

INDÚSTRIA 5.0: REVISÃO DA LITERATURA E IDENTIFICAÇÃO DOS PILARES DO TEMA

Jocieli Francisco da Silva (Universidade de São Paulo - USP)

Guilherme Henrique de Magalhães (Universidade de São Paulo - USP)

Mauro de Mesquita Spinola (Universidade de São Paulo - USP)

Rodrigo Franco Gonçalves (Universidade Paulista - UNIP)

Priscila Bayer de Oliveira Simões (Universidade de São Paulo - USP)



A Indústria 4.0 trata da integração de diversas tecnologias emergentes aos processos produtivos com o objetivo de fornecer soluções digitais e melhorar a produtividade e a eficiência dos sistemas produtivos. A Indústria 5.0 emerge como uma visão focada na exploração do uso das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 centrada nos recursos humanos. No contexto da Indústria 5.0, o objetivo é respeitar os limites do planeta e colocar o bem-estar do trabalhador da indústria no centro da produção. Pesquisas existentes sugerem que a Indústria 5.0 é um paradigma completamente novo. Portanto, o objetivo deste artigo é fornecer o panorama atual acerca do desenvolvimento científico em relação ao tema Indústria 5.0 e identificar os pilares que caracterizam a Indústria 5.0. Para isso foi realizada uma revisão bibliométrica do tema. As bases de dados utilizadas foram Scopus e Web of Science. Os resultados deste estudo apresentam um panorama do estado atual do tema e fornecem a identificação dos pilares relacionados ao tema Indústria 5.0: centralização humana, inteligência colaborativa, resiliência e sustentabilidade.

Palavras-chave: Indústria 5.0, Revisão da Literatura, Pilares da Indústria 5.0.

1. Introdução

A Indústria 4.0 tem sido considerada uma nova etapa na era industrial na qual diversas tecnologias emergentes são associadas aos processos produtivos com o objetivo de fornecer soluções digitais e melhorar a produtividade e a eficiência dos sistemas produtivos (FRANK *et al.*, 2019). Os avanços tecnológicos na era da Indústria 4.0 evoluirão para outra nova era com mais colaborações homem-máquina e o desenvolvimento de um sistema industrial com ênfase especial nas interfaces homem-máquina, a Indústria 5.0 (CHOI *et al.*, 2021).

A Indústria 5.0 é uma solução de design centrada no ser humano, na qual os robôs colaboram com os recursos humanos para permitir a fabricação autônoma e personalizável. Espera-se que a Indústria 5.0 mescle as máquinas precisas e de alta velocidade e o pensamento crítico e cognitivo dos seres humanos (MADDIKUNTA *et al.*, 2022).

A Indústria 5.0 emerge como uma visão focada na exploração do uso das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 centrada nos recursos humanos (COMISSÃO EUROPEIA, 2021).

A Indústria 5.0 foca em reconhecer o poder da indústria para alcançar objetivos sociais, fazendo com que a produção respeite os limites do nosso planeta e colocando o bem-estar do trabalhador da indústria no centro da produção (XU *et al.*, 2021).

Apesar dos argumentos de que a Indústria 5.0 está a ser “versionada” de forma demasiado arbitrária, a Indústria 5.0 é um paradigma completamente novo (LONGO; PADOVANO; UMBRELLO, 2020). Leng *et al.* (2022) afirmam que a exploração atual da Indústria 5.0 ainda está na sua infância, fase na qual os resultados da investigação são relativamente escassos e pouco sistemáticos.

Considerando o contexto e as discussões apresentadas, o problema central dessa pesquisa pode ser definido pela seguinte questão: **Quais são os pilares que caracterizam a Indústria 5.0?**

O presente trabalho tem como objetivo fornecer o panorama atual acerca do desenvolvimento científico em relação ao tema Indústria 5.0 e definir os pilares que caracterizam a Indústria 5.0 a partir de dados bibliométricos, de forma a realizar uma análise descritiva e exploratória deste assunto e contribuir para futuras pesquisas na área.

2. Metodologia de pesquisa

Considerando o objetivo do trabalho, o método de pesquisa selecionado para sustentar a pesquisa é a bibliometria. A bibliometria utiliza dados bibliográficos de bancos de dados de publicação existentes para construir imagens estruturais de campos científicos. Os métodos bibliométricos podem ser utilizados para fazer a análise de desempenho e mapeamento científico. A análise de desempenho é utilizada para avaliar o desempenho de pesquisa e

publicação de indivíduos e instituições e o mapeamento científico tem como objetivo revelar a estrutura e a dinâmica dos campos científicos (ZUPIC; CATER, 2015).

2.1. Processo de amostragem

Os critérios utilizados para a elaboração da pesquisa iniciam com a definição das bases de dados, palavras-chave e tipos de documentos. Após isso, são definidos os critérios de inclusão e exclusão de documentos. Além desta etapa, posteriormente é apresentada uma análise dos estudos relacionados diretamente ao tema.

As bases de dados selecionadas foram *Scopus* e *Web of Science*, por serem plataformas confiáveis, nas quais estão indexadas os *journals* de maior impacto e são as bases de dados amplamente utilizadas nos trabalhos de revisão de literatura (SILVA *et al.*, 2022). Os documentos selecionados para a análise foram apenas artigos completos, *early access* e revisões, em idioma inglês, por serem documentos que passam pelo processo de revisão às cegas. A busca ocorreu no dia 20 de abril de 2024 e considerou todo o período de publicações. Como palavra-chave foi considerado apenas o termo "*industry 5.0*", pois o objetivo é fazer a análise bibliográfica do tema. Após a realização da pesquisa, os dados foram consolidados conforme os seguintes critérios:

- I. Filtro por tipo de documento: artigos, *early access* e *reviews*, no idioma inglês;
- II. Remoção dos duplicados, utilizando o software estatístico R®;
- III. Tratamento de dados utilizando o software estatístico R®;

A Figura 1 apresenta o processo de seleção que consolidou a amostra final de artigos selecionados para análise.

Figura 1 - Processo de seleção dos artigos



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

2.2. Análise dos dados

O método selecionado para análise dos dados foi a bibliometria. O software *Biblioshiny*, foi utilizado como suporte para geração de figuras e gráficos que foram analisados posteriormente. O software *Biblioshiny* é um aplicativo que permite a interface com os dados extraídos da *Scopus* e *Web of Science*, possibilitando as análises de bibliometria (SECINARO *et al.*, 2020). A bibliometria é um método que permite extrair informações e fazer análises a partir de grandes conjuntos de dados. A bibliometria é uma metodologia indicada quando o objetivo do trabalho é realizar explorações sobre determinado assunto (COBO *et al.*, 2011). A bibliometria permite desenvolver uma uma visão geral da evolução das publicações por ano, identificar os autores, journals e documentos mais relevantes em relação ao tema escolhido estatísticas descritivas da amostra geral de documentos. O *Biblioshiny* apoia nessa análise estatística (Secinaro *et al.*, 2020).

3. Resultados e discussões

3.1. Análise bibliométrica

Uma análise importante é observar a tendência das publicações sobre o tema. A análise das tendências proporciona identificar quando surgiu o tema estudado e se o mesmo está em fase de expansão ou recessão. O Figura 2 apresenta a relação de publicações anuais sobre o tema.

Figura 2 - Relação de publicações por ano



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

É possível observar que o tema Indústria 5.0 é recente, mas com grande interesse de pesquisa. O número de publicações significativas datam de 2020 e há um aumento muito considerável desde então. Essa tendência de crescimento sugere que o tema é de interesse de pesquisadores e está em etapas iniciais de exploração, ainda sem grande aprofundamento científico, o que justifica estudos exploratórios como a bibliometria. O ano de 2024 é marcado pela queda das publicações porque é o ano de ocorrência da pesquisa, que ocorreu em abril de 2024, assim, os dados de 2024 correspondem a poucos meses de publicação.

Para identificar os termos com maior relação com o tema principal foi elaborada a nuvem das palavras-chave, apresentada na Figura 3. A nuvem das palavras-chave foi construída com base nas palavras-chaves definidas pelos autores. Essa nuvem de palavras apresenta os termos que estão relacionados à Indústria 5.0 e podem ser usados em pesquisas sobre esse tema central. A nuvem de palavras, permite ainda definir os termos mais citados dentro dessa amostra de artigos.

Figura 3 - Nuvem de palavras-chave

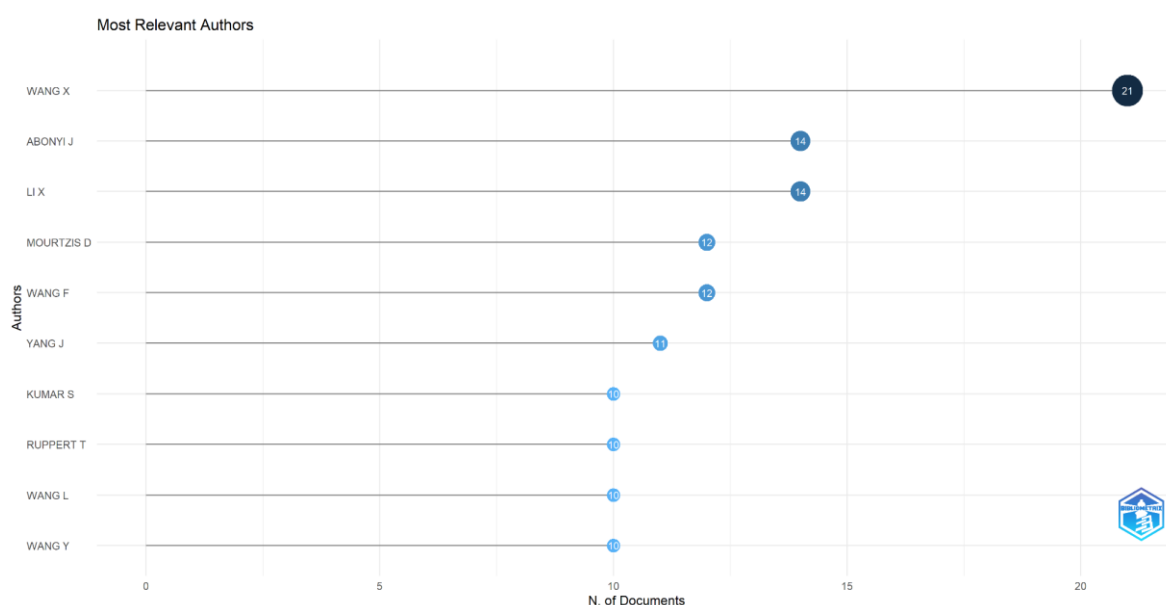


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Obviamente o tema Indústria 5.0 tem relação direta com o tema Indústria 4.0, como mencionado por Choi *et al.* (2021). Além disso, o termo está fortemente relacionado com constructos de segurança do trabalho e sustentabilidade, conforme indicado por Xu *et al.* (2021) e, elucidado pela presença de palavras-chaves relacionadas a este tema dentro da nuvem de palavras como: *human-centric, ergonomics, sustainable development, sustainability*.

Os autores que mais publicaram sobre o tema Indústria 5.0 são apresentados na Figura 4. Wang X. se destaca no gráfico como o autor com maior número de artigos. Os autores Abonyi J., Li X., Mourtzis D. e Wang F. também são pesquisadores influentes sobre o tema, com número de publicações semelhantes entre si. Como o tema é emergente, as publicações existentes estão distribuídas entre diversos pesquisadores. Assim, compreender quais são os autores mais influentes no campo é importante porque auxilia as novas pesquisas a identificar quais foram os autores promissores do campo de estudo e devem ser considerados nas pesquisas que emergem na área.

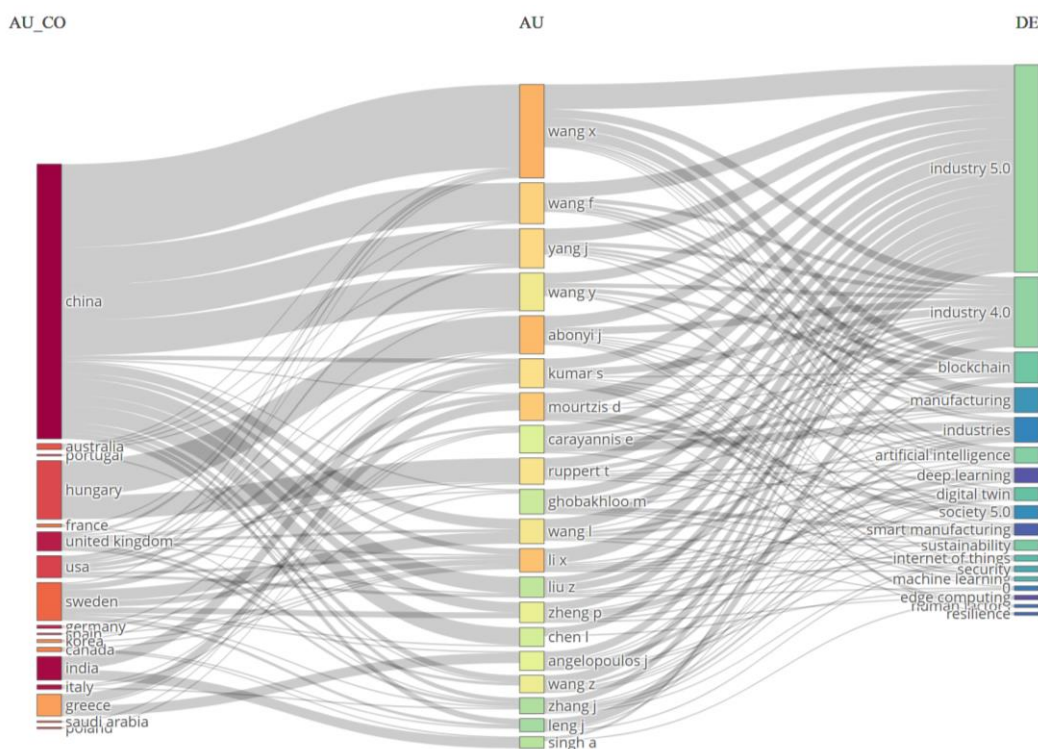
Figura 4 - Autores que mais publicaram sobre o tema



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A Figura 5 foi construída para identificar a relação entre países (AU_CO), autores (AU) e palavras-chaves (DE). Esse gráfico de três campos fornece uma síntese visual dos termos mais citados, países que mais publicam e autores mais relevantes. A China lidera o *ranking* de publicações sobre o tema e vinculada a diversos autores. É interessante observar a presença dos países Hungria, Suécia e Grécia entre o ranking sobressaindo-se em relação a países como os EUA que usualmente está entre os mais produtivos quando o tema é Indústria 4.0. O Brasil não aparece nesta relação, o que evidencia a necessidade de estudos considerando o contexto desse país.

Figura 5 - Relação entre países, autores e palavras-chave

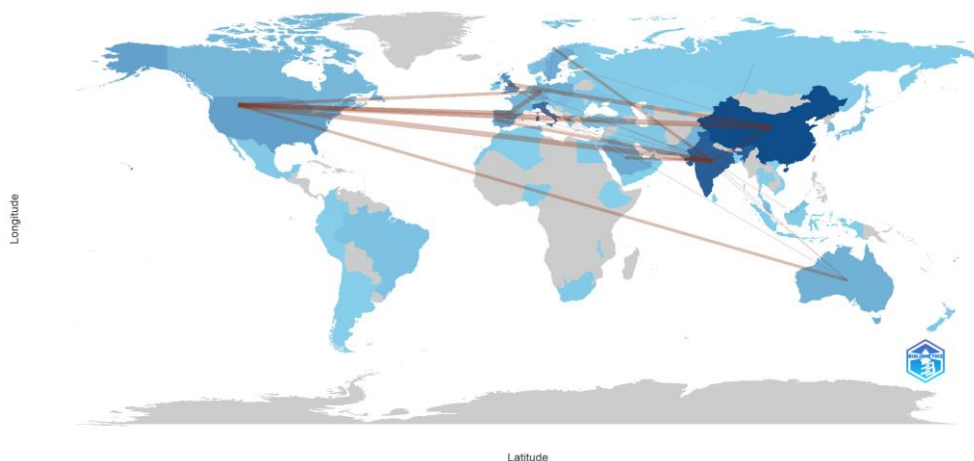


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A Figura 6 destaca a colaboração científica entre os países. A China e os EUA são os países com maior número de pesquisas conjuntas. Ademais, a Figura 6 sugere que a Austrália está iniciando as relações de pesquisa com outros países além da China e EUA, o que pode ser observado pelas ligações das linhas vermelhas entre a Austrália e outros países.

Figura 6 - Colaboração de pesquisa entre os países

Country Collaboration Map



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A Figura 7 foi construída considerando os 10 *journals* que mais publicaram sobre o tema e são os mais relevantes dentro da amostra. Essa análise torna-se uma ferramenta estratégica para orientar os pesquisadores na escolha das fontes de pesquisa para revisões de literatura e futuras publicações. O *journal Sustainability* tem destaque como fonte de publicações, o que corrobora o achado de Xu *et al.* (2021) que indicam que Indústria 5.0 está relacionada com o tema de sustentabilidade. Apesar de autores como Xu (2021), Leng (2022) e Adel (2022) afirmarem que o tema Indústria 5.0 está diretamente relacionado a fatores humanos, não há entre os 10 *journals* nenhum que trate do tema segurança do trabalho, o que indica que os journals desta área não estão explorando esse tema.

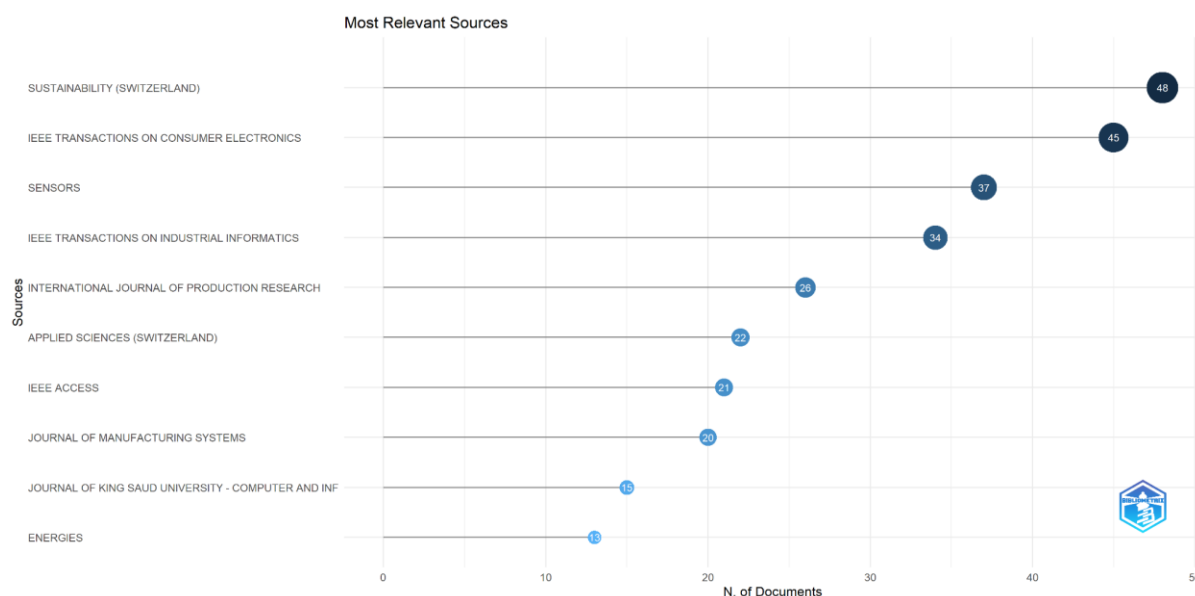
Com base nessas informações destacamos os interesses de pesquisa dos 3 principais journals:

Sustainability: periódico que publica estudos relacionados à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

IEEE Transactions on Consumer Electronics: periódico que aborda assuntos relacionados a aspectos de engenharia e pesquisa da teoria, projeto, construção, fabricação ou uso final de eletrônicos, sistemas, software e serviços de mercado de massa para consumidores.

Sensors: periódico dedicado a pesquisas experimentais e teóricas sobre ciência e tecnologia de sensores e suas aplicações.

Figura 7 - Journals que mais publicam sobre o tema

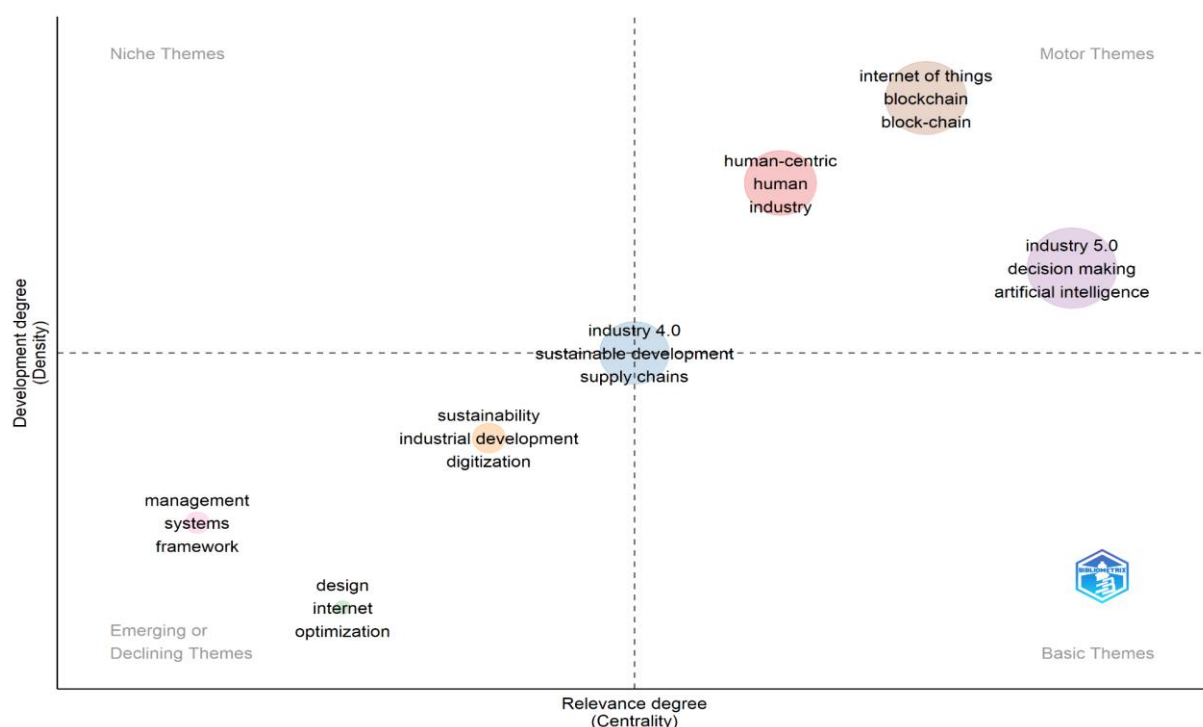


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A Figura 8 correlaciona os temas principais deste estudo. Estes temas foram agrupados em 4 *clusters*: *Emerging or declining themes*, *Basic Themes*, *Motor Themes* e *Niche Themes*. Cada

um dos temas é definido pelos parâmetros de centralidade e densidade dentro do campo de pesquisa. Os temas que contemplam o *cluster* emergente ou declínio são aqueles temas pouco explorados, apresentando baixa densidade e baixa centralidade. Os temas básicos são os temas que orientam as pesquisas e já foram desenvolvidos. No cluster temas motores estão os temas em evolução e que estão sendo explorados no momento. Os temas de nicho são os temas com potencial para exploração e orientam as pesquisas futuras.

Figura 8 - Correlação dos temas principais deste estudo

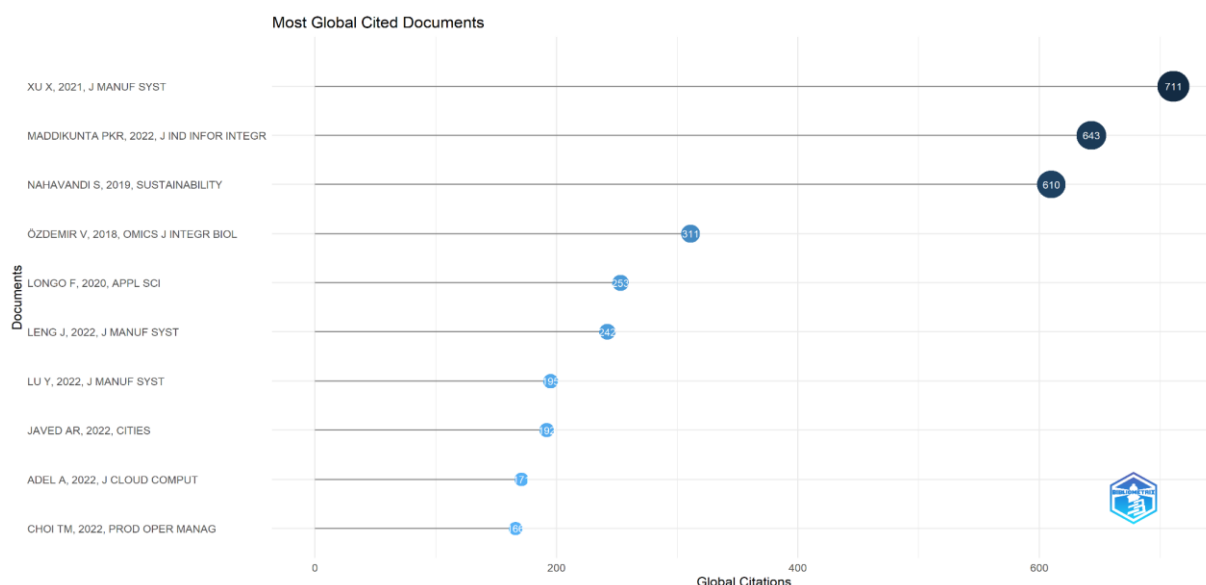


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Neste estudo os temas Indústria 4.0, desenvolvimento sustentável e cadeia de suprimentos estão totalmente centralizados, o que sugere serem centrais nas pesquisas relacionadas à Indústria 5.0. Não há temas básicos, possivelmente porque o tema Indústria 5.0 é muito recente e foi pouco explorado, não havendo assim nenhum tema que tenha sido saturado. Da mesma forma, não há temas considerados como nicho porque a pesquisa é recente e está em evolução. Neste caso, os temas motores são os que orientam as pesquisas futuras e estão relacionados a tecnologias (internet das coisas, *blockchain*, inteligência artificial), tomada de decisão e fatores humanos. Esses temas motores são semelhantes aos temas emergentes, o que sugere que há vasto campo de pesquisa ainda a ser explorado.

Entre os artigos que compõem a amostra, os dez mais citados globalmente são apresentados na Figura 9. Estes artigos podem ser considerados como referência de estudo dentro da amostra e se destacam em relação aos demais estudos da amostra pela quantidade de citações que receberam.

Figura 9 - Artigos mais citados



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Estes artigos mais citados foram analisados pela técnica de análise de conteúdo. Os resultados dessa análise permitiram fazer discussões relevantes sobre o tema que são apresentadas na seção que segue.

3.2. Discussões sobre o tema

O artigo mais citado é Xu *et al.* (2021). Neste artigo os autores fazem uma discussão com o objetivo de responder a 5 questões principais relacionadas a objetivos, tecnologias facilitadoras e cronologia da Indústria 5.0. Ao final do artigo os autores enfatizam a importância de uma abordagem equilibrada que combine a tecnologia avançada com o valor humano, promovendo a inovação, a personalização e a sustentabilidade na era da Indústria 5.0. A Indústria 5.0 reconhece que as necessidades sociais são essenciais, o valor e a responsabilidade são os objetivos e são estes os objetivos que orientam as soluções tecnológicas.

O artigo de Maddikunta *et al.* (2022), faz uma análise sobre as definições de Indústria 5.0, aplicações, desafios e oportunidades. Os autores concluem que a Indústria 5.0 é um conceito que foi concebido para harmonizar o espaço de trabalho e a eficiência de humanos e máquinas de uma forma consistente. Há grandes desafios a serem superados e questões em aberto, como

segurança, privacidade, relação de trabalho humano-robô, escalabilidade e força de trabalho qualificada.

O artigo de Nahavandi (2019), faz uma discussão sobre os recursos e preocupações em relação à Indústria 5.0, destacando o impacto econômico e produtivo existente nessa indústria, destacando que a Indústria 5.0 criará mais empregos do que eliminará. O autor conclui que há grandes preocupações sobre a Indústria 5.0 e que essa indústria será alcançada quando os seus três elementos principais – dispositivos inteligentes, sistemas inteligentes e automação inteligente – se fundirem totalmente com o mundo físico em cooperação com a inteligência humana.

O trabalho de Özdemir e Hekim (2018) discute como *Big Data*, inteligência artificial e internet das coisas orientam a Indústria 5.0. Os autores propõem que a Indústria 5.0 pode democratizar a coprodução de conhecimento a partir do uso dessas tecnologias, com base no novo conceito de inovação simétrica.

Longo, Padovano e Umbrello (2020) apresentam a aplicação da abordagem *Value Sensitive Design (VSD)* como uma proposta para elucidar o uso de tecnologias que permitem a simbiose homem-máquina. A partir de três casos apresentados, os autores concluem que a abordagem de design para valores auxilia na investigação e mitigação de questões éticas emergentes da implementação de soluções tecnológicas e, portanto, apoia a migração para esse contexto de Indústria 5.0.

O artigo de Leng *et al.* (2022) busca evidenciar a evolução da Indústria 5.0 e resumir a conotação, a arquitetura, as tecnologias facilitadoras e os desafios da Indústria 5.0 através de uma revisão de literatura. Os autores concluem que a Indústria 5.0 foi proposta para atingir o objetivo de desenvolvimento sustentável de uma sociedade superinteligente e de valores ecológicos, que se tornará um fornecedor robusto e resiliente de prosperidade numa comunidade industrial de futuro compartilhado.

Lu *et al.* (2022) desenvolveram um estudo no qual sugerem uma “Pirâmide das Necessidades Humanas Industriais” para definir e classificar as necessidades e motivações humanas na produção dentro do conceito de Indústria 5.0. Os autores concluem que, dentro desse contexto, é necessário mais investigação científica para compreender os comportamentos humanos, regular a assistência situacional aos seres humanos e estabelecer a comunicação natural entre seres humanos e máquinas.

O artigo de Javed *et al.* (2022) discutiu os requisitos para o desenvolvimento de cidades inteligentes, considerando estruturas de aplicação, requisitos de cobertura de 360 graus, desafios tecnológicos e estratégias de implementação. Os autores concluem que faltam estudos

em diversas áreas de pesquisa, que incluem principalmente a aplicação das tecnologias para as cidades inteligentes.

Adel (2022) apresenta em seu trabalho as definições de Indústria 5.0, as oportunidades de aplicações, as limitações e as direções de pesquisa futura. O autor afirma que a Indústria 5.0 oferece benefícios para a indústria, tanto para os trabalhadores quanto para a sociedade e apoia tecnologias que fazem uso natural dos recursos de maneira adequada. Os desafios atuais desse contexto centram-se em segurança, privacidade, falta de trabalhadores qualificados, processos demorados e grandes orçamentos necessários.

Choi *et al.* (2021) exploram a aplicação de determinadas tecnologias disruptivas da Indústria 4.0, seu impacto nas organizações e como alcançar o objetivo da reconciliação homem-máquina. Ao final das discussões os autores propõem o conceito de “bem-estar social sustentável” que inclui o bem-estar dos trabalhadores, dos consumidores, os direitos humanos, a privacidade e segurança de informações e dados, os benefícios para meio ambiente e empresa e os desafios para o governo e legislações.

A Tabela 1 apresenta os pilares da Indústria 5.0 indicados pelos autores mais citados.

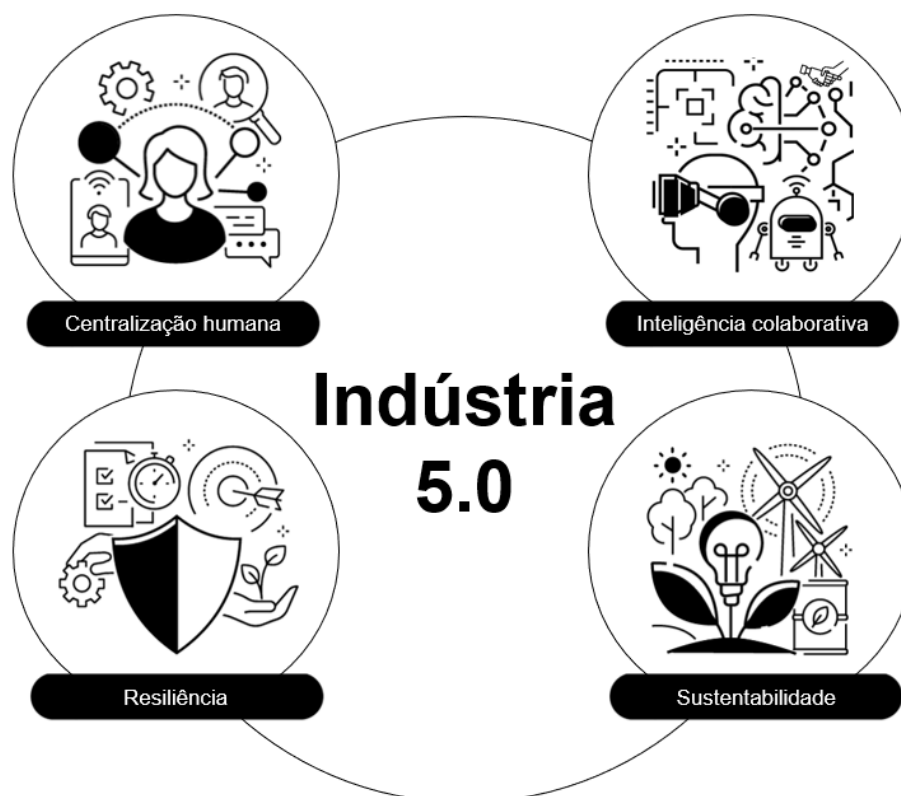
Tabela 1 - Pilares da Indústria 5.0

Autor	Pilares da Indústria 5.0
XU <i>et al.</i> (2021)	Centralização humana, resiliência e sustentabilidade
MADDIKUNTA <i>et al.</i> (2022)	Centralização humana
NAHAVANDI (2019)	Centralização humana
ÖZDEMİR; HEKİM (2018)	Centralização humana
LONGO; PADOVANO; UMBRELLO (2020)	Centralização humana
LENG <i>et al.</i> (2022)	Centralização humana, inteligência colaborativa, resiliência e sustentabilidade
LU <i>et al.</i> (2022)	Centralização humana
JAVED <i>et al.</i> (2022)	Não define
ADEL (2022)	Centralização humana e sustentabilidade
CHOI <i>et al.</i> (2022)	Centralização humana

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A Figura 10 apresenta os pilares da Indústria 5.0, denominados como centralização humana, inteligência colaborativa, resiliência e sustentabilidade. Esses pilares constituem a base de um novo paradigma industrial que busca integrar seres humanos e máquinas de maneira colaborativa, aprimorando a eficiência e a personalização na produção (LENG *et al.*, 2022). A centralização humana prioriza a colocação dos seres humanos no centro das operações, enquanto a inteligência colaborativa facilita a cooperação entre humanos e robôs (LU *et al.*, 2022). A resiliência e sustentabilidade são essenciais para assegurar a adaptabilidade dos processos industriais e sua responsabilidade ambiental (XU *et al.*, 2021).

Figura 10 - Pilares da Indústria 5.0



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

4. Considerações finais

Este estudo teve como objetivo analisar a literatura emergente sobre o tema Indústria 5.0. Para tal, a metodologia utilizada foi a bibliometria. Os resultados revelaram uma clara tendência de crescimento nas publicações sobre o tema a partir do ano de 2020, indicando um momento inicial de exploração e desenvolvimento do conceito.

A análise das palavras-chave destacou a relação direta entre Indústria 5.0 e Indústria 4.0, além de enfatizar a importância de temas como segurança do trabalho e sustentabilidade. Quanto aos autores mais influentes, identificou-se uma diversidade de pesquisadores atuando nesse campo, o que reflete a amplitude e o potencial de colaboração existente na área.

A análise dos artigos mais citados possibilitou a identificação dos pilares da Indústria 5.0, nomeados como centralização humana, inteligência colaborativa, resiliência e sustentabilidade. A centralização humana ressalta a priorização do papel dos seres humanos, reconhecendo suas habilidades cognitivas e adaptativas. A inteligência colaborativa busca otimizar eficiência e produtividade através da interação sinérgica entre humanos e máquinas. A resiliência é essencial para garantir a adaptação dos sistemas industriais às mudanças ambientais, tecnológicas e econômicas, mantendo sua continuidade e competitividade. A sustentabilidade

destaca a importância de práticas responsáveis na indústria para preservar recursos naturais e o bem-estar das futuras gerações.

Esses pilares foram reconhecidos como elementos essenciais para promover uma integração eficaz entre seres humanos e máquinas, visando a adaptação dos processos industriais às demandas contemporâneas, bem como a melhoria da eficiência e personalização na produção. Este estudo contribui para preencher a lacuna na literatura de duas maneiras. Primeiramente, a análise bibliométrica realizada apresenta um panorama sobre o tema apresentando a evolução anual, os principais *journals*, autores e artigos de destaque no tema. Segundamente, o artigo sintetiza os pilares da Indústria 5.0, definidos pelos autores promissores da área.

Esta pesquisa apresenta limitações. Considerando o objetivo da pesquisa, a busca considerou apenas o termo “*Industry 5.0*”, sem nenhuma tradução. Ademais, esta pesquisa utilizou apenas artigos, *early access* e *reviews*, por serem documentos revisados por pares. O tema Indústria 5.0 é recente, logo é possível que sejam encontrados bons resultados em artigos de conferência e que estes tenham ficado fora do estudo.

Para pesquisas futuras, recomenda-se ampliar o estudo através de uma revisão sistemática da literatura que permita identificar os principais desafios e oportunidades da Indústria 5.0. Além disso, sugere-se investigações futuras para validar os pilares da Indústria 5.0 através de pesquisas aplicadas.

REFERÊNCIAS

ADEL, Amr. 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.

CHOI, Tsan-Ming et al. Disruptive technologies and operations management in the Industry 4.0 era and beyond. **Production and Operations Management**, v. 31, n. 1, p. 9-31, 2022.

COBO, Manuel J. et al. Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. **Journal of the American Society for information Science and Technology**, v. 62, n. 7, p. 1382-1402, 2011.

COMISSÃO EUROPEIA, Direção-Geral da Investigação e da Inovação, Breque, M., De Nul, L., Petridis, A., **Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry**, Serviço das Publicações da União Europeia, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407>. Acesso em 01 maio 2024.

FRANK, Alejandro Germán; DALENOGARE, Lucas Santos; AYALA, Néstor Fabián. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **International journal of production economics**, v. 210, p. 15-26, 2019.

JAVED, Abdul Rehman et al. Future smart cities: Requirements, emerging technologies, applications, challenges, and future aspects. **Cities**, v. 129, p. 103794, 2022.

LENG, Jiewu et al. Industry 5.0: Prospect and retrospect. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 65, p. 279-295, 2022.

LONGO, Francesco; PADOVANO, Antonio; UMBRELLO, Steven. Value-oriented and 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.

LU, Yuqian et al. Outlook on human-centric manufacturing towards Industry 5.0. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 62, p. 612-627, 2022.

MADDIKUNTA, Praveen Kumar Reddy et al. Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 26, p. 100257, 2022.

NAHAVANDI, Saeid. Industry 5.0—A human-centric solution. **Sustainability**, v. 11, n. 16, p. 4371, 2019.

ÖZDEMİR, Vural; HEKİM, Nezih. Birth of industry 5.0: Making sense of big data with artificial intelligence, “the internet of things” and next-generation technology policy. **Omics: a journal of integrative biology**, v. 22, n. 1, p. 65-76, 2018.

SECINARO, Silvana et al. Employing bibliometric analysis to identify suitable business models for electric cars. **Journal of cleaner production**, v. 264, p. 121503, 2020.

SILVA, Jocieli Francisco da et al. Decision making in the process of choosing and deploying industry 4.0 technologies. **Gestão & Produção**, v. 29, p. e163, 2022.

XU, Xun et al. Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. **Journal of manufacturing systems**, v. 61, p. 530-535, 2021.

ZUPIC, Ivan; ČATER, Tomaž. Bibliometric methods in management and organization. **Organizational research methods**, v. 18, n. 3, p. 429-472, 2015.