

Responsible Editor: Maria Dolores Sánchez-Fernández, Ph.D.

Associate Editor: Manuel Portugal Ferreira, Ph.D.

Evaluation Process: Double Blind Review pelo SEER/OJS

A BIBLIOMETRIC STUDY ON INDUSTRY 4.0

Tiago Silveira Gontijo¹
Fabiana Alexandra Motta Alves²

RESUMO

Comprender a evolução de determinada área do conhecimento é fundamental para capturar o seu desenvolvimento e facilitar a sua disseminação. Assim, este artigo apresenta um estudo bibliométrico sobre Industry 4.0. Para isso, são analisados os metadados de 1382 publicações, as quais foram publicadas, entre os anos de 2013 e 2017, em veículos indexados à Web of Science. Os resultados encontrados revelaram que as pesquisas sobre Industry 4.0 foram oriundas de diversos países e que a Alemanha lidera o ranking de publicações por países ao ter publicado 462 das 1382 publicações sobre Industry 4.0. Destaca-se que na atualidade as palavras mais recorrentes em publicações científicas sobre Industry 4.0 são: “big data”; “era”; “review”; “opportunity” e “smart manufacturing”, ou seja, elas representam as tendências e os principais objetos de interesse sobre o tema na atualidade.

Palavras-chave: Bibliometria; Engenharia; Indústria 4.0.

Received on August 28, 2018.
Approved on December 23, 2019.

How to Cite (APA) _____

Silveira Gontijo, T., & Motta Alves, F. (2019). A Bibliometric study on Industry 4.0. *Journal of Profess. Bus. Review*, 4(2), 35-42. doi:<http://dx.doi.org/10.26668/businessreview/2019.v4i2.112>



¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais (Brasil). Email: tsgontijo@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2636-899X>

² Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix, Minas Gerais (Brasil). Email: fabianamottaalves@yahoo.com.br

INDÚSTRIA 4.0: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

ABSTRACT

Understanding the scientific production evolution of a certain area of knowledge is fundamental to capture its development and facilitate its dissemination. Thus, this paper presents a bibliometric study on Industry 4.0. For that, the metadata of 1382 publications, which were published, between the years of 2013 and 2017, in vehicles indexed to the Web of Science are analyzed. The results found that the research on Industry 4.0 came from several countries and that Germany leads the ranking of country publications by having published 462 of the 1382 publications on Industry 4.0. It should be noted that currently the most recurring words in scientific publications on Industry 4.0 are: "big data"; "it was"; "Review"; "Opportunity" and "smart manufacturing", that is, they represent the trends and the main objects of interest on the topic today.

Keywords: Bibliometrics; Engineering; Industry 4.0.

1 INTRODUCTION

Compreender a evolução da produção científica de determinada área do conhecimento é fundamental para capturar o seu desenvolvimento e facilitar a sua disseminação, Chen et. al (2017), e, ainda, identificar as tendências nos estudos e as lacunas a serem preenchidas (Hu e Rousseau, 2016). Nesse sentido, os estudos bibliométricos tornam-se importantes, pois possibilitam investigar as características das publicações, tais como autoria, periódicos, temas e origens geográficas (Aria e Cuccurullo, 2017).

Diante do exposto, destaca-se que o objeto de estudo da presente pesquisa, a Indústria 4.0, tem despertado o conhecimento de várias áreas da ciência e gerado publicações sobre os mais diversos temas, como por exemplo: (i) Business & Information Systems Engineering (Lasi et. al, 2014); (ii) Service innovation and smart analytics (Lee, Kao e Yang; 2014); (iii) The future of communication (Wollschlaeger, Sauter e Jasperneite; 2017); (iv) Healthcare (Wan et. al, 2018) e (v) Cyber-physical systems architecture (Lee, Bagheri e Kao, 2015).

Embora várias pesquisas tenham estudado aplicações e conceitos relativos à Indústria 4.0, ainda persistem algumas lacunas de pesquisa, de modo que se formulam as seguintes perguntas de pesquisa: (i) qual é a evolução da produção científica sobre o tema? (ii) quais são os principais autores da área a nível nacional e internacional? (iii) em qual posição no ranking mundial de publicações está

situado o Brasil? De modo a responder a estas perguntas, este artigo apresenta um estudo bibliométrico sobre Industry 4.0, com base em material publicado sobre o tema, entre 2013 e 2017, e depositados na base da Web of Science. Os resultados encontrados fornecem um panorama da área de pesquisa e objetivam gerar insights para o desenvolvimento de futuros trabalhos, os quais poderão proporcionar contribuições para o avanço do conhecimento da Administração e Engenharia de Produção.

METHODOLOGY

Para a condução deste estudo, a base de dados escolhida para a seleção das publicações que compuseram a amostra foi a ISI Web of Knowledge (Reuters, 2018).

A escolha da Web of Science justifica-se pelo fato de esta base ser amplamente suportada por softwares que permitem recuperar uma maior variedade de metadados de interesse da pesquisa, tais como: abstract, cited references, times cited, authors, institutions e countries, o que viabilizou, portanto, as análises que foram feitas. Além disso, há que se salientar que os processos de busca naquela base também localizam artigos publicados em outras bases, desde que os seus abstracts estejam indexados na Web of Science. Isso é particularmente interessante para os periódicos

indexados, cujo fator de impacto é apurado pelo Journal Citation Report. Para realizar a busca utilizou-se o campo denominado tópico, que compreende as ocorrências de determinado (s) termo (s) nos campos título, resumo, palavras-chaves dos autores e keywords plus, estas criadas pela Web of Science a partir dos títulos originais das obras. Foi usado apenas um termo de busca: "Industry 4.0", grafado entre aspas. O universo amostral, compreendido entre o período de 2013 a 2017, consistiu de todas as publicações científicas sobre o tema. Assim sendo, o tamanho amostral foi de 1382 registros. Dessa forma, classificaram-se os materiais segundo o ano de publicação, país, área de pesquisa, periódico, autor e número de citações. De modo complementar, utilizou-se o para isso, o software VOSviewer.

RESULTS

Na análise dos dados, primeiramente, procurou-se identificar tendências de crescimento ou decréscimo no interesse do desenvolvimento de pesquisas sobre Industry 4.0. Neste sentido, a Figura 1 mostra a evolução temporal da produção científica sobre o tema. Observa-se que entre os anos de 2013

a 2017 houve um crescimento contínuo e significativo do número de publicações mundiais do estudo bibliométrico sobre o tema Industry 4.0. É possível constatar que o crescimento das publicações possui um caráter exponencial e que a força existente entre o número de publicações e a evolução dos anos é muito forte. Diante do exposto, percebe-se a importância estratégica da Indústria 4.0 (Santos, Santos e Junior, 2019; Silva, Kovaleski e Pagani, 2019), que pode se tornar uma importante fonte de vantagem competitiva para os países (Rüßmann, 2015; Zhou, Liu e Zhou, 2015; Roblek, Meško e Krapež, 2016; Da Costa, 2017).

Por fim, mas não menos importante, destaca-se que 927, das 1382 publicações sobre Industry 4.0 classificam-se como proceedings papers, ou seja, a tendência é que ocorra uma evolução muito significativa no número de artigos publicados em periódicos sobre o tema nos próximos anos. Atualmente o número de artigos é de apenas 344. Por fim destaca-se a carência de livros e capítulos sobre o tema, que atualmente somam duas publicações: (i) Industry 4.0 from a Managerial Economics Point of View e (ii) Big Data Analytics in Chemical Engineering (Černohous, 2017 e Chiang e Castillo, 2017).

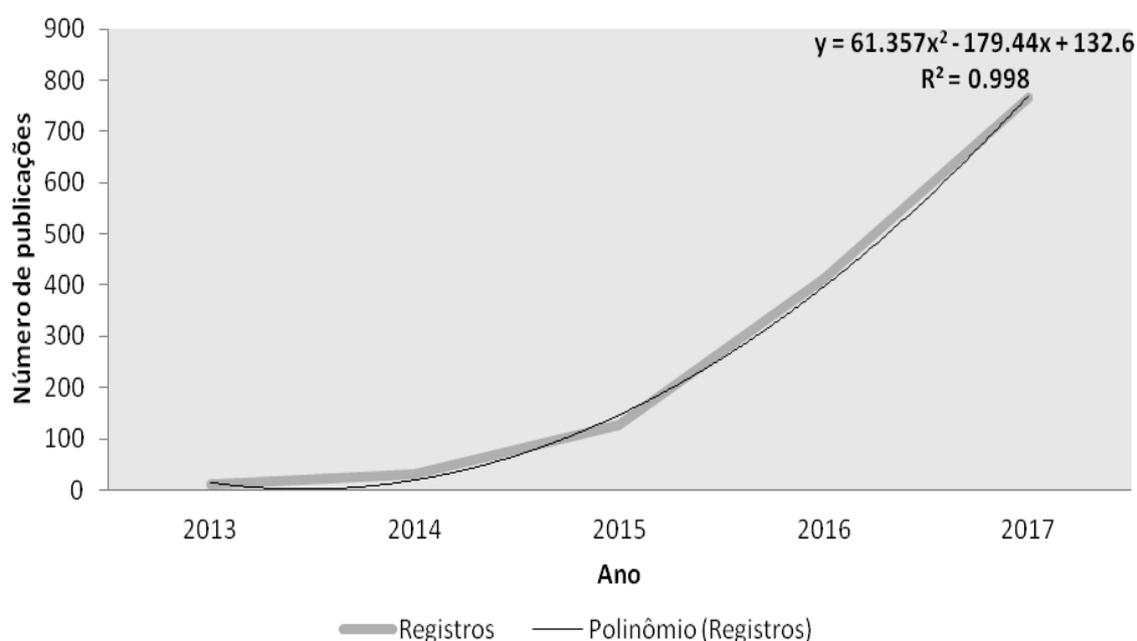


Figura 1: Evolução temporal do número de artigos publicados sobre Industry 4.0

Fonte: Web of Science - Adaptado pelos autores (2018).

Os resultados encontrados também revelaram que as pesquisas sobre Industry 4.0 foram oriundas de diversos países. Conforme ilustrado na Figura 2, entre 2013 e 2017, os pesquisadores da Alemanha lideraram o ranking de publicações por países. Ao ter publicado 462 das 1382 publicações sobre Industry 4.0 a Alemanha superou a soma do número de artigos publicados pela República Popular da China, Itália, Inglaterra, Espanha e Taiwan, que,

respectivamente, ocuparam a segunda, terceira, quarta, quinta e sexta colocações naquele ranking. O Brasil, por exemplo, ocupou a 14ª posição com apenas 31 publicações, o que ainda é considerado um número muito baixo, pois, confere apenas um montante de 2.2% das publicações mundiais sobre o tema.

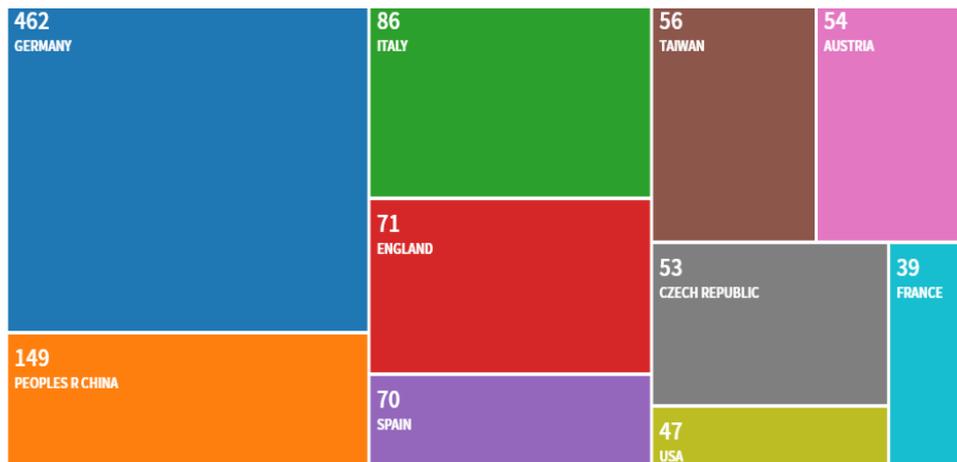


Figura 2- Os dez principais países sede de pesquisas sobre Industry 4.0
 Fonte: Web of Science - Adaptado pelos autores (2018).

Ainda foi apurado que os artigos sobre Industry 4.0 publicados entre 2013 e 2017 foram agrupados em 21 categorias da base de dados Web of Science. Embora as publicações possam pertencer a mais de uma categoria, a Figura 3 mostra que, conforme esperado, sobressaíram-

se as categorias: (i) Engenharia Elétrica e Eletrônica, com 507 publicações; (ii) Engenharia de Produção, que possui 267 publicações e (iii) Ciência da Computação e Sistemas de Informações, que obtiveram 152 publicações.



Figura 3- As dez principais categorias dos artigos publicados sobre Industry 4.0
 Fonte: Web of Science - Adaptado pelos autores (2018).

Juntos, os doze autores que mais publicaram no mundo entre 2013 e 2017, publicaram 115 artigos sobre o tema (Figura 4), o equivalente a 8,3% do total de publicações. Além disso, de certo modo, as instituições nas quais atuam estes autores podem

ser vistas como possíveis centros de pesquisa tecnológicos voltados para os avanços da Industry 4.0. Destaca-se que a 10ª posição também foi ocupada pelos autores: Jasperneite, J.; Perez, F. e Richert, A.

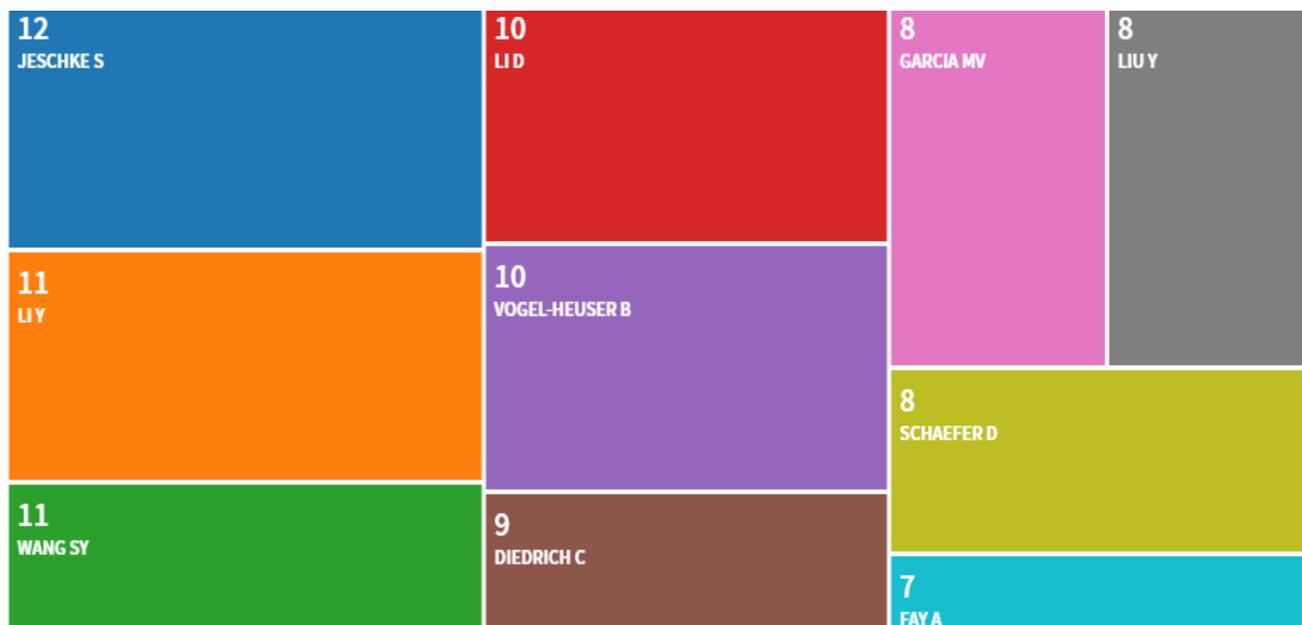


Figura 4- Os dez autores que mais publicaram sobre Industry 4.0
Fonte: Web of Science - Adaptado pelos autores (2018).

Conforme apresentado na Figura 4, os cinco principais autores são respectivamente: (i) Jeschke, S., que possui como principal trabalho um estudo sobre a “internet das coisas” (JESCHKE et. al, 2017); (ii) Li, Y., que aborda dentre outras coisas, o aspecto gerencial e humano na Indústria 4.0 (SHAMIM et. al, 2015); (iii) Wang, S., que tem a smart factory como sua principal pesquisa (WANG et. al, 2016); (iv) Li, D. que é parceiro de pesquisa do autor Wang, S. e, por fim (v) Vogel-Heuser, B., autor cujo interesse está voltado para estudos sobre os conceitos da Indústria 4.0 (VOGEL-HEUSER e HESS, 2016).

De modo a verificar as áreas “quentes” e “frias” sobre Industry 4.0, verificou-se os títulos de todas as publicações do período analisado. Para tal, adotou-se como critério de inclusão no diagrama de palavras, expressões que apareceram pelo menos dez vezes em títulos distintos. A legenda de cores (parte inferior da Figura 5) relaciona a tendência temporal de utilização de termos, onde expressões em roxo constituem termos mais utilizados em pesquisas antigas e expressões amarelas são as mais atuais em publicações científicas. O tamanho do círculo associado a uma palavra é uma proxy para o número de ocorrências.

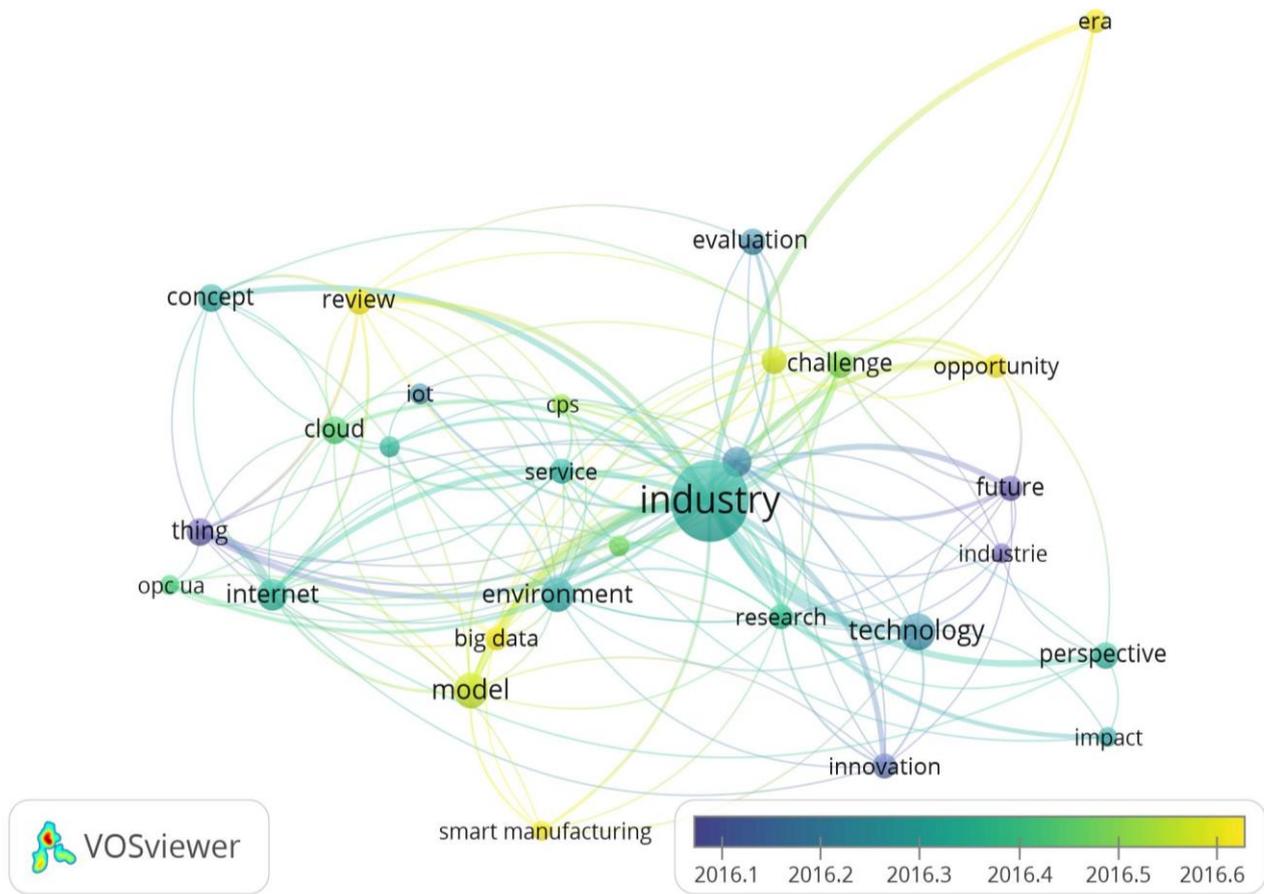


Figura 5: Palavras mais recorrentes nos títulos das publicações sobre Industry 4.0
 Fonte: Web of Science - Adaptado pelos autores (2018).

CONCLUSIONS

A origem e o desenvolvimento deste trabalho foram apresentados em um estudo bibliométrico sobre o tema “Industry 4.0”, desenvolvido a partir da análise dos metadados de 1382 publicações mundiais, os quais foram publicados entre 2013 e 2017 em publicações indexadas à base de dados Web of Science. É provável que haja outras importantes publicações sobre “Industry 4.0”, mas esta probabilidade deverá ser muito baixa, pois o banco de publicações da Web of Science é considerado um dos mais completos.

Os resultados obtidos mostraram que a produção científica sobre a “Industry 4.0” já é uma realidade nos países desenvolvidos como, a Alemanha por exemplo. Destaca-se que importantes países, como os Estados Unidos da América ainda estão muito

longe ainda do nível de vanguarda obtido pela Alemanha. Também foi possível detectar a importância de alguns autores na área estudada. Onde a principal referência é Jeschke, S., tendo publicado no período analisado 12 trabalhos científicos. As 1382 publicações acadêmicas cobriram 21 áreas de pesquisa, com destaque para as categorias (i) Engenharia Elétrica e Eletrônica; (ii) Engenharia de Produção e (iii) Ciência da Computação e Sistemas de Informações.

Destaca-se que na atualidade as palavras mais recorrentes em publicações científicas sobre Industry 4.0 são: “big data”; “era”; “review”; “opportunity” e “smart manufacturing”, ou seja, elas representam as tendências e os principais objetos de interesse sobre o tema na atualidade. Por outro lado, expressões como “future”, “industrie”; “innovation” e “thing” remetem aos termos mais

utilizados nas primeiras publicações sobre a Indústria 4.0, o que faz sentido, pois era de se esperar que os trabalhos seminais apontassem para os novos caminhos industriais e sobre a possibilidade de inovação com a internet das coisas, por exemplo.

REFERENCES

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.
- Černohous, J. (2017). Industry 4.0 from a Managerial Economics Point of View. *Communication Today*, 8(2), 173-174.
- Chen, B., Tsutsui, S., Ding, Y., & Ma, F. (2017). Understanding the topic evolution in a scientific domain: An exploratory study for the field of information retrieval. *Journal of Informetrics*, 11(4), 1175-1189.
- Chiang, L., Lu, B., & Castillo, I. (2017). Big Data analytics in chemical engineering. *Annual review of chemical and biomolecular engineering*, 8, 63-85.
- da Costa, C. (2017). Indústria 4.0: o futuro da indústria nacional. *POSGERE-Pós-Graduação em Revista/IFSP-Campus São Paulo*, 1(4), 5-14.
- Hu, X., & Rousseau, R. (2016). Scientific influence is not always visible: The phenomenon of under-cited influential publications. *Journal of Informetrics*, 10(4), 1079-1091.
- Jeschke, S., Brecher, C., Meisen, T., Özdemir, D., & Eschert, T. (2017). Industrial internet of things and cyber manufacturing systems. In *Industrial Internet of Things* (pp. 3-19). Springer, Cham.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239-242.
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia Cirp*, 16, 3-8.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23.
- Li, X., Li, D., Wan, J., Vasilakos, A. V., Lai, C. F., & Wang, S. (2017). A review of industrial wireless networks in the context of industry 4.0. *Wireless networks*, 23(1), 23-41.
- Reuters, T. (2018). ISI web of science. New York: Thomson Reuters.
- Roblek, V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A complex view of industry 4.0. *Sage Open*, 6(2), 2158244016653987.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group, 9.
- Silva, V., Kovaleski, J., & Pagani, R. (2019). Technology Transfer and Human Capital in the Industrial 4.0 Scenario: A Theoretical Study. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 11(1), 102-122. doi: <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2019.v11i1.369>
- Santos, I., Santos, R., & Silva Junior, D. (2019). Analysis of the Industry 4.0 How Breaking Element in Production Administration. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 11(1), 48-64. doi: <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2019.v11i1.381>
- Shamim, S., Cang, S., Yu, H., & Li, Y. (2016, July). Management approaches for Industry 4.0: A human resource management perspective. In *Evolutionary Computation (CEC), 2016 IEEE Congress on* (pp. 5309-5316). IEEE.
- Vogel-Heuser, B., & Hess, D. (2016). Guest editorial Industry 4.0—prerequisites and visions. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 13(2), 411-413.
- Wan, J., Tang, S., Li, D., Imran, M., Zhang, C., Liu, C., & Pang, Z. (2018). Reconfigurable Smart Factory for Drug Packing in Healthcare Industry 4.0. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*.

Wollschlaeger, M., Sauter, T., & Jasperneite, J. (2017). The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 11(1), 17-27.

Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015, August). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. In *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, 2015 12th International Conference on (pp. 2147-2152). IEEE.