdzik, Bozena	<i>Scientometrics</i>	2022	229
<i>From Industry 4.0 towards Industry 5.0: A Review and Analysis of Paradigm Shift for the People, Organization and Technology</i>	Zizic, Marina Crnjac; Mladineo, Marko; Gjeldum, Nikola; Celent, Luka	<i>Energies</i>	2022	228
<i>The Futures of Europe: Society 5.0 and Industry 5.0 as Driving Forces of Future Universities</i>	Carayannis, Elias G.; Morawska-Jancelewicz, Joanna	<i>Journal of the knowledge economy</i>	2022	214
<i>ESG and Industry 5.0: The role of technologies in enhancing ESG disclosure</i>	Asif, Muhammad; Searcy, Cory; Castka, Pavel	<i>Technological forecasting and social change</i>	2023	210
<i>Green IoT and Edge AI as Key Technological Enablers for a Sustainable Digital Transition towards a Smart Circular Economy: An Industry 5.0 Use Case</i>	Fraga-Lamas, Paula; Lopes, Sergio Ivan; Fernandez-Carames, Tiago M.	<i>Sensors</i>	2021	205

Edge Computing for Industry 5.0: Fundamental, Applications, and Research Challenges	Sharma, Megha; Tomar, Abhinav; Hazra, Abhishek	IEEE Internet of Things Journal	2024	193
Towards new-generation human-centric smart manufacturing in Industry 5.0: A systematic review	Zhang, Chao; Wang, Zenghui; Zhou, Guanghui; Chang, Fengtian; Ma, Dongxu; Jing, Yanzhen; Cheng, Wei; Ding, Kai; Zhao, Dan	Advanced Engineering Informatics	2023	192
Can industry 5.0 revolutionize the wave of resilience and social value creation? A multi-criteria framework to analyze enablers	Sindhwani, Rahul; Afridi, Shayan; Kumar, Anil; Banaitis, Audrius; Luthra, Sunil; Singh, Punj Lata	Technology in Society	2022	183
Flexible job shop scheduling problem under Industry 5.0: A survey on human reintegration, environmental consideration and resilience improvement	Destouet, Candice; Tlahig, Houa; Bettayeb, Belgacem; Mazari, Belahcene	Journal of Manufacturing Systems	2023	182
Industry 5.0 or industry 4.0S? Introduction to industry 4.0 and a peek into the prospective industry 5.0 technologies	Raja Santhi, Abirami; Muthuswamy, Padmakumar	International Journal of Interactive Design and Manufacturing - IJIDEM	2023	179
Industry 5.0 challenges for post-pandemic supply chain sustainability in an emerging economy	Karmaker, Chitra Lekha; Bari, A. B. M. Mainul; Anam, Md. Zahidul; Ahmed, Tazim; Ali, Syed Mithun; Pacheco, Diego Augusto de Jesus; Moktadir, Md. Abdul	International Journal of Production Economics	2023	134
Identification of Social and Economic Expectations: Contextual Reasons for the Transformation Process of Industry 4.0 into the Industry 5.0 Concept	Saniuk, Sebastian; Grabowska, Sandra; Straka, Martin	Sustainability	2022	127
Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: What Are the Implications for Smart Logistics?	Jefroy, Niloofar; Azarian, Mathew; Yu, Hao	Logistics-Basel	2022	126
Sustainability of the Metaverse: A Transition to Industry 5.0	De Giovanni, Pietro	Sustainability	2023	125
Current development on the Operator 4.0 and transition towards the Operator 5.0: A systematic literature review in light of Industry 5.0	Gladysz, Bartlomiej; Tran, Tuan-anh; Romero, David; van Erp, Tim; Abonyi, Janos; Ruppert, Tamas	Journal of Manufacturing Systems	2023	123
Actions and approaches for enabling Industry 5.0-driven sustainable industrial transformation: A strategy roadmap	Ghobakhloo, Morteza; Iranmanesh, Mohammad; Morales, Manuel E.; Nilashi, Mehrbakhsh; Amran, Azlan	Corporate Social Responsibility and Environmental Management	2023	122
Industry 5.0 implications for inclusive sustainable manufacturing: An evidence-knowledge-based strategic roadmap	Ghobakhloo, Morteza; Iranmanesh, Mohammad; Foroughi, Behzad; Tirkolaee, Erfan Babae; Asadi, Shahla; Amran, Azlan	Journal of Cleaner Production	2023	119
Paradigm shift for predictive maintenance and condition monitoring from Industry 4.0 to Industry 5.0: A systematic review, challenges and case study	Murtaza, Aitzaz Ahmed; Saher, Amina; Zafar, Muhammad Hamza; Moosavi, Syed Kumayl Raza; Aftab, Muhammad Faisal; Sanfilippo, Filippo	Results in Engineering	2024	117
Studying the interactions among Industry 5.0 and circular supply chain: Towards attaining sustainable development	Dwivedi, Ashish; Agrawal, Dindayal; Jha, Ajay; Mathiyazhagan, K.	Computers & Industrial Engineering	2023	116
Knowledge mapping of digital twin and physical internet in Supply Chain Management: A systematic literature review	Nguyen, Tiep; Duong, Quang Huy; Nguyen, Truong Van; Zhu, You; Zhou, Li	International Journal of Production Economics	2022	106
Human-Centered and Sustainable Artificial Intelligence in Industry 5.0: Challenges and Perspectives	Martini, Barbara; Bellisario, Denise; Coletti, Paola	Sustainability	2024	104
From Supply Chain 4.0 to Supply Chain 5.0: Findings from a Systematic Literature Review and Research Directions	Frederico, Guilherme F.	Logistics-Basel	2021	102
The role of digital technologies in supporting and improving fishery and aquaculture across the supply chain - Quo Vadis?	Rowan, Neil J.	Aquaculture and Fisheries	2023	100

<i>Towards a responsive supply chain based on the industry 5.0 dimensions: A novel decision-making method*</i>	Nayeri, Sina; Sazvar, Zeinab; Heydari, Jafar	Expert systems with applications	2023	99
<i>Responsible Digital Transformation for a Sustainable Society</i>	Pappas, Ilias O.; Mikalef, Patrick; Dwivedi, Yogesh K.; Jaccheri, Letizia; Krogstie, John	Information systems frontiers	2023	94
<i>From Industry 4.0 Digital Manufacturing to Industry 5.0 Digital Society: a Roadmap Toward Human-Centric, Sustainable, and Resilient Production</i>	Ghobakhloo, Morteza; Mahdiraji, Hannan Amoozad; Iranmanesh, Mohammad; Jafari-Sadeghi, Vahid	Information systems frontiers	2024	92
<i>Metaverse supply chain and operations management</i>	Dolgui, Alexandre; Ivanov, Dmitry	International journal of production research	2023	92
<i>Changes and improvements in Industry 5.0: A strategic approach to overcome the challenges of Industry 4.0</i>	Khan, Moin; Haleem, Abid; Javaid, Mohd	Green technologies and sustainability	2023	92
<i>Modeling the artificial intelligence-based imperatives of industry 5.0 towards resilient supply chains: A post-COVID-19 pandemic perspective</i>	Ahmed, Tazim; Karmaker, Chitra Lekha; Nasir, Sumaiya Benta; Moktadir, Md. Abdul; Paul, Sanjoy Kumar	Computers & industrial engineering	2023	86
<i>Moving Towards Industry 5.0 in the Pharmaceutical Manufacturing Sector: Challenges and Solutions for Germany</i>	Sharma, Mahak; Sehwat, Rajat; Luthra, Sunil; Daim, Tugrul; Bakry, Dana	Ieee transactions on engineering management	2024	80
<i>Metaverse for climbing the ladder toward 'Industry 5.0' and 'Society 5.0'?</i>	Tlili, Ahmed; Huang, Ronghuai; Kinshuk	Service industries journal	2023	78
<i>Digital transformation of peatland eco-innovations ('Paludiculture'): Enabling a paradigm shift towards the real-time sustainable production of 'green-friendly' products and services</i>	Rowan, Neil J.; Murray, Niall; Qiao, Yuansong; O'Neill, E.; Clifford, Eoghan; Barcelo, Damia; Power, Deborah M.	Science of the total environment	2022	78
<i>Generative artificial intelligence in manufacturing: opportunities for actualizing Industry 5.0 sustainability goals</i>	Ghobakhloo, Morteza; Fathi, Masood; Iranmanesh, Mohammad; Vilkas, Mantas; Grybauskas, Andrius; Amran, Azlan	Journal of manufacturing technology management	2024	77
<i>Industry 5.0: A new strategy framework for sustainability management and beyond</i>	van Erp, Tim; Carvalho, Nubia Gabriela Pereira; Gerolamo, Mateus Cecilio; Goncalves, Rui; Rytter, Niels Gorm Maly; Gladysz, Bartlomiej	Journal of cleaner production	2024	74
<i>Analysing the alignment between circular economy and industry 4.0 nexus with industry 5.0 era: An integrative systematic literature review</i>	Atif, Sehrish	Sustainable development	2023	74
<i>Printing the Future Layer by Layer: A Comprehensive Exploration of Additive Manufacturing in the Era of Industry 4.0</i>	Banica, Cristina-Florena; Sover, Alexandru; Anghel, Daniel-Constantin	Applied sciences-basel	2024	73
<i>Collaborative approaches in sustainable and resilient manufacturing</i>	Camarinha-Matos, Luis M.; Rocha, Andre Dionisio; Graca, Paula	Journal of intelligent manufacturing	2024	73
<i>Technological Modernizations in the Industry 5.0 Era: A Descriptive Analysis and Future Research Directions</i>	n nn	Processes	2023	70
<i>From Food Industry 4.0 to Food Industry 5.0: Identifying technological enablers and potential future applications in the food sector</i>	Hassoun, Abdo; Jagtap, Sandeep; Trollman, Hana; Garcia-Garcia, Guillermo; Duong, Linh N. K.; Saxena, Prateek; Bouzembrak, Yamine; Treiblmaier, Horst; Parra-Lopez, Carlos; Carmona-Torres, Carmen; Dev, Kapal; Mhlanga, David; Ait-Kaddour, Abderrahmane	Comprehensive reviews in food science and food safety	2024	68
<i>Industry 5.0 and sustainable manufacturing: a systematic literature review</i>	Narkhede, Ganesh Bhoju; Pasi, Bhavesh Nandanram; Rajhans, Neela; Kulkarni, Atul	Benchmarking-an international journal	2025	68
<i>Do industry 5.0 advantages address the sustainable development challenges of the renewable energy supply chain?</i>	Masoomi, Behzad; Sahebi, Iman Ghasemian; Ghobakhloo, Morteza; Mosayebi, Alireza	Sustainable production and consumption	2023	68

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da *Web of Science* (2026)

Do ponto de vista teórico, a pesquisa contribui para compreensão da estrutura científica das pesquisas sobre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial, permitindo identificar tendências emergentes, áreas de maior concentração científica e possibilidades de desenvolvimento acadêmico. Sob a perspectiva prática, o estudo fornece subsídios para pesquisadores, organizações e instituições interessadas em transformação digital e sustentabilidade aplicada aos sistemas produtivos.

Considerações Finais

O presente estudo teve como objetivo realizar um mapeamento bibliométrico das pesquisas relacionadas a Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial, buscando compreender a evolução da produção científica, identificar tendências de pesquisa, autores, áreas de conhecimento e relações com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

A partir dos resultados obtidos, foi possível responder à questão norteadora da pesquisa, evidenciando que a produção científica sobre a temática tem apresentado crescimento significativo nos últimos anos, especialmente em áreas associadas à transformação digital, manufatura inteligente e sustentabilidade produtiva.

Os resultados demonstraram predominância de estudos relacionados ao ODS 9 Indústria, Inovação e Infraestrutura e ao ODS 12 Consumo e Produção Responsáveis, indicando forte alinhamento entre inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável no contexto industrial. Além disso, observou-se crescimento expressivo do número de publicações e citações científicas a partir de 2022, evidenciando a consolidação da temática no cenário acadêmico internacional.

Do ponto de vista teórico, o estudo contribui para ampliação do conhecimento científico acerca da estrutura intelectual das pesquisas sobre Indústria 5.0 e sustentabilidade industrial, permitindo identificar tendências emergentes e lacunas existentes na literatura. Sob a perspectiva prática, os resultados podem auxiliar pesquisadores, organizações e instituições no direcionamento de estratégias relacionadas a transformação digital e sustentabilidade aplicada aos sistemas produtivos.

Entretanto, a pesquisa apresenta limitações relacionadas à utilização exclusiva da base *Web of Science* e ao caráter quantitativo da análise bibliométrica, não contemplando aprofundamento qualitativo do conteúdo científico analisado. Dessa forma, recomenda-se que estudos futuros ampliem as bases de dados investigadas, incluindo plataformas como *Scopus* e *Dimensions*, bem como desenvolvam análises qualitativas e estudos empíricos voltados à aplicação prática da Indústria 5.0 em diferentes setores industriais.

Por fim, sugere-se que futuras pesquisas investiguem os impactos da Indústria 5.0 sobre desempenho operacional, sustentabilidade organizacional, economia circular e integração humano-

tecnologia, contribuindo para o fortalecimento científico e estratégico dos sistemas produtivos sustentáveis.

Referências

- ADEL, A. Future of Industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. **Journal of Cloud Computing**, v. 11, n. 1, p. 40, 2022.
- AHMED, T.; KARMAKER, C. L.; NASIR, S. B.; MOKTADIR, M. A.; PAUL, S. K. Modeling the artificial intelligence-based imperatives of Industry 5.0 towards resilient supply chains: a post-COVID-19 pandemic perspective. **Computers & Industrial Engineering**, v. 177, p. 109055, 2023.
- BEDNAR, P. M.; WELCH, C. Socio-technical perspectives on smart working: creating meaningful and sustainable systems. **Information Systems Frontiers**, v. 22, n. 2, p. 281-298, 2020.
- DESTOUET, C.; TLAHIG, H.; BETTAYEB, B.; MAZARI, B. Flexible job shop scheduling problem under Industry 5.0: a survey on human reintegration, environmental consideration and resilience improvement. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 67, p. 155-173, 2023.
- DOMÍNGUEZ, L. G. Digital twins in Industry 5.0: a systematic literature review. **European Public & Social Innovation Review**, v. 9, p. 1-21, 2024. DOI: <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-641>.
- DWIVEDI, A.; AGRAWAL, D.; JHA, A.; MATHIYAZHAGAN, K. Studying the interactions among Industry 5.0 and circular supply chain: towards attaining sustainable development. **Computers & Industrial Engineering**, v. 176, p. 108927, 2023.
- EUROPEAN COMMISSION. **Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021.
- FRAGA-LAMAS, P.; LOPES, S. I.; FERNÁNDEZ-CARAMÉS, T. M. Green IoT and edge AI as key technological enablers for a sustainable digital transition towards a smart circular economy: an Industry 5.0 use case. **Sensors**, v. 21, n. 17, p. 5745, 2021.
- GHOBAKHLOO, M.; IRANMANESH, M.; MUBARAK, M. F.; MUBARIK, M.; REJEB, A.; NILASHI, M. Identifying Industry 5.0 contributions to sustainable development: a strategy roadmap for delivering sustainability values. **Sustainable Production and Consumption**, v. 33, p. 716-737, 2022.
- GOMES, M. F.; FERREIRA, L. J. Políticas públicas e os objetivos do desenvolvimento sustentável. **Direito e Desenvolvimento**, v. 9, n. 2, p. 155-178, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26843/direitoedesenvolvimento.v9i2.667>.
- GRABOWSKA, S.; SANIUK, S.; GAJDZIK, B. Industry 5.0: improving humanization and sustainability of Industry 4.0. **Scientometrics**, v. 127, n. 6, p. 3117-3144, 2022.
- HASSAN, W.; DUARTE, A. E. Bibliometric analysis: a few suggestions. **Current Problems in Cardiology**, v. 49, n. 8, p. 102640, 2024.
- HASSOUN, A.; AÏT-KADDOUR, A.; ABU-MAHFOUZ, A. M.; RATHOD, N. B.; BADER, F.; BARBA, F. J. et al. The fourth industrial revolution in the food industry. Part I: Industry 4.0 technologies. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 63, n. 23, p. 6547-6563, 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Agenda 2030: objetivos de desenvolvimento sustentável: avaliação do progresso das principais metas globais para o Brasil: ODS 9: construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação. **Cadernos ODS**, n. 9. Brasília, DF: Ipea, 2024. DOI: <https://doi.org/10.38116/ri2024ODS9>.

IVANOV, D. The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives. **International Journal of Production Research**, v. 61, n. 5, p. 1683-1695, 2023.

LENG, J.; SHA, W.; WANG, B.; ZHENG, P.; ZHUANG, C.; LIU, Q. et al. Industry 5.0: prospect and retrospect. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 65, p. 279-295, 2022.

LONGO, F.; PADOVANO, A.; UMBRELLO, S. Value-oriented ethical technology engineering in Industry 5.0: a human-centric perspective for the design of the factory of the future. **Applied Sciences**, v. 10, n. 12, p. 4182, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10124182>.

PICCAROZZI, M.; SILVESTRI, C.; FICI, L.; SILVESTRI, L. Metaverse: a possible sustainability enabler in the transition from Industry 4.0 to 5.0. **Procedia Computer Science**, v. 232, p. 1839-1848, 2024.

PRITCHARD, A. **Statistical bibliography**: an interim bibliography. 1969.

RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT. Industry 4.0 and Society 5.0: comparative views. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, e23101119192, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19192>.

SOUZA, J. C. Indústria 5.0: desafios gerenciais do novo cenário de trabalho colaborativo humano-robô. **Revista de Administração, Sociedade e Inovação**, v. 10, n. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.20401/rasi.10.3.911>.

UNITED NATIONS. **Transforming our world**: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015.

VAN ERP, T.; CARVALHO, N. G. P.; GEROLAMO, M. C.; GONÇALVES, R.; RYTTER, N. G. M.; GLADYSZ, B. Industry 5.0: a new strategy framework for sustainability management and beyond. **Journal of Cleaner Production**, v. 461, p. 142271, 2024.

XU, X. et al. Industry 4.0 and Industry 5.0 — inception, conception and perception. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 61, p. 530, 2021.

Recebido em 15/06/2026

Aceito em 18/08/2026