

INDICADORES DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE INDÚSTRIA 4.0

Laudicéia Normando de Souza - laudiceianormandosouza@gmail.com

Universidade Federal de Sergipe - UFS

Jandira Reis Vasconcelos - jandirasantosreis@yahoo.com.br

Universidade Federal de Sergipe - UFS

Cleide Ane Barbosa da Cruz - cleideane.barbosa@bol.com.br

Universidade Federal de Sergipe - UFS

Ana Eleonora Almeida Paixão - aepaixao@gmail.com

Universidade Federal de Sergipe - UFS

Resumo

A Indústria 4.0 evidencia características como a incorporação de tecnologias de informação, ganhos de produtividade por intermédio da conexão entre a Universidade, Indústria e Governo. Neste contexto, essa pesquisa tem como proposta mostrar os indicadores da produção científica e conceitos tecnológicos da Indústria 4.0. Para verificar o panorama da exploração do tema e alcançar o objetivo, foi realizada uma pesquisa de análise descritiva e quantitativa, com procedimentos bibliométricos nas bases de dados Scopus e Web of Science, nas quais foram extraídos respectivamente 126 e 96 artigos científicos. Os dados analisados permitiram caracterizar a dinâmica das pesquisas da Indústria 4.0, evidenciando resultados promissores na indicação do quantitativo de artigos compreendidos entre 2015 a 2018, demonstração dos países com maior e menor proeminência de pesquisa, quantitativo distributivo das publicações por área de conhecimento e por periódicos. Os resultados mostraram-se promissores para o desenvolvimento de novas pesquisas nesta temática.

Palavras-chave — Indústria 4.0, Indicadores, Bibliometria.

Abstract

Industry 4.0 highlights characteristics such as the incorporation of information technologies, productivity gains through the connection between the University, Industry and Government. This paper aims to show the indicators of scientific and technological production on Industry 4.0. To verify the panorama of the exploration of the theme and reach the objective, a descriptive and quantitative analysis research was performed, with bibliometric procedures in the Scopus and Web of Science databases, in which 126 and 96 scientific articles were extracted respectively. The data analyzed allowed to characterize the dynamics of Industry 4.0 research, showing promising results in the indication of the quantity of articles from 2015 to 2018, demonstration of the countries with the highest and lowest research prominence, the distributive quantity of publications by knowledge area and by periodicals. The results were promising for the development of new research on this subject.

Keywords — Industry 4.0, Indicators, Bibliometrics.

1 INTRODUÇÃO

Uma nova tendência de quebra de paradigma de produção mundial, pesquisada e aplicada com avidez principalmente na Europa, baseia-se em uma sistemática de automação e integração entre a internet e a fábrica em um espaço cyber-físico, conectando e interligando máquinas de uma maneira equânime em toda organização social, essa nova mentalidade revolucionária é chamada de Indústria 4.0 (FREITAS;FRAGA;SOUZA, 2016).

Essa revolução, provocará alterações profundas na sociedade econômica, valores, formas de relacionamentos nas escolhas dos produtos e serviços, inovação colaborativa, manufatura adicional, redes e plataformas digitais, constituindo-se um ambiente promissor para oportunidades de criação de vantagens competitivas entre a indústria de vanguarda e as outras (COELHO, 2016).

Diante das mudanças tecnológicas oriundas da Indústria 4.0, o processo de Transferência de Tecnologia ocorrendo de forma constante, gradual e complexa, conectada por intermédio da relação entre

Universidade, Indústria e Governo (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2019). Neste contexto, o presente trabalho tem como proposta mostrar os indicadores da produção científica e tecnológica sobre a Indústria 4.0.

2 PROCESSO HISTÓRICO DA INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0 vem sendo denominada como a 4ª Revolução Industrial, pois de maneira idêntica às demais revoluções anteriores, a inovação tecnológica consiste no ponto de partida para o rompimento dos velhos paradigmas rumo ao remodelamento intensificado dos sistemas de produção, evidenciando características como a incorporação de tecnologias de informação com capacidade promotora de ganhos substanciais de produtividade, flexibilidade e natureza transformadora do trabalho industrial (TESSARINI, SALTORATO; 2018).

O processo histórico da Indústria, segundo Coelho (2016) tem início com a primeira revolução industrial em 1760 e 1840, culminando no presente século com a Indústria 4.0, conforme pode ser observado no Quadro 1:

Quadro 1. Processo histórico da Indústria

INDÚSTRIA 1.0	INDÚSTRIA 2.0	INDÚSTRIA 3.0	INDÚSTRIA 4.0
A primeira revolução Industrial começou entre 1760 e 1840 na Inglaterra, com a substituição progressiva dos métodos artesanais por máquinas e ferramentas, pela exploração do carvão como energia alternativa à madeira e outros biocombustíveis, e pelo uso crescente da energia do vapor. As alterações dos processos produtivos tiveram consequências significativas a nível econômico e social. O artesanato que até então controlava todo o processo produtivo, desde a exploração da matéria-prima até à comercialização do produto final, passou a trabalhar para um padrão que controlava o processo, a matéria-prima, o produto final e os lucros.	Nas décadas que se seguiram e sensivelmente até ao fim da segunda guerra mundial (1945), as evoluções foram significativas na área da indústria química, elétrica e do aço, assim como um aprimoramento significativo das técnicas existentes. Surgiram os primeiros barcos de aço movidos por potentes motores a vapor, revolucionando o transporte de mercadorias. Surgiram também as primeiras linhas de produção que viriam a permitir a produção em massa e a baixos custos. A invenção e inovação andaram de mãos dadas nesta que foi a segunda revolução Industrial.	Nas décadas de 1950 e 1970 começou-se a desenhar aquela que viria a ser considerada a terceira revolução Industrial, a revolução digital, com a proliferação e uso dos semicondutores, dos computadores, automação e robotização em linhas de produção, com informação armazenada e processada de forma digital, as comunicações, os telefones móveis e a internet.	No início do século XXI, com o desenvolvimento da internet, sensores cada vez mais pequenos e potentes, com preços cada vez mais acessíveis, software e hardware cada vez mais sofisticado, a capacidade das máquinas aprenderem e colaborarem criando gigantescas redes de “coisas”, iniciou-se uma transformação na indústria, cujo impacto na competitividade, na sociedade e na economia será de tal forma que irá transformar o mundo tal como o conhecemos.

Fonte: Adaptado de Coelho (2016)

A Indústria 4.0 intensamente focada no contínuo progresso em termos de eficácia, segurança e produtividade das operações, notadamente no retorno do investimento, várias são as tecnologias disponíveis, no Quadro 2 serão evidenciadas os pilares da indústria inteligente, a saber: Internet das Coisas e Serviços (IoT); Cyber-Physical Systems(CPS); Big-Data (COELHO, 2016).

Quadro 2. Pilares da Indústria Inteligente

INTERNET DAS COISAS E SERVIÇOS	CYBER-PHYSICAL SYSTEMS	BIG-DATA
O termo Internet das Coisas “Internet of Things (IoT)” refere-se a objetos físicos e virtuais ligados à	Cyber-Physical Systems (CPS) são sistemas que integram computação, redes de comunicação,	O termo BIG-Data refere-se a grandes quantidades de dados que são armazenados a cada instante

<p>internet, tem as suas raízes no MIT (Massachusetts Institute of Technology) quando em 1999 um grupo desenvolvia o seu trabalho na área da identificação por rádio frequência (RFID) conectada. Desde então, tem sido impulsionada pelo aparecimento e uso generalizado de sensores cada vez mais pequenos e baratos, assim como um avanço nos dispositivos móveis, comunicações wireless e tecnologias cloud.</p>	<p>computadores embutidos e processos físicos interagindo entre si e influenciando-se mutuamente. É o resultado da evolução tecnológica dos computadores, dos sensores, e das tecnologias de comunicação, que ao evoluírem no sentido de maior agilidade, capacidade de processamento e preços cada vez mais acessíveis tem permitido a sua conjugação de forma efetiva e em tempo-real.</p>	<p>resultante da existência de milhões de sistemas atualmente ligados a rede (IoT), que produzem dados em tempo real sobre quase tudo e que se querem disponíveis em todo o lado.</p>
--	--	---

Fonte: Adaptado de Coelho (2016)

A constante necessidade das organizações manterem-se competitivas, estimulam a busca por mudanças sistemáticas, visando atender aos anseios dos consumidores ávidos e exigentes com demandas cada vez mais diversificadas e contínuas. Nesse contexto, a busca na adequação dos processos empresariais visando uma produção mais eficiente, conduzem ao caminho da Indústria 4.0, condicionando entre outros fatores, o emprego intensivo da Internet das Coisas (IIoT), Sistemas Cyber-Phísicos, Big-Data etc, nos ambientes de produção tendo como principal expectativa o aumento do nível da capacidade de monitoramento, controle dos equipamentos de forma mais distribuída de forma a impactar positivamente nos custos e qualidade dos produtos ofertados (OLIVEIRA, 2017).

Collabo (2016) apresenta uma visão realista do ambiente empresarial utilizando as tecnologias disponíveis (Internet das Coisas e Serviços (IoT); Cyber-Physical Systems(CPS); Big-Data, etc), partindo da digitalização, conectividade desde o chão de fábrica até o sistema de logística, em um ambiente onde máquinas conversam com máquinas, com ferramentas, peças e seres humanos, ocorrendo interação e troca de informações onde máquinas agem como tomadoras de decisões para o melhor fluxo do processo produtivo visando redução de custos.

3 METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo, foi realizada uma pesquisa de análise descritiva e quantitativa, com procedimentos bibliométricos, nos artigos de periódicos científicos que abordavam o tema objeto desse estudo, ou seja, “Indústria 4.0”. A coleta de dados foi feita através do Portal de Periódicos da Capes, especificamente nas bases de dados Scopus e Web of Science. A escolha às essas bases se deu por se tratarem de fontes de informações científicas, com caráter multidisciplinar, com abrangência internacional, além de favorecer as pesquisas métricas por meio de indicadores. A estratégia de busca foi através da combinação dos termos: "Industry 4.0", "Fourth industrial", no campo pesquisa avançada, utilizou-se como filtro todos os campos. Posteriormente, definiu-se como variáveis para mensuração: Ano de publicação da pesquisa, País, Área do Conhecimento e Periódico. A pesquisa abordou um período temporal compreendido entre os anos de 2015 a 2018.

Para a mensuração dos dados, as variáveis foram arroladas em um banco de dados, utilizando-se o Software Excel, onde foi possível a construção dos gráficos e a análise quantitativa dos resultados.

Quadro 3. Resultado das buscas na Base Web of Science e Scopus

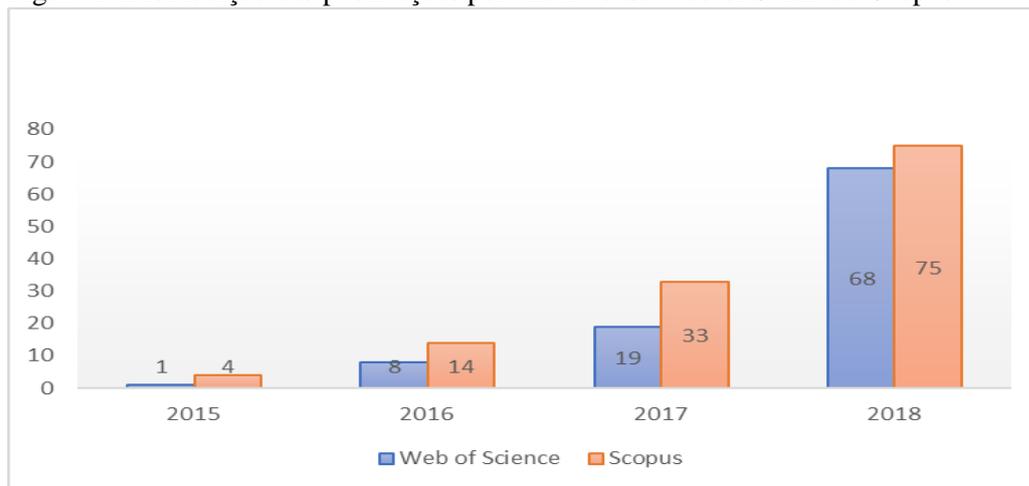
Palavras-chave	WEB OF SCIENCE	SCOPUS
"Industry 4.0"	Publicações encontradas: 96	Publicações encontradas: 126
"Fourth industrial"		

Fonte: Autoria própria (2019)

4 RESULTADOS

A combinação dos termos pesquisados, "Industry 4.0", "Fourth industrial", culminou em 222 artigos publicados em periódicos científicos, indexados nas bases Web of Science e Scopus. Os dados representados nas Figuras abaixo ilustram o panorama dessa pesquisa, através da mensuração das variáveis: Ano de publicação; Países; Área de conhecimento e Periódico.

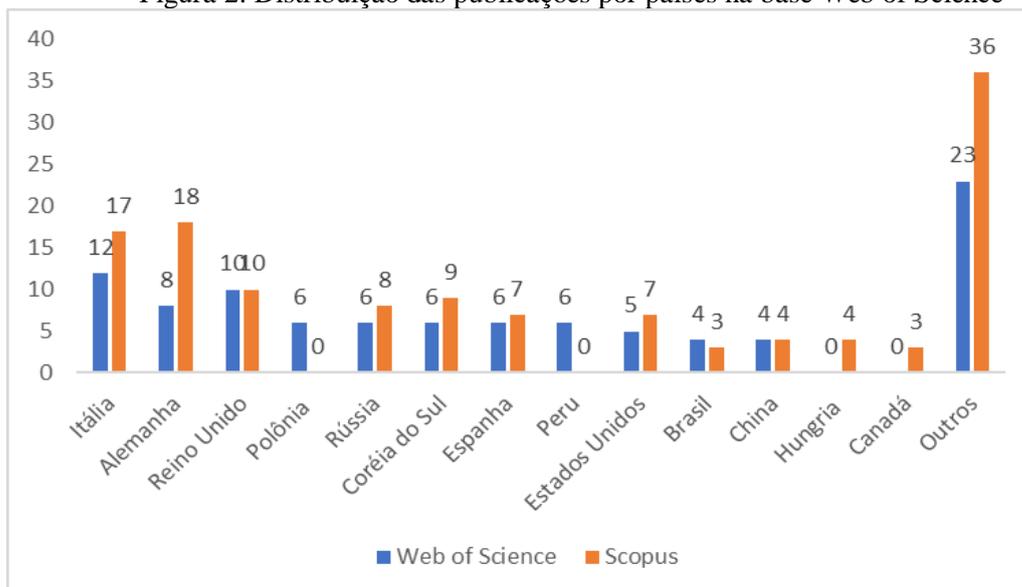
Figura 1. Distribuição das publicações por ano na base Web of Science e Scopus



Fonte: Adaptado do banco de dados da base Web of Science e Scopus (2019)

O processo evolutivo de publicações por ano verificou-se no quantitativo compreendido entre 2015 e 2018. Percebendo-se, através da Figura 1, uma evolução gradual e um aumento quantitativo no decorrer do período pesquisado, em ambas as bases; porém a base Scopus possui mais artigos indexados em relação à Web of Science, respectivamente 126 e 96.

Figura 2. Distribuição das publicações por países na base Web of Science

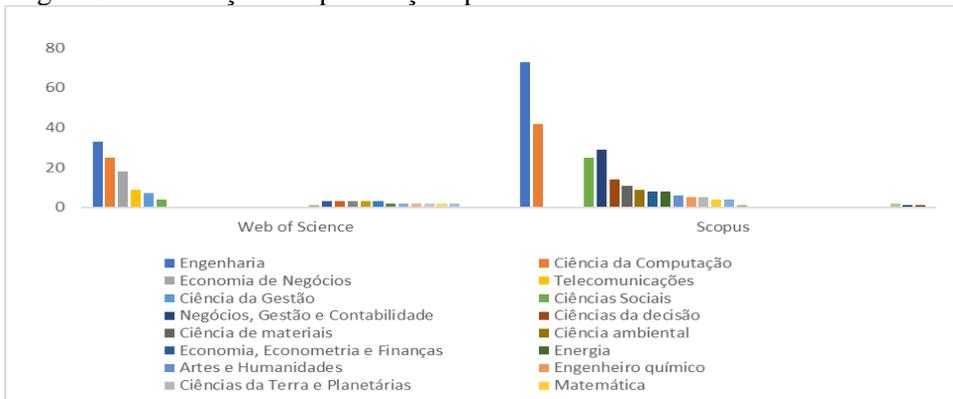


Fonte: Adaptado do banco de dados da base Web of Science e Scopus (2019)

No que diz respeito ao quantitativo de pesquisas por países, a Figura 2 apresenta os 13 países mais proeminentes em pesquisas sobre a Indústria 4.0. É possível perceber que, na Web of Science, a Itália está à frente dos demais países apresentados, com 12 publicações. Destaca-se do Reino Unido e Alemanha, que apresentam 10 e 8 publicações respectivamente.

Na Scopus, verifica-se que o país de destaque é a Alemanha com 18 publicações, está à frente da Itália, Reino Unido e os demais países apresentados. Em ambas as bases, o Brasil ocupa o penúltimo lugar, porém apresentando o mesmo número de publicações da China e do Canadá, destacando-se como um potencial de crescimento qualitativo e quantitativo fomentador do arcabouço acadêmico nacional e internacional na temática da Indústria 4.0.

Figura 3 Distribuição das publicações por área de conhecimento na base Web of Science e Scopus

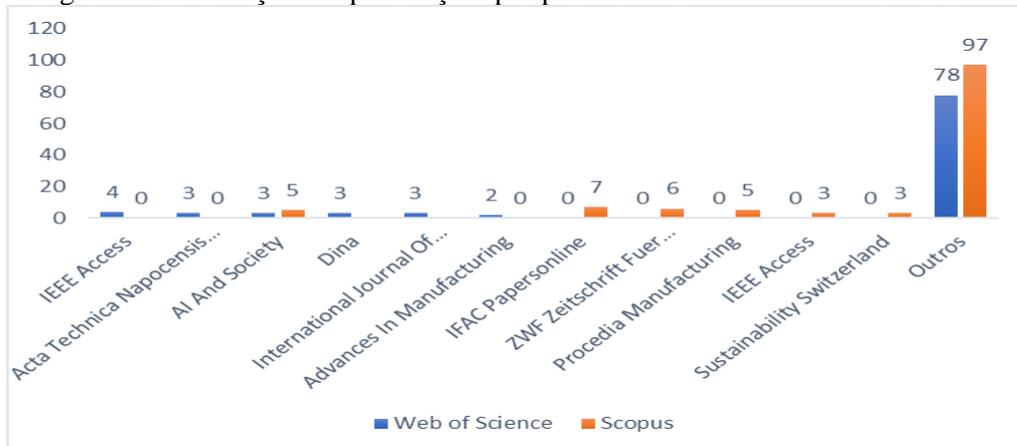


Fonte: Adaptado do banco de dados da base Web of Science e Scopus (2019)

Em relação a distribuição das publicações por área de conhecimento, observa-se na Figura 3 que na base Web of Science, destaca-se as áreas de Engenharia, Ciências da Computação, Economia e Negócios e Telecomunicações, por sua vez, as áreas com menor distribuição, a saber: Química, Interdisciplinar, Comunicação, Educação, Geografia, Direito, Administração.

Na base do Scopus, destacam-se as áreas de Engenharia, Ciência da Computação, Negócios, Gestão e Contabilidade, com menor distribuição das publicações, as áreas de Química, Ciências Agrárias e Biológicas, Multidisciplinar e Psicologia.

Figura 4. Distribuição das publicações por periódicos na base da Web of Science e Scopus



Fonte: Adaptado do banco de dados da base Web of Science e Scopus (2019)

Na Figura 4, constata-se que ambas as bases desta pesquisa, possuem periódicos em comum, o AI And. Society, este possuindo mais artigos na base de dados da Scopus. Em relação ao quantitativo de pesquisas publicadas por fonte no total de 126 revistas, percebe-se uma concentração expressiva (80%) de artigos publicados em “outras” revistas diversificadas nas bases de dados da Web of Science e Scopus, em segundo plano buscou-se verificar o periódicos com maior número de artigos publicados na base de dados da Scopus, destacando-se a IFAC Papersonline com 7(sete) publicações e o IEEE Access com 4 (quatro_ publicações para base de dados da Web of Science.

5 CONCLUSÃO

A combinação dos termos pesquisados, "Industry 4.0", "Fourth industrial", culminou em 222 artigos publicados em periódicos científicos, indexados nas bases Web of Science e Scopus. No período compreendido entre 2015 a 2018, ocorreu uma evolução significativa e impactante dos artigos indexados nas bases desta pesquisa; Itália, Alemanha e Reino Unido são os países que mais se destacaram-na produção acadêmica para o fomento do arcabouço científico, importante destacar que embora o cenário brasileiro seja evidenciado em penúltimo lugar, sua posição é merecedora de destaque entre os 13 países com significativa relevância de pesquisas na temática da Indústria 4.0.

Engenharia, Ciências da Computação, Economia e Negócios e Telecomunicações, Negócios, Gestão e Contabilidade são as áreas do conhecimento com maior distribuição das publicações, por sua vez, as áreas com menor distribuição quantitativa são Química, Interdisciplinar, Comunicação, Educação, Geografia, Direito, Administração, Ciências Agrárias e Biológicas, Multidisciplinar e Psicologia.

Os periódicos IFAC Papersonline e o IEEE Access são destaque na base de dados da Web of Science e no quantitativo das distribuições, outros periódicos diversificados concentram 90% das publicações.

Para fins de futuros trabalhos, sugere-se pesquisas relacionadas com um maior número de base de dados. O caráter contributivo desta pesquisa, pode servir de base para futuros trabalhos acadêmicos e profissionais em pesquisas relacionadas a indicadores bibliométricos ou no aprofundamento acadêmico da temática da Indústria 4.0.

REFERENCES

COELHO, P. N. M. Rumo à Indústria 4.0. **Dissertação** (Mestre em Engenharia e gestão Industrial) - Universidade de Coimbra. Coimbra, p. 1-65. 2016. Disponível em <<https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/36992/1/Tese%20Pedro%20Coelho%20Rumo%20à%20Industria%204.0.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2019.

COLLABO. **A Indústria 4.0 e a revolução digital.** Disponível em: <<https://alvarovelho.net/attachments/article/114/ebook-a-industria-4.0-e-a-revolucaodigital.pdf>>. Acesso em 30 jul 2019.

FREITAS, M. M B. C; FRAGA, A. M.; SOUZA, G. P. L. Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade uma pesquisa ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. **Caderno PAIC**, v. 17, n. 1, p. 111-117, 2016. Disponível em <<https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/214>>. Acesso em: 29 jul 2019.

OLIVEIRA, L.E. S -. Concepção de um framework para monitoramento e teleoperação de máquinas-ferramenta CNC via internet aderente à Indústria 4.0. **Dissertação** (Mestrado em Sistemas Mecatrônicos)—
Proceeding of ISTI/SIMTEC – ISSN:2318-3403 Aracaju/SE – 25 to 27/09/ 2019. Vol. 10/n.1/ p.1041-1047
D.O.I.: 10.7198/S2318-3403201900011000

Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em <
file:///C:/Users/laudi/Downloads/2017_LuizEduardoSantosdeOliveira%20(1).pdf>. Acesso em: 30 jul. 2019.

SAKURAI, R.; ZUCHI, J. D. As Revoluções Industriais até à Indústria 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 480-491, 2018. Disponível em <
<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/386>>. Acesso em 28 jul 2019.

SILVA, V.L.; KOVALESKI, J.L; PAGANI, R.N -Technology Transfer and Human Capital in the Industrial 4.0 Scenario: A Theoretical Study. **Future Studies Research Journal**, v.11, n.1, p. 102 – 122, 2019. Disponível em <
<https://www.revistafuture.org/FSRJ/article/view/369/436>>. Acesso em 27 jul 2019.

TESSARINI, G; SALTORATO, P. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 743-769, jun. 2018. ISSN 16761901. Disponível em: <
<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2967>>. Acesso em: 30 jul. 2019.