

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA RELACIONADA À QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL (INDÚSTRIA 4.0)

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PRODUCTION RELATED TO THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION (INDUSTRY 4.0)

Francisco Valdivino Rocha Lima – valdivinorocha@ifpi.edu.br

Program of Postgraduate in Intellectual Property Science – Federal University of Sergipe

Gislene Vieira da Silva – gislenevs2@hotmail.com

Program of Postgraduate in Intellectual Property Science – Federal University of Sergipe

Fabício Carvalho da Silva – fabriciocarvalho@ifpi.edu.br

Program of Postgraduate in Intellectual Property Science – Federal University of Sergipe

João Antonio Belmino dos Santos – joaoantonio@ufs.br

Program of Postgraduate in Intellectual Property Science – Federal University of Sergipe

Daniel Pereira da Silva – silvadp@hotmail.com

Program of Postgraduate in Intellectual Property Science – Federal University of Sergipe

Ana Eleonora Almeida Paixão – aepaixao@gmail.com

Program of Postgraduate in Intellectual Property Science – Federal University of Sergipe

Resumo – O objetivo desse estudo foi analisar a produção científica relacionada à quarta revolução industrial (Indústria 4.0), por meio de uma pesquisa bibliométrica. Analisou-se 1.381 trabalhos, entre os anos de 2012 a 2017, indexados na plataforma científica *Web of Science*. O estudo contemplou os quantitativos e percentuais de produções científicas publicadas, palavras-chave mais frequentes, autores mais produtivos e artigos com maiores frequências de citações. Alemanha, China, Itália, Espanha e Inglaterra são os países que mais publicaram estudos acerca do tema, equivalente a 61,6% do total de estudos analisados. Os termos "*internet of things*" e "*iot*", que remetem a "*internet das coisas*" e "*big data*", foram os mais incidentes nas publicações e destacam-se como os principais impulsionadores para essa quarta revolução industrial.

Palavras-chave – Indústria 4.0, Inovação, Produção Inteligente.

Abstract – The objective of this study was to analyze the scientific production related to the fourth industrial revolution (Industry 4.0), through a bibliometric research. A total of 1,381 papers were analyzed between the years 2012 to 2017, indexed in the scientific platform *Web of Science*. The study included the quantitative and percentage of published scientific productions, most frequent keywords, more productive authors and articles with higher frequencies of citations. Germany, China, Italy, Spain and England are the countries that published the most studies, equivalent to 61.6% of the total number of studies analyzed. The terms "*internet of things*" and "*iot*", which refer to the "*internet of things*" and "*big data*", were the most incidental in the publications and stand out as the main drivers for this fourth industrial revolution.

Keywords – Industry 4.0, Innovation, Intelligent Production.

1 INTRODUÇÃO

A terceira Revolução Industrial iniciada a partir dos anos 70, decorrentes dos progressos alcançados nas duas décadas anteriores, vem se desenvolvendo até os dias atuais. É caracterizada pelo uso intensivo da eletrônica e da tecnologia da informação na automação de produção e, nos últimos anos, está passando por uma onda de digitalização generalizada, criando um ambiente propício para a promoção da quarta revolução Industrial ou a Indústria 4.0, cuja automação de manufatura é elevada a um novo nível, introduzindo tecnologias de produção em massa customizadas e flexíveis. Neste contexto, o aperfeiçoamento das tecnologias digitais em combinação com outras importantes tecnologias facilitadoras estão mudando a maneira como as organizações projetam, produzem, comercializam e geram valor a partir da oferta de produtos e serviços (VOGEL-HEUSER; HESS, 2016; MAYNARD, 2015; SCHMIDT et al., 2015).

O termo *Indústria 4.0* foi usado pela primeira vez no ano de 2011, durante a Feira de Hannover, na Alemanha, sendo apresentado como um projeto estratégico e de alta tecnologia para promover a competitividade da manufatura alemã em longo prazo e impulsionar suas exportações (LASI et al., 2014; DRATH; HORCH, 2014). A partir de então várias medidas estratégicas no âmbito da indústria surgiram pelo mundo, entre elas podem-se destacar a *Revolução robótica*, no Japão; a *Fábrica do futuro*, na França; a *Fábrica Digital*, no Reino Unido; a *Manufatura avançada*, nos Estados Unidos; a *Manufacturing Innovation 3.0*, na Coreia do Sul; e, a *Internet Plus*, na China (PIKE, 2014; KANG et al., 2016). Nesses países estão previstos investimentos expressivos; apenas na Alemanha estima-se que os valores deverão ultrapassar US\$ 2 bilhões anualmente, entre 2018 e 2020 (MÜLLER; BULIGA, 2018; KAGERMANN et al., 2013).

A Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial é um conjunto de tecnologias que, integradas, beneficiam-se da diminuição dos limites ou barreiras das dimensões físicas e virtuais, possibilitando que máquinas e pessoas trabalhem de forma coordenada e colaborativa, por meio de sistemas *cyberfísicos*, cujo objetivo é a criação de valor industrial inteligente, autorregulável e interconectado (LIAO et al., 2017). Os sistemas *cyberfísicos* compreendem máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e instalações de produção, que podem trocar dados e informações em tempo real, bem como tomar decisões, como iniciar ações, priorizar ordens de produção, aperfeiçoar tarefas e requisitos de manutenção e controlar-se mutuamente (LEE et al., 2015).

A Indústria 4.0 é influenciada por quatro tendências: o expressivo aumento do número de dados, decorrentes da evolução das tecnologias computacionais, sobretudo novas redes de longa distância; o aperfeiçoamento de recursos de análise e inteligência mercadológica; novos formatos de interação homem-máquina, a exemplo das interfaces de toque e sistemas de realidade aumentada; e, melhorias na transferência de instruções digitais para o mundo físico, como a robótica avançada, bem como a modelagem e a impressão em formato tridimensional. Essas tecnologias digitais vêm sendo desenvolvida durante anos, mas somente agora algumas delas estão no ponto em que a disponibilidade, a confiabilidade e o custo são atraentes o suficiente para o uso em escala industrial (SUNG, 2018; BAUR; WEE, 2015; LEE et al., 2013; KAGERMANN et al., 2013).

O conceito de Indústria 4.0 integra as inovações tecnológicas de vários segmentos e as aplica nos processos de fabricação e de serviços. São tecnologias que têm permitido o surgimento de novos formatos de negócios, produtos e serviços; e promovido melhorias expressivas em modelos existentes. Essas tecnologias, chamadas de habilitadoras, possibilitam que as linhas de produção sejam ágeis, produtivas e atendam o consumidor final de maneira personalizada (VOGEL-HEUSER; HESS, 2016; SCHMIDT et al., 2015).

As tecnologias habilitadoras são capazes de implantar no âmbito industrial e social parte das mudanças que as bases da Indústria 4.0 propõem. Essas tecnologias contemplam: *Internet das coisas* (troca de informações entre aparelhos e máquinas, por meio de ligação em rede); *Big Data Analytics* (softwares que processam um volume expressivo de dados, transformando-os em informações úteis às organizações); *Computação em nuvem* (poder computacional de memória e armazenamento de dados em servidores remotos, por meio da Internet); *Manufatura digital* (uso de sistemas computadorizados integrados para uso de modelagem e visualização); *Integração de sistemas* (conexão de sistemas centrais que auxiliam na obtenção de dados para obtenção de informações e alcance de qualidade e produtividade.); *Segurança digital* (novos conceitos e protocolos para redução de riscos na segurança da informação e cibernética); *Robótica avançada* (tecnologia que permite a substituição de pessoas por robôs em atividades de manufatura); e, *Manufatura aditiva* (criação de objetos a partir de um desenho feito por um programa de computador) (KUBLER et al., 2016; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; KAGERMANN et al., 2013; SCHMIDT et al., 2015).

Apesar de ser um conceito recente, a Indústria 4.0 é foco de estudos de pesquisadores de diversas áreas como engenharia, economia, ciência da computação, gestão etc. Neste trabalho analisaram-se os avanços do estado da arte relacionada à Indústria 4.0, a partir de um mapeamento científico realizado no *Web of Science*, a fim de revelar tendências e áreas de oportunidades, bem como identificar lacunas de pesquisa que possam ser executadas no âmbito do referido tema.

2 METODOLOGIA

A análise bibliométrica verifica a produção científica do ponto de vista quantitativo. É aplicada na sistematização de informações de uma determinada área temática, abrangendo a avaliação do progresso dos conhecimentos acerca de assunto em particular, assim como o padrão científico e a relevância das obras e fontes pesquisadas (MERIGO et al., 2015, BOUYSSOU; MARCHANT, 2011). Na presente análise bibliométrica sobre a Indústria 4.0 analisaram-se dados da produção científica publicada em periódicos e anais de congressos indexados na Web of Science.

A pesquisa contemplou aspectos longitudinais e geográficos, a produtividade de autores, os trabalhos mais relevantes em termos de citações e os temas com maior incidência. Identificaram-se 1.381 trabalhos publicados no período de 2012 a 2017, a partir da string de busca TITLE-ABS-KEY ("Industry 4.0" OR "Fourth Industrial Revolution"), no formato de Proceedings paper (987), Article (381) e Review (22). Os dados obtidos foram tratados, por meio dos softwares SciMAT (Science Mapping Analysis Tool), Microsoft Excel e VosViewer.

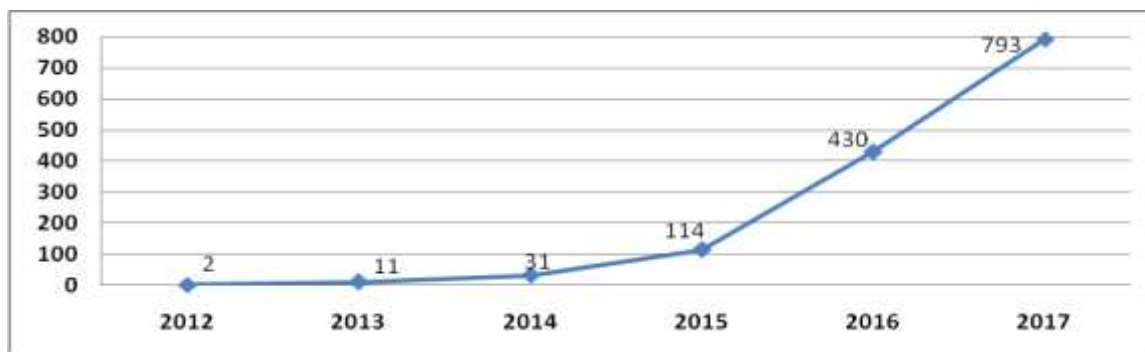
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segue a apresentação dos resultados alcançados e a discussão sobre os mesmos com base em cada variável coletada através da metodologia proposta nesta pesquisa.

3.1. INDÚSTRIA 4.0 E AS PUBLICAÇÕES EM NÚMEROS E PERCENTUAIS

Na Figura 2 as publicações começaram inexpressivamente no ano de 2012. No entanto, os estudos relacionados à Indústria 4.0 alcançaram, no período de 2012 a 2017, o patamar de 1.245 publicações. Um número significativo de publicações ao longo dos seis anos que demonstra uma maior abordagem sobre o tema por parte das produções científicas, dada à contemporaneidade do conceito. Nesse contexto, observa-se o início de um incremento nas publicações a partir de 2013 que permaneceu significativamente nos anos subsequentes. Sendo que o ano de 2017, o último ano correspondente ao corte temporal desta pesquisa, destacou-se de forma expressiva em relação aos demais por apresentar o maior número de publicações sobre o tema estudado, com 793 no total, comparado ao primeiro ano pesquisado que foi 2012, com apenas duas publicações. Aspecto passível de justificativa já que o primeiro registro sobre o termo Indústria 4.0 remete ao ano de 2011, na Alemanha, durante a Feira de Hannover (LASI et al., 2014; DRATH; HORCH, 2014).

Figura 1 - Número de publicações sobre Indústria 4.0 no período de 2012 a 2017



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Esse crescimento no número de publicações apresenta, ainda, relevantes aspectos quantitativos com relação a sua origem através dos países que mais publicaram sobre a Indústria 4.0, conforme Tabela 1.

TABELA 1
PRINCIPAIS PAÍSES ONDE OS ARTIGOS SOBRE INDÚSTRIA 4.0 FORAM DESENVOLVIDOS

Posição	País	Número de publicações	%	Número de citações	Média de citações	Índice <i>H</i>
1	Alemanha	454	33,3%	901	1,98	16
2	China	151	11,1%	470	3,11	11
3	Itália	93	6,8%	109	1,17	5
4	Espanha	72	5,3%	120	1,67	6
5	Inglaterra	69	5,1%	144	2,09	7
6	Taiwan	56	4,1%	97	1,73	4
7	Áustria	54	4,0%	152	2,81	5
8	República Checa	54	4,0%	32	0,59	3
9	Estados Unidos	47	3,5%	366	7,79	9
10	França	41	3,0%	62	1,51	3

Fonte: Elaborado pelos autores, com base no Software SCIMat (2018).

Por ser o país precursor em definir o termo *Industrie 4.0* e explorar as tecnologias de informação e comunicação direcionadas à indústria (ASSAD NETO; PEREIRA; DORZDA; SANTOS, 2018) é justificável a liderança ser da Alemanha que se destaca dos demais países em número de publicações. A presença de países como Áustria, Espanha, França, Inglaterra, Itália e República Checa assinalam para uma predominância no número de produções científicas advindas do continente europeu, o que indica uma difusão do tema para os países mais próximos a Alemanha. Já que China e Taiwan representam o continente asiático e os Estados Unidos pertencem ao continente americano.

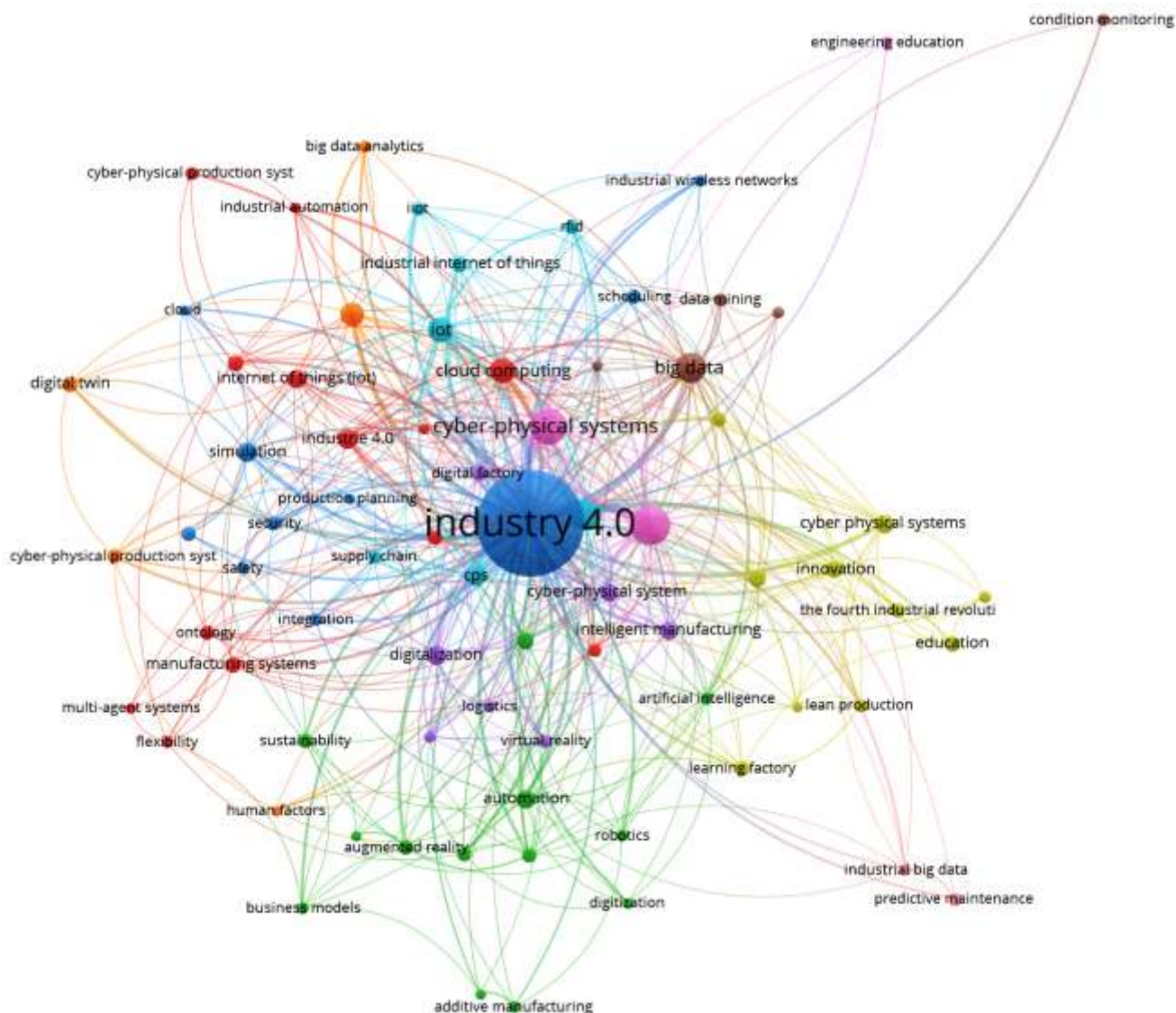
Importante indicador no segmento científico, o índice *H* é sinônimo de qualidade e notoriedade para os artigos e demais publicações científicas. Onde a quantificação da produção científica dos autores tem por base os artigos publicados pelos mesmos que receberam o maior número de citações (PERIÓDICOS CAPES, 2018). De forma sucinta, o Índice *H* é o número de trabalhos com citações maiores ou iguais a esse número (HIRSCH, 2005). Aspecto este bem observado entre esses dez países, referente à produtividade científica, refletindo assim a qualidade e a capacidade produtiva acadêmica e científica dos pesquisadores.

3.2. PALAVRAS-CHAVES

Na figura 2 é apresentada uma rede de ocorrência de termos comuns no conjunto de trabalhos analisados, o que resulta na formação de clusters das principais áreas de pesquisa. Na visualização da rede, os termos são representados pelo seu rótulo e por um círculo, cujo tamanho determina o peso de cada um deles. A cor determina o cluster a que o termo pertence e as linhas entre eles representam links (co-citação). A distância entre dois termos na visualização indica a relação entre o conteúdo dos trabalhos a que estão vinculados no tocante à co-citação.

Para a construção da rede apresentada na Figura 2, estabeleceram-se dois seguintes critérios: (1) os termos foram extraídos do título e do resumo de cada publicação; e (2) cada termo deveria constar no mínimo 7 vezes no conjunto das publicações. No total, identificou-se a incidência de 3443 termos, nos 1.381 trabalhos analisados, sendo que apenas 75 atenderam os critérios estabelecidos acima. A rede foi estruturada em dez clusters.

Figura 2 - Ocorrência de termos comuns nas publicações analisadas



Fonte: Elaborado pelos autores, com base no Software *VosViewer* (2018).

A incidência de termos associadas à Indústria 4.0 é conceitual e de relevância evidente no portfólio bibliográfico, havendo uma centralidade de 10 termos mais frequentes, em suas multiplicidades, a saber: "industry 4.0", "internet of things", "cyber-physical systems", "big data", "smart factory", "iot", "cloud computing", "smart manufacturing", "cps" e "inteligente manufacturing". Termos estes que constituem diversas tecnologias e concepções associadas à Indústria 4.0. Destes, os termos "internet of things" e "iot" que remetem a "internet das coisas" e "big data" que tem como base os 3Vs (volume, velocidade e variedade) de dados a serem analisados, entre outras tecnologias, foi destacado como as principais impulsionadoras para essa quarta revolução industrial (REIS; HASAN, 2018).

A Figura 2 revela, pois, as representações geradas pelo agrupamento dos trabalhos científicos, formando clusters (aglomerados). Sendo que as palavras existentes nos clusters possuem ligação direta entre si, assim como correspondem ao fator de separação entre estes aglomerados de palavras-chave. Já que a dimensão de cada palavra no cluster encontra-se relacionada a sua coocorrência nas publicações analisadas.

3.3. AUTORES

A Tabela 2 mostra os autores com maior destaque em produção científica relacionada à Indústria 4.0 através dos indicadores de Total de Publicações (TP), das Citações Recebidas (CR) e das Citações por item (CP) que remetem a média de citações por autores. É possível observar que a Alemanha, assim como demonstrado na Tabela 1, novamente se sobressaiu com relação aos demais países através das publicações de quatro dos dez autores analisados nesta pesquisa, que são: Sabrina Jeschke, Birgti Vogel-Heuser; Christian Diedrich e Armando Walter Colombo. A China se destaca em publicações percebidas através dos autores Shiyong Wang e Di Li.

TABELA 2
AUTORES MAIS PRODUTIVOS

Posição	Autor	Vínculo Acadêmico	País	TP	CR	CP	Índice <i>H</i>
1	JESCHKE, Sabina	Universidade de Rwth Aachen	Alemanha	14	11	0,79	2
2	WANG, Shiyong	Universidade de Tecnologia do Sul da China	China	11	204	18,55	6
3	LI, Yun	Universidade de Glasgow	Reino Unido	11	54	4,79	2
4	LI, Di	Universidade de Tecnologia do Sul da China	China	10	204	20,4	6
5	VOGEL-HEUSER, Birgit	Universidade Técnica de Munique	Alemanha	9	19	2,11	1
6	LIU, Y.	Universidade de Cardiff	Reino Unido	8	31	3,88	3
7	DIEDRICH, Christian	Universidade Otto von Guericke	Alemanha	8	29	3,63	3
8	COLOMBO, Armando Walter	Universidade de Ciências Aplicadas Emden /Leer	Alemanha	8	13	1,63	2
9	LEITÃO, P.	Instituto Politécnico de Bragança	Portugal	8	12	1,5	3
10	GARCIA, Marcelo V.	Universidade do País Basco	Espanha	8	0	0	0

Fonte: Elaborado pelos autores, com base no Software SCIMat (2018).

Apesar da Espanha não ter apresentado um bom desempenho, o continente europeu ainda alcança destaque através dos autores Yun Li e Liu, ambos representando o Reino Unido, e de Portugal, com Leitão, do Instituto Politécnico de Bragança.

3.4. NÚMERO DE CITAÇÕES

Do portfólio das 1.381 publicações analisadas, no período de 2012 a 2017, a Tabela 3 compõe os dez artigos mais citados. As publicações "Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment" e o "Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges" apresentam a maior expressividade em citações, no ano de 2014, com 172 e 155 citações, respectivamente. Observa-se, ainda, uma predominância de autores advindos de países Asiáticos com publicações tanto no ano de 2014 quanto em 2016, assim como, algumas das palavras-chave advinda da string de busca proposta nesta pesquisa, como os termos "industry 4.0", "big-data", "cyber-physical systems", "smart factory" e "smart manufacturing".

TABELA 3
TRABALHOS SOBRE INDÚSTRIA 4.0 COM O MAIOR NÚMERO DE CITAÇÕES

Posição	Título do Trabalho	Autores	Ano	Citações recebidas
1	Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment	Lee, Jay; Kao, Hung-An; Yang, Shanhu	2014	172
2	Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges	Monostori, Laszlo	2014	155
3	Cyber-physical systems in manufacturing	Monostori, L.; Kadar, B.; Bauernhansl, T.; et al.	2016	92
4	Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination	Wang, Shiyong; Wan, Jiafu; Zhang, Daqiang	2016	90
5	Software-Defined Industrial Internet of Things in the Context of Industry 4.0	Wan, Jiafu; Tang, Shenglong; Shu, Zhaogang; et al.	2016	64
6	Smart Manufacturing: Past Research, Present Findings, and Future Directions	Kang, Hyoungh Seok; Lee, Ju Yeon; Choi, SangSu; et al.	2016	59
7	Cloud Computing Resource Scheduling and a Survey of Its Evolutionary Approaches	Zhan, Zhi-Hui; Liu, Xiao-Fang; Gong, Yue-Jiao; et al.	2015	55
8	Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0	Stock, T.; Seliger, G.	2015	51
9	Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 Era	Gorecky, Dominic; Schmitt, Mathias; Loskyll, Matthias; et al.	2014	50
10	Towards Industry 4.0-Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems	Weyer, Stephan; Schmitt, Mathias; Ohmer, Moritz; et al.	2015	46

Fonte: Elaborado pelos autores, com base no Software SCIMat (2018).

Por fim, há de se convir que o número de citações recebidas destaca-se enquanto um importante indicador de análise quantitativa, pois indica o impacto médio de citação de cada uma das publicações de uma instituição ou autor, ou seja, quantas citações as publicações, em média, de uma instituição ou autor receberam (SIBiUSP, 2018).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa identificou um crescimento das publicações científicas no período compreendido entre 2012 a 2017; uma evolução considerável de 2 publicações no ano de 2012 para 793 no ano de 2017, evidenciando o interesse acerca do tema e atualidade do conceito na prática empresarial e industrial.

Os termos mais frequentes identificados nas publicações remetem à "industry 4.0", "internet of things", "cyber-physical systems", "big data", "smart factory", "iot", "cloud computing", "smart manufacturing", "cps" e "inteligente manufacturing". Conceitos recorrentes à integração de uma multiplicidade de tecnologias e agentes para o objetivo comum de melhorar a eficiência e a capacidade de resposta de um sistema de produção.

Importante ressaltar a combinação do uso de inteligência artificial, realidade mista, internet das coisas e outras tecnologias estão impulsionando mudanças nos negócios e impulsionando a competitividade por meio da redução de custos, flexibilidade de produção e personalização de produtos. Embora essas tecnologias tenham tido um impacto

significativo na maneira como os negócios são planejados e conduzidos, o pleno desenvolvimento do potencial da Indústria 4.0 ainda requer esforços na integração e coordenação das capacidades de cada tecnologia.

REFERÊNCIAS

ASSAD NETO, Anis; PEREIRA, Gustavo Bernardi; DORZDA, Fabiano Oscar; SANTOS, Adriana de Paula Lacerda Santos. A busca de uma identidade para a indústria 4.0. *Brazilian Journal of Development Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 4, n. 4, p. 1379-1395, jul./set. 2018.

BAUR, Cornelius; WEE, Dominik. Manufacturing's next act. **McKinsey Quarterly**, Jun, 2015.

BOUYSSOU, Denis; MARCHANT, Thierry. Ranking scientists and departments in a consistent manner. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 62, n. 9, p. 1761-1769, 2011.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or hype? **IEEE industrial electronics magazine**, v. 8, n. 2, p. 56–58, 2014.

HERMANN, Mario; PENTTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: **System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on**. IEEE, 2016. p. 3928-3937.

HIRSCH, Jorge E. An index to quantify an individual's scientific research output. **Proceedings of the National academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 46, p. 16569, 2005.

KAGERMANN, Henning et al. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group**. Forschungsunion, 2013.

KANG, Hyoung Seok et al. Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology**, v. 3, n. 1, p. 111-128, 2016.

KUBLER, Sylvain et al. Technological theory of cloud manufacturing. In: **Service orientation in holonic and multi-agent manufacturing**. Springer, Cham, 2016. p. 267-276.

LASI, Heiner et al. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.

LEE, Jay; BAGHERI, Behrad; KAO, Hung-An. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, v. 3, p. 18-23, 2015.

LIAO, Yongxin et al. Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. **International journal of production research**, v. 55, n. 12, p. 3609-3629, 2017.

MARKMAN, Gideon D. et al. Entrepreneurship and university-based technology transfer. **Journal Of Business Venturing**, [s.l.], v. 20, n. 2, p.241-263, mar. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusvent.2003.12.003>.

MAYNARD, Andrew D. Navigating the fourth industrial revolution. **Nature nanotechnology**, v. 10, n. 12, p. 1005, 2015.

MERIGÓ, José M.; GIL-LAFUENTE, Anna M.; YAGER, Ronald R. An overview of fuzzy research with bibliometric indicators. **Applied Soft Computing**, v. 27, p. 420-433, 2015.

O SIBiUSP – Sistema Integrado de Bibliotecas da USP. Apoio ao pesquisador: Indicadores e Métricas. Disponível em: <<http://www.sibi.usp.br/apoio-pesquisador/indicadores-pesquisa/lista-indicadores-bibliometricos/>>. Acesso em: 06 Ago 2018.

PERIÓDICOS CAPES. Índice H para pesquisadores: entenda o que significa e como obter. Disponível em:

<https://www.periodicos.capes.gov.br/?option=com_pnews&component=Clipping&view=pnewsclipping&cid=970&mn=0>. Acesso em: 08 de julho de 2018.

PIKE, J. AT&T, CISCO, GE, IBM and INTEL **Form Industrial Internet Consortium to Improve Integration of the Physical and Digital Worlds: Technology leaders drive industry ecosystem to accelerate more reliable access to big data to unlock business value**. 2014. Disponível em: <http://www.iiconsortium.org/press-room/03-27-14.htm>. Acesso em 06 de julho de 2018.

REIS, Jhonathan; HASAN, Nasser. **Organizações inovadoras que utilizam a revolução 4.0**. Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas. Aracaju. V.2. N.3. p. 9-20. Fev. 2018.

SCHMIDT, Rainer et al. Industry 4.0-potentials for creating smart products: empirical research results. In: **International Conference on Business Information Systems**. Springer, Cham, 2015. p. 16-27.

VOGEL-HEUSER, Birgit; HESS, Dieter. Guest editorial Industry 4.0—prerequisites and visions. **IEEE Transactions on Automation Science and Engineering**, v. 13, n. 2, p. 411-413, 2016.