



Sistemas para auxiliar o trabalhador da Indústria 5.0 Systems to assist the Industry 5.0 worker

Giovanna Bueno Marcondes¹, Arthur Henrique Gomes Rossi², Joseane Pontes³

RESUMO

Este artigo investiga as tendências de pesquisa sobre a interação entre sistemas e trabalhadores na Indústria 5.0. Uma revisão sistemática analisou 79 artigos, identificando oito macro sistemas que visam melhorar as habilidades dos trabalhadores. O estudo pretende orientar pesquisas futuras em escalas macro e micro em operações industriais, promovendo a gestão da inovação na força de trabalho e aprimorando a gestão de tecnologia. Ele oferece insights valiosos para profissionais e pesquisadores que buscam aplicar os princípios da Indústria 5.0 na indústria. A integração eficaz de sistemas avançados e o desenvolvimento da capacidade da força de trabalho são essenciais para o sucesso na transição para a Indústria 5.0, e esta pesquisa apresenta abordagens e estratégias abrangentes para alcançar esse objetivo.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas; Trabalhadores; Indústria 5.0.

ABSTRACT

This article investigates research trends on the interaction between systems and workers in Industry 5.0. A systematic review analyzed 79 articles, identifying eight macro systems aimed at improving workers' skills. The study aims to guide future research on both macro and micro scales in industrial operations, promoting workforce innovation management and enhancing technology management. It offers valuable insights for professionals and researchers seeking to apply Industry 5.0 principles in the industry. Effective integration of advanced systems and workforce capability development is crucial for success in transitioning to Industry 5.0, and this research presents comprehensive approaches and strategies to achieve this goal.

KEYWORDS: Systems; Workers; Industry 5.0.

INTRODUÇÃO

Diferentemente da Indústria 4.0, que visa a digitalização e melhoria das tecnologias de produção, a Indústria 5.0 se concentra nas pessoas, resiliência e sustentabilidade, buscando a integração colaborativa entre trabalhadores e robôs inteligentes, evoluindo para uma relação simbiótica para aprimorar processos, produção e eficiência. Este paradigma representa uma mudança significativa na indústria manufatureira, oferecendo oportunidades para aumentar a eficiência, produtividade e a qualidade, enquanto aprimora a experiência dos funcionários (LENG et al., 2022). Conforme um estudo recente da Dell Technologies em parceria com o Institute for the Future (IFTF; DELL, 2018), 85% dos empregos em 2030 serão novos, exigindo que os trabalhadores se adaptem rapidamente a novas tecnologias e métodos de trabalho.

¹ Bolsista do CNPq. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: giovannamarcondes@utfpr.edu.br. ID Lattes: 0207105205458654.

² Mestre em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: arthurhrossi@hotmail.com. ID Lattes: 4207326791194810.

³ Docente no curso de Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: joseane@utfpr.edu.br. ID Lattes: 0023133185335184.

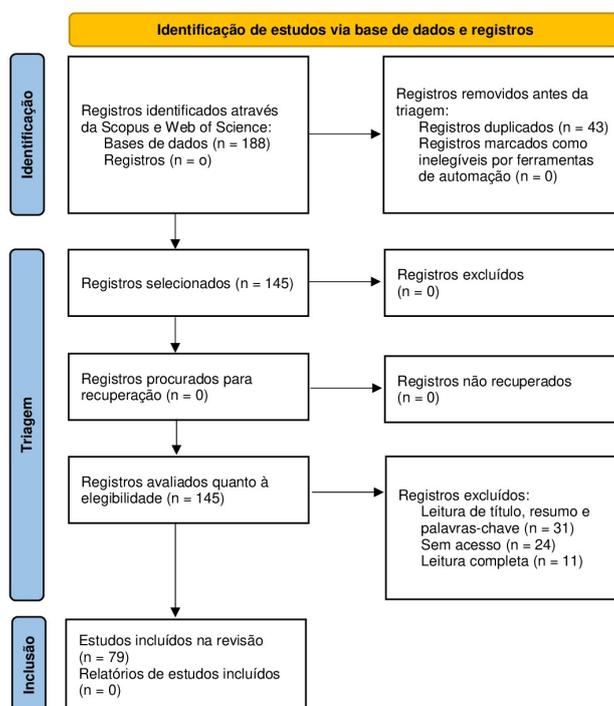


Ao mesmo tempo, o ambiente de trabalho está em constante evolução, com novos sistemas e tecnologias alterando as interações profissionais e sociais. A Indústria 5.0, com todo o avanço tecnológico em prol das pessoas, traz desafios e variáveis únicas que as empresas precisam enfrentar para aproveitar seu potencial. Estes fatos levam a seguinte questão: quais são os sistemas que auxiliam o trabalhador sob a perspectiva da indústria 5.0? Nesse contexto, este artigo tem como objetivo apresentar os sistemas que auxiliam os trabalhadores sob a perspectiva da Indústria 5.0. Para isso, será utilizada a codificação automática, com auxílio do software QRS NVIVO 14, baseada do portfólio bibliográfico obtido a partir de uma revisão sistemática da literatura obtido através da metodologia PRISMA. A seção de "Resultados" destacará os principais sistemas que auxiliam o trabalhador sob a perspectiva da indústria 5.0, enquanto a seção "Conclusão" encerrará o artigo com conclusões e indicações para futuras pesquisas.

METODOLOGIA

A partir da pergunta de pesquisa: "quais são os sistemas que auxiliam o trabalhador sob a perspectiva da indústria 5.0?", foi utilizada uma revisão sistemática da literatura com base na metodologia PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), a qual apoiará a revisão sistemática, fornecendo um conjunto de diretrizes para a condução e relato de revisão sistemática (PAGE et al., 2021). A figura 1 exibe o fluxograma da pesquisa.

Figura 1 – Diagrama PRISMA



Fonte: Autores (2023)

Para isso, (a) como filtro, foram buscados artigos científicos e de conferências em inglês nas bases da Scopus e Web of Science, (b) foi utilizado o eixo ("Industry* 5.0" OR "Fifth Industrial

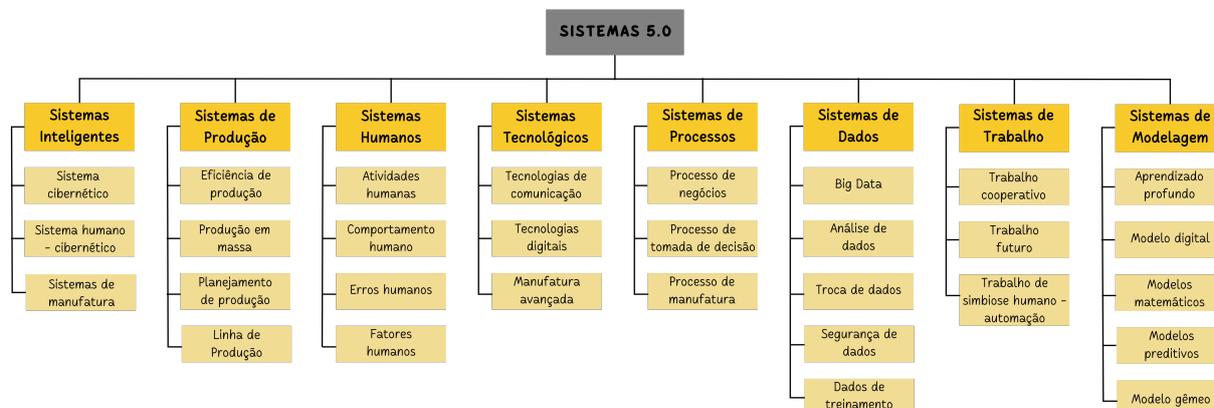


Revolution” OR “5th Industrial Revolution” OR “Human-centric manufacturing” OR “Human-cyber-physical” OR “Society 5.0”) AND (“Work*”OR “Employ*”OR “Operator”) AND (“System”) AND (“Cyber-physical”OR “Smart manufacturing”OR “Intelligent”OR “Production”) para realizar uma pesquisa booleana de arquivos nas bases, que foi elaborado buscando a melhor adequação do tema, que visava artigos que relacionavam as palavras "Sistemas", "Trabalhadores" e "Indústria 5.0". Os termos "AND" e "OR" se referem à estrutura de busca das bases de dados utilizadas (c) este eixo resultou em um total de 79 artigos recuperados e em seguida, (d) O conteúdo dos artigos foi codificado automaticamente a partir de algoritmo do software QRS NVIVO 14, obtendo-se assim, os sistemas que auxiliam o trabalhador sob a perspectiva da indústria 5.0.

RESULTADOS

Através do software QRS NVIVO 14, foi possível codificar oito macro sistemas e seus respectivos sistemas, que respondem a pergunta de pesquisa "quais são os sistemas que auxiliam o trabalhador sob a perspectiva da indústria 5.0?", e podem auxiliar o trabalhador a estimular sua força de trabalho a partir dos sistemas encontrados, ao nível da Indústria 5.0. Esses macro sistemas foram apresentados na figura 2.

Figura 2 – Sistemas para Auxiliar o Trabalhador da Indústria 5.0



Fonte: Autores (2023)

O estudo destaca a inter-relação dos sistemas macro e micro, o que é essencial para uma compreensão holística sobre o auxílio dos mesmos ao trabalhador sob a perspectiva da Indústria 5.0. Essas descobertas são importantes para os pesquisadores interessados na Indústria 5.0, pois fornecem uma base para uma exploração e investigação mais aprofundadas dos sistemas que impulsionam esse paradigma. Os sistemas inteligentes desempenham um papel crucial na Indústria 5.0, pois incorporam tecnologias avançadas, como gêmeos digitais, IIoT, sensores inteligentes e computação em nuvem, que são fundamentais para a digitalização da manufatura, melhorando a colaboração entre robôs e trabalhadores em um trabalho simbiótico. Essas tecnologias permitem a criação de máquinas inteligentes que podem analisar dados em tempo real, tomar decisões e se



XIII Seminário de Extensão e Inovação XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR

Ciência e Tecnologia na era da Inteligência Artificial: Desdobramentos no Ensino Pesquisa e Extensão
20 a 23 de novembro de 2023 - Campus Ponta Grossa, PR

SEI-SICITE
2023



comunicar com outras máquinas e seres humanos. Os sistemas inteligentes estão relacionados a vários outros sistemas macro, como sistemas de produção, sistemas tecnológicos e sistemas de dados, pois dependem de tecnologias de processamento de dados e comunicação para funcionar efetivamente (DING; FAN, 2022; WANG et al., 2020).

Os sistemas de produção estão intimamente ligados aos sistemas inteligentes, pois focam na otimização da eficiência de produção, produção em massa e planejamento de produção. O uso de sistemas inteligentes e tecnologias de automação pode ajudar a reduzir o desperdício, aumentar a qualidade do produto e simplificar os processos de manufatura. Os sistemas de produção também estão conectados aos sistemas de trabalho, pois impactam o ambiente de trabalho e o planejamento da força de trabalho. Sistemas humanos referem-se ao fator humano na Indústria 5.0, incluindo o papel dos trabalhadores, seus comportamentos e os fatores que afetam seu trabalho em ambientes industriais (DING; FAN, 2022; LING et al., 2020). Como a Indústria 5.0 depende fortemente de tecnologias avançadas, é crucial entender como os seres humanos interagem com essas tecnologias e como podem ser incorporados ao processo de manufatura. Os sistemas humanos estão ligados aos sistemas inteligentes, sistemas de produção e sistemas de trabalho, pois impactam o design e a implementação desses sistemas (LING et al., 2020; LIU, X. et al., 2022).

Os sistemas tecnológicos referem-se às tecnologias emergentes que fazem parte da transformação digital, como modelos digitais, tecnologias de comunicação e manufatura avançada. Essas tecnologias são fundamentais para a Indústria 5.0, e sua integração com sistemas inteligentes e sistemas de produção pode melhorar a eficiência da manufatura, reduzir o desperdício e aumentar a qualidade do produto. Os sistemas tecnológicos também estão ligados aos sistemas de processo, pois impactam os processos de tomada de decisão e automação na manufatura. Subsequentemente existem os sistemas de processo, que se referem aos diferentes processos presentes nas operações industriais, como processos de tomada de decisão, automação, processos de manufatura física e de informações, e processos de produção. Esses sistemas estão intimamente ligados aos sistemas tecnológicos, pois dependem de tecnologias digitais e manufatura avançada. Eles também estão conectados aos sistemas de dados, pois geram grandes quantidades de dados que podem ser analisados para melhorar os processos de manufatura (FERREIRA; TITOTTO; AKKARI, 2021).

Sistemas de dados são essenciais para a Indústria 5.0, pois permitem o manuseio de grandes volumes de dados e sua transformação em informações valiosas. Esses sistemas estão ligados aos sistemas de processo, pois geram dados que podem ser analisados para otimizar os processos de manufatura. Eles também estão conectados aos sistemas inteligentes, pois dependem de tecnologias de processamento de dados para funcionar efetivamente. Os sistemas de trabalho referem-se ao futuro do trabalho na Indústria 5.0, destacando o trabalho mental e colaborativo, o ambiente de trabalho e seu planejamento e eficiência. Os sistemas de trabalho estão intimamente ligados aos sistemas de produção, pois impactam o planejamento da força de trabalho e a otimização do processo de manufatura (FERREIRA; TITOTTO; AKKARI, 2021; FLORES; XU; LU, 2020). Eles também estão relacionados aos sistemas humanos, pois se concentram no papel dos trabalhadores e em suas interações com tecnologias avançadas.

Por fim, os sistemas de modelagem referem-se a diferentes modelos de resolução de problemas inerentes à Indústria 5.0, como o uso de simulações, modelos de aprendizado profundo,



XIII Seminário de Extensão e Inovação XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR

Ciência e Tecnologia na era da Inteligência Artificial: Desdobramentos no Ensino Pesquisa e Extensão
20 a 23 de novembro de 2023 - Campus Ponta Grossa, PR



SEI-SICITE
2023

modelagem matemática de problemas, modelos preditivos e realidade artificial. Esses sistemas estão ligados aos sistemas de processo e sistemas tecnológicos, pois dependem de tecnologias digitais e análise de dados para funcionar efetivamente. Eles também estão conectados aos sistemas inteligentes, pois dependem de modelos digitais e tecnologias de simulação. Em resumo, os sistemas macro identificados estão interligados para criar um ecossistema que auxiliará o trabalhador na perspectiva da Indústria 5.0, a partir de tecnologias avançadas, processamento de dados e automação (LING et al., 2020; LIU, Q. et al., 2022).

CONCLUSÃO

À medida que a indústria de manufatura pode avançar em direção à Indústria 5.0, haverá foco crescente na centralidade do ser humano, sustentabilidade e resiliência (LENG et al., 2022). Nesse contexto, foi importante investigar na literatura pertinente os principais sistemas que podem auxiliar os trabalhadores em direção à força de trabalho que pertencem à perspectiva da Indústria 5.0 e ajudá-los a alcançar seu pleno potencial em um ambiente colaborativo e inovador. A partir da codificação automática realizada com auxílio do QRS NVIVO 14 do portfólio bibliográfico de 79 artigos obtido a partir da metodologia PRISMA, foram identificados oito macro sistemas que podem auxiliar os trabalhadores a melhorar sua força de trabalho a nível da Indústria 5.0: sistemas inteligentes, sistemas de produção, sistemas humanos, sistemas de tecnologia, sistemas de processo, sistemas de dados, sistemas de trabalho e sistemas de modelagem. Cada um desses sistemas macro é composto por vários sistemas que podem ser usados para nortear e ajudar empresas e trabalhadores a se prepararem para focar no ser humano, conceito este base da Indústria 5.0.

Ao fornecer uma visão sobre os sistemas que interagem com os trabalhadores no contexto da Indústria 5.0, pretende-se contribuir para o entendimento sobre os sistemas macro e micro que possibilitam a melhoria da gestão da inovação da força de trabalho, das operações e da gestão de tecnologia intrínseca à Indústria 5.0 (LING et al., 2020), ampliando assim o entendimento sobre o contexto da Indústria 5.0. Além disso, os resultados desse estudo podem auxiliar profissionais da indústria a formular políticas que desejam utilizar os conceitos da indústria 5.0 em seu ambiente de trabalho, tais como foco no ser humano, resiliência e sustentabilidade. Embora o presente trabalho possua limitações tais como o não aprofundamento da análise bibliométrica e do conteúdo do portfólio, e possua o foco na codificação automática do conteúdo, sugere-se como trabalhos futuros o aprofundamento da análise de cada sistema e sua relação com os pilares da indústria 5.0. Em suma, as descobertas deste estudo contribuem para o corpo de conhecimento sobre a Indústria 5.0 e oferecem uma base inicial para profissionais da indústria e formuladores de políticas que pretendem utilizar conceitos de Indústria 5.0 em seus ambientes de trabalho.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e ao CNPq por fornecer os recursos e o suporte necessários para conduzir esta pesquisa.



Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

DING, K; FAN, L.-Q. AML-based web-twin visualization integration framework for DT-enabled and IIoT-driven Manufacturing system under I4.0 workshop. English. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 64, p. 479–496, 2022. ISSN 02786125 (ISSN). DOI: [10.1016/j.jmsy.2022.07.014](https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.07.014). Disponível em: [↗](#).

FERREIRA, ACDA; TITOTTO, SLMC; AKKARI, A C S. **Urban Agriculture 5.0: An Exploratory Study**. Portuguese. Edição: M D G Tsuzuki e M A D Pessoa. Univ Fed ABC, Santo Andre, SP, Brazil: [s.n.], 2021. P. 1441–1446. ISBN 2572-1445. DOI: [10.1109/INDUSCON51756.2021.9529771WE-ConferenceProceedingsCitationIndex-Science\(CPCI-S\)](https://doi.org/10.1109/INDUSCON51756.2021.9529771WE-ConferenceProceedingsCitationIndex-Science(CPCI-S)).

FLORES, Emmanuel; XU, Xun; LU, Yuqian. **Human Cyber-Physical Systems: A skill-based correlation between humans and machines**. English. [S.l.: s.n.], 2020.

IFTF, Institute for the Future; DELL. **Realizing 2030: A Divided Vision of the Future**. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: [↗](#). Acesso em: 9 abr. 2023.

LENG, Jiewu et al. Secure Blockchain Middleware for Decentralized IIoT towards Industry 5.0: A Review of Architecture, Enablers, Challenges, and Directions. English. **Machines**, Guangdong Univ Technol, State Key Lab Precis Elect Mfg Technol Equipmen, Guangzhou 510006, Peoples R China, v. 10, n. 10, 2022. ISSN 20751702. DOI: [10.3390/machines10100858](https://doi.org/10.3390/machines10100858).

LING, Shiquan et al. Computer vision-enabled human-cyber-physical workstations collaboration for reconfigurable assembly system. **Procedia Manufacturing**, Elsevier B.V., v. 51, n. 2019, p. 565–570, 2020. ISSN 23519789. DOI: [10.1016/j.promfg.2020.10.079](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.079). Disponível em: [↗](#).

LIU, Qing et al. A novel intelligent manufacturing mode with human-cyber-physical collaboration and fusion in the non-ferrous metal industry. English. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 119, n. 1-2, p. 549–569, 2022. ISSN 14333015. DOI: [10.1007/s00170-021-08250-5](https://doi.org/10.1007/s00170-021-08250-5). Disponível em: [↗](#).

LIU, X et al. Human-centric collaborative assembly system for large-scale space deployable mechanism driven by Digital Twins and wearable AR devices. English. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 65, p. 720–742, 2022. ISSN 02786125 (ISSN). DOI: [10.1016/j.jmsy.2022.11.007](https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.11.007). Disponível em: [↗](#).

PAGE, Matthew J et al. Updating guidance for reporting systematic reviews: development of the PRISMA 2020 statement. **Journal of clinical epidemiology**, Elsevier, v. 134, p. 103–112, 2021.

WANG, Liu Zichun et al. HCPS-driven intelligent network collaborative manufacturing mode of process industry and open architecture of Intelligent Enterprise. English. **IFAC-PapersOnLine**, Elsevier Ltd, Tongji Univ, Sch Elect Informat Engrn, Shanghai, Peoples R China, v. 53, n. 5, p. 140–145, 2020. ISSN 24058963. DOI: [10.1016/j.ifacol.2021.04.129](https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.04.129). Disponível em: [↗](#).