

Gestão da Inovação na Indústria 4.0: Estudo bibliométrico (2008 - 2018)

Wanderson Henrique Stoco (Universidade Metodista de Piracicaba) wandersonstoco@yahoo.com.br

Sérgio Estevam Martins (Universidade Metodista de Piracicaba) sergio.estevam@yahoo.com.br

Ivan Correr (Universidade Metodista de Piracicaba) ivancorrer@yahoo.com.br

Aparecido dos Reis Coutinho (Universidade Metodista de Piracicaba) arcoutin@unimep.br

Resumo:

A produção industrial do futuro será caracterizada pela forte individualização de produtos sob as condições de produção altamente flexíveis. Neste contexto surge o conceito da Indústria 4.0, que abrange as mais recentes inovações tecnológicas nos campos da automação em conjunto com a tecnologia da informação. A partir deste novo cenário industrial, muitas inovações relacionadas a novos processos e produtos estão surgindo, tendo em vista a mudança conceitual visando a indústria digital. Deste modo, muito será debatido e comentado sobre a gestão intelectual destas novas invenções e, consequentemente, a proteção intelectual a partir das patentes. Portanto o presente artigo tem como objetivo apresentar, por meio de um estudo bibliométrico (2008-2018), a relação entre a Indústria 4.0 e o processo de Gestão da Inovação, no que diz respeito as invenções e patentes. A pesquisa foi realizada utilizando a base de dados Scopus. Com os resultados obtidos, relacionados à quantidade de publicações por autor, citações dos artigos, publicações por instituição, citações por países e publicações em revistas científicas, pode ser observar que o tema abordado tem crescido anualmente e se tornado de grande relevância no que diz respeito à aplicação dos conceitos da Gestão da Inovação para a Indústria 4.0, visando a proteção da propriedade intelectual por meio de patentes de novas invenções de processos e produtos.

Palavras chave: Industria 4.0, Invenções, Patente, Estudo bibliométrico.

Management of Innovation in Industry 4.0: Bibliometric study (2008 - 2018)

Abstract

The industrial production of the future will be characterized by the strong individualization of products under highly flexible production conditions. In this context, the concept of Industry 4.0 emerges, encompassing the latest technological innovations in the fields of automation and information technology. From this new industrial scenario, many innovations related to new processes and products are emerging, in view of the conceptual change aimed at the digital industry. In this way, much will be discussed and commented on the intellectual management of these new inventions and, consequently, intellectual protection from patents. Therefore, the present article aims to present, through a bibliometric study (2008-2018), the relationship between Industry 4.0 and the Innovation Management process, with regard to inventions and patents. The research was carried out using the Scopus database. With the results obtained, related to the number of publications by author, citations of articles, publications by institution, citations by countries and publications in scientific journals, it can be observed that the subject addressed has grown annually and become of great relevance with respect to the application of

the concepts of Innovation Management for Industry 4.0, aiming at the protection of intellectual property by means of patents of new inventions of processes and products developed in this new industry model.

Key-words: Industry 4.0, Inventions, Patent, Bibliometric study.

1. Introdução

Com o avanço das inovações tecnológicas, podem ser observadas mudanças radicais ao longo das décadas, ocorrendo desdobramentos nos âmbitos sociais, políticos e econômicos, este conjunto de inovações e evoluções é denominado como uma revolução industrial (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014).

As revoluções industriais tiveram uma incontestável importância para a sociedade, tanto para suprir as necessidades de consumo como para a sustentação do mercado de empregabilidade, porém, o cenário atual é marcado por transformações radicais na vida das pessoas e das empresas, isso se deve ao fato de novas formas de comunicação as quais tem uma enorme abrangência e velocidades que podemos enviar e receber informações (MACGOUGALL, 2014).

A Indústria 4.0 se refere a quarta revolução industrial, sendo que as três revoluções industriais anteriores trouxeram mudanças radicais nas formas de produção, na organização do trabalho, na energia utilizada e na natureza dos produtos. Os avanços tecnológicos aumentaram a produtividade desde o final dos anos 1700 até a década de 1970, que introduziu mecanização, eletrônica e tecnologia da informação para reduzir os custos de produção e aumentar eficiência (BAHRIN *et al.*, 2016).

O conceito de Indústria 4.0 é uma nova onda de avanço tecnológico, também conhecida como indústria digital, com fábricas inteligentes, versáteis e eficientes apoiadas pela automação, computação e na conectividade. Com a indústria digital, será possível reunir e analisar dados da produção, identificando problemas prévios, permitindo processos mais rápidos, flexíveis, e mais eficientes buscando a produção de alta qualidade com custos reduzidos (TRAPPEY *et al.*, 2017).

Neste novo cenário industrial, inovações relacionadas a novos processos e produtos estão surgindo, tendo em vista a mudança conceitual visando a indústria digital. Nesse sentido, muito será debatido e comentado sobre a gestão intelectual destas novas invenções e, consequentemente, a proteção intelectual a partir das patentes. Portanto o presente artigo tem como objetivo apresentar, por meio de um estudo bibliométrico, a relação entre a Indústria 4.0 e o processo de Gestão da Inovação, no que diz respeito as invenções e patentes.

2. Revisão da Literatura

Neste capítulo, procede-se à contextualização do tema do artigo onde demonstram-se os principais pontos a serem observados para o entendimento acerca do assunto.

2.1. Indústria 4.0

Segundo MaCDougall (2014) o termo Indústria 4.0 faz referência à evolução tecnológica de sistemas embarcados para Sistemas Ciber-Físicos (CPS). Em outras palavras a Indústria 4.0 representa a quarta revolução industrial no caminho da Internet das Coisas (IoT), Dados e Serviços.

Para Bahrin *et al.* (2016) a Indústria 4.0 é uma nova área na qual a IoT com o CPS se interconectam de forma em que a combinação de software, sensor, processamento e tecnologia

de comunicação desempenham um grande papel fazendo com que as "coisas" tenham o potencial de fornecer informações e, eventualmente, agregar valor aos processos de fabricação.

Recentes avanços nas principais tecnologias das indústrias manufatureiras levaram à implantação sistemática de Sistemas Ciber-Físicos. Dentro desses sistemas, as informações de todas as perspectivas relacionadas são rastreadas, monitoradas e sincronizadas entre o chão-de-fábrica físico e o espaço computacional cibernético (TRAPPEY *et al.*, 2017).

Jia *et al.* (2012) definem a Internet das Coisas (*IoT*) como sendo uma infraestrutura de rede global que conecta objetos físicos e virtuais utilizando recursos de captura e comunicação de dados. A ferramenta oferece a identificação específica de objeto, sensor e capacidade de conexão como base para o desenvolvimento de serviços e aplicações cooperativas independentes.

A Indústria 4.0 representa uma mudança de paradigma da produção “centralizada” para a “descentralizada” possibilitada pelos avanços tecnológicos que constituem uma reversão da lógica do processo de produção convencional. Isso significa que as máquinas de produção industrial não mais simplesmente “processam” o produto, mas o produto se comunica com o maquinário para dizer exatamente o que fazer (MACDOUGALL, 2014).

Neste novo cenário industrial, muitas inovações relacionadas a novos processos e produtos estão surgindo, tendo em vista a mudança conceitual visando a indústria digital. Nesse sentido, muito será debatido e comentado sobre a gestão intelectual destas novas invenções e, consequentemente, a proteção intelectual a partir das patentes.

2.2. Invenção

Invenção é um processo de ligar algum propósito ou necessidade com um efeito que pode ser explorado para satisfazê-lo. Pode começar com um propósito ou necessidade para os quais os métodos existentes não são satisfatórios. Isso força a busca de um novo princípio (a ideia de um efeito em ação). Ou pode começar com um fenômeno ou efeito em si – geralmente um recém-descoberto – para o qual algum princípio de uso associado se sugere. (ARTHUR, 2007).

Arthur (2007) relata que na literatura disponível sobre o tema invenção, uma das definições mais interessantes é a de Usher, um escritor americano. Usher concluiu que para que uma invenção aconteça existem quatro etapas, sendo que o primeiro passo é a percepção de um problema, que é concebido como incompleto. Normalmente, o problema é um desejo não realizado. O segundo passo pode ser chamado de processo geral de invenção, este passo depende do puro acaso ou na contingência mediada de um esforço sistemático para encontrar a solução por tentativa e erro. A configuração desse estágio leva diretamente ao ato de insight que é o terceiro passo por qual a solução essencial do problema é encontrada. A solução deve, portanto, ser estudada criticamente, entendido em sua plenitude e aprendido como uma técnica de pensamento e ação. Este estágio final pode ser descrito como revisão crítica.

Uma invenção importante ou estratégica representa a síntese cumulativa de muitas invenções individuais. Geralmente envolverá todas as etapas separadas que podem ser encontradas no caso da invenção individual. Muitas das invenções individuais não fazem mais do que preparar o cenário para a principal invenção, e novos atos de percepção são novamente essenciais quando a principal invenção requer uma revisão crítica substancial para adaptá-la a usos específicos (RUTTAN, 1959).

2.3. Patente

Segundo Trappey *et al.* (2016) patentes são direitos exclusivos concedidos ao inventor por um

tempo limitado em troca de divulgação pública da invenção que é uma solução para um problema específico que pode ser um produto ou um processo. Em casos em que uma mesma organização detém muitos desses direitos exclusivos, forma-se uma carteira de patentes que dá o monopólio do mercado sobre o produto, processo ou tecnologia, criando oportunidades geradoras de receita de licenciamento e licenciamento cruzado, ao passo que oferece vantagens pioneiras e incentiva o investimento.

As patentes contêm informações tecnológicas que muitas vezes não estão disponíveis em outro documento. Portanto, elas são uma importante fonte de informação para disseminar informações científicas e tecnológicas (BARROSO *et al.*, 2009).

A análise de patentes, auxilia as empresas a entenderem seu portfólio de propriedade intelectual e desenvolver estratégias competitivas de marketing e gerenciamento. (TRAPPEY *et al.*, 2017).

Trappey *et al.* (2017) citam que as patentes padrão, consistem em patentes suportadas por técnicas essenciais de forma a atender aos padrões existentes. Quando uma patente é padrão e essencial, o valor da propriedade intelectual é sensivelmente elevado. Fabricantes diversos podem licenciar a tecnologia e desenvolver novos produtos em conformidade com os padrões existentes. Uma invenção que esteja em conformidade com os padrões existentes proporciona maior acesso ao mercado e adoção do novo produto.

3. Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi utilizado um estudo bibliométrico que surgiu como uma técnica de análise por Pritchard em 1969, que possibilita um diagnóstico quantitativo da literatura (SUN, WANG, HO, 2012).

Segundo Small (2003) e Gumpenberger e Gorraiz (2012), o estudo bibliométrico tem como intuito medir e monitorar a produção científica em diversas áreas, com o objetivo de aumentar o desempenho de pesquisas e avaliar suas tendências, pesquisando características como: autoria, fontes de pesquisa, temas, origens geográficas, citações e cocitações.

A metodologia adotada para a realização do presente artigo foi composta por três etapas: busca dos artigos, análise dos artigos e síntese dos resultados, tendo em vista identificar as pesquisas que relacionam a Indústria 4.0 com a Gestão da Inovação, no que diz respeito a patentes, propriedade intelectual e invenção.

Para a busca e seleção dos artigos, foi desenvolvido e aplicado um protocolo de pesquisa, a fim de definir os critérios de inclusão e exclusão dos textos a serem utilizados no estudo bibliométrico. A busca dos artigos foi finalizada no dia 21/05/2018. A tabela 1 apresenta o protocolo de pesquisa utilizado.

Crítérios	Descrição
Base de dados	<i>Scopus</i>
Palavras-chave	<i>(("industry 4.0" OR "Industrie 4.0" OR "advanced manufacturing") AND ("patents" OR "intellectual property" OR "inventions"))</i>
Contém palavras-chave	Título, Resumo, Palavras-chave
Período	2008-2018
Área	Engenharia
Língua	Inglês

Fonte: Os autores.

Tabela 1 - Protocolo de pesquisa

4. Resultados e discussões

A partir da busca dos artigos utilizando os critérios de inclusão e exclusão definidos no protocolo de pesquisa, foram obtidos 25 artigos na base de dados Scopus, relacionados ao tema Indústria 4.0 e Gestão da Inovação.

A Figura 1 apresenta a evolução das pesquisas sobre o tema de 2008 até 2018. Observa-se que a maioria dos estudos são recentes, e estão sendo publicados nos últimos 7 anos (2012 a 2018).

Deve-se ressaltar que a quantidade de artigos no período de 2018 está relacionada apenas às pesquisas publicadas até o dia 21/05/2018 (período da busca de artigos), por isso este decréscimo de publicações deve ser desconsiderado para a análise.

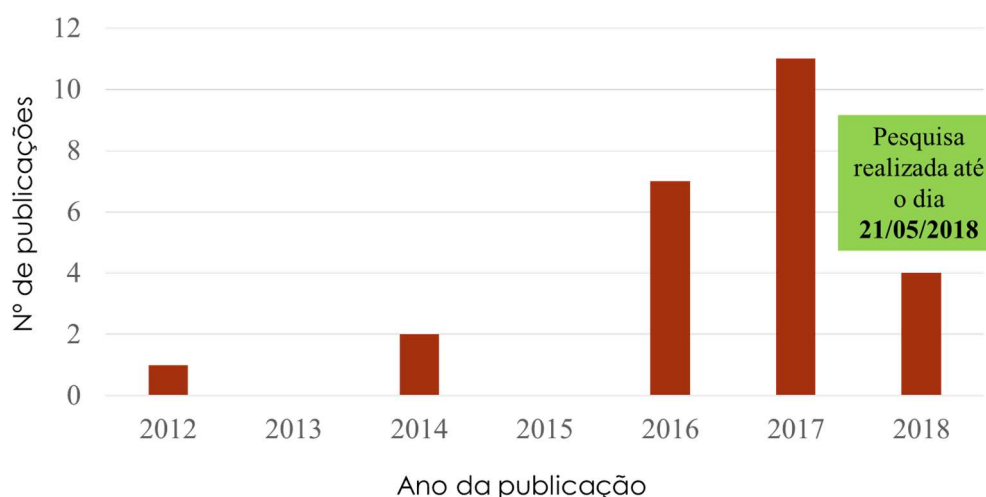


Figura 1 - Quantidade de artigos publicados por ano. Fonte: Os autores.

Como pode ser observado também, é possível identificar um crescimento das pesquisas sobre o tema (exceto nos anos de 2013 e 2015 que não ocorreram publicações), o que demonstra um interesse maior dos autores e pesquisadores sobre o assunto.

A Figura 2, apresenta os autores que mais publicam sobre o assunto, e, como pode-se observar, os pesquisadores Charles V. Trappey e Amy J.C.Trappey são os que apresentam o maior número de publicações de artigos (cinco). Deve ser ressaltado que outros oito autores publicaram também sobre o tema.

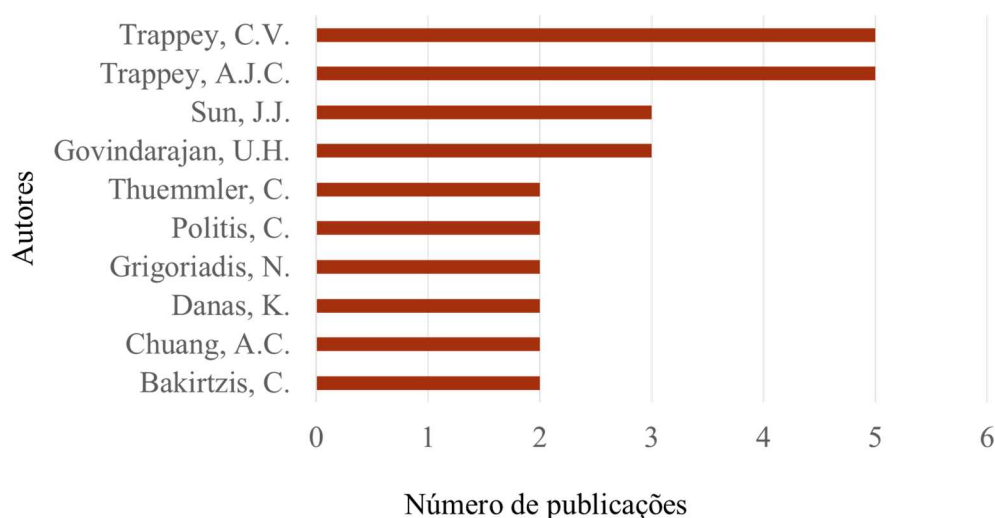


Figura 2 - Quantidade de publicações por autores. Fonte: Os autores.

A tabela 2 apresenta a lista dos artigos selecionados na pesquisa. Como pode-se observar, o artigo “*Collaboration mechanisms to increase productivity in the context of industrie 4.0*” publicado em 2014, aparece em primeiro lugar com 42 citações. O segundo artigo mais citado foi “*A Review of Technology Standards and Patent Portfolios for Enabling Cyber-Physical Systems in Advanced Manufacturing*” publicado em 2016, com 11 citações. O número de citações de cada artigo foi obtido através das bases de dados pesquisadas até o dia 21/05/2018.

<i>Autores</i>	<i>Título do artigo</i>	<i>Ano da Publicação</i>	<i>Citações</i>
<i>Schuh G., Potente T., Wesch-Potente C., Weber A.R., Prote J.-P.</i>	<i>Collaboration mechanisms to increase productivity in the context of industrie 4.0</i>	<i>2014</i>	<i>42</i>
<i>Trappey A.J.C., Trappey C.V., Govindarajan U.H., Sun J.J., Chuang A.C.</i>	<i>A Review of Technology Standards and Patent Portfolios for Enabling Cyber-Physical Systems in Advanced Manufacturing</i>	<i>2016</i>	<i>11</i>
<i>Stark R., Grosser H., Beckmann-Dobrev B.</i>	<i>Advanced technologies in life cycle engineering</i>	<i>2014</i>	<i>7</i>
<i>Bahrin M.A.K., Othman M.F.</i>	<i>Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic</i>	<i>2016</i>	<i>4</i>
<i>Araújo A.F., Varela M.L.R., Gomes M.S., Barreto R.C.C</i>	<i>Development of an intelligent and automated system for lean industrial production, adding, maximum</i>	<i>2018</i>	<i>2</i>
<i>Trappey A.J.C., Trappey C.V., Hareesh Govindarajan U.</i>	<i>A review of essential standards and patent landscapes for the Internet of Things: A key enabler for Industry 4.0</i>	<i>2017</i>	<i>2</i>
<i>Chen T., Lin Y.-C.</i>	<i>Feasibility Evaluation and Optimization of a Smart Manufacturing System Based on 3D Printing: A Review</i>	<i>2017</i>	<i>2</i>
<i>Hofmann D., Margull R., Dittrich P.-G., Düntsch E.</i>	<i>Smartphone green vision at dawn of industry 4.0</i>	<i>2012</i>	<i>2</i>

<i>Jhuang A.C.C., Sun J.J.H., Trappey A.J.C., Trappey C.V.</i>	<i>Computer supported technology function matrix construction for patent data analytics</i>	<i>2017</i>	<i>1</i>
<i>Durão L.F.C.S., Christ A., Zancul E., Anderl R., Schützer K.</i>	<i>Additive manufacturing scenarios for distributed production of spare parts</i>	<i>2017</i>	<i>1</i>
<i>Peters H.</i>	<i>Industry 4.0 as the basis of modern metallurgical innovations</i>	<i>2017</i>	<i>1</i>
<i>Holland M., Nigischer C., Stjepandic J.</i>	<i>Copyright protection in additive manufacturing with blockchain approach</i>	<i>2017</i>	<i>1</i>
<i>Rao S.K., Prasad R.</i>	<i>Impact of 5G Technologies on Industry 4.0</i>	<i>2018</i>	<i>0</i>
<i>Thumm N.</i>	<i>The good, the bad and the ugly – the future of patent assertion entities in Europe</i>	<i>2018</i>	<i>0</i>
<i>Govindarajan U.H., Trappey A.J.C., Trappey C.V.</i>	<i>Immersive Technology for Human-Centric Cyberphysical Systems in Complex Manufacturing Processes</i>	<i>2018</i>	<i>0</i>
<i>Schloegl F., Fischer L., Lehnhoff S., Rosen R., Wehrstedt J.C.</i>	<i>Co-simulation techniques in assistance systems for process control</i>	<i>2017</i>	<i>0</i>
<i>Trappey A.J.C., Trappey C.V., Fan C.-Y., Hsu A.P.T., Li X.-K.</i>	<i>IoT patent roadmap for smart logistic service provision in the context of Industry 4.0</i>	<i>2017</i>	<i>0</i>
<i>Efendioglu N., Woitsch R.</i>	<i>A modelling method for digital service design and intellectual property management towards industry 4.0</i>	<i>2017</i>	<i>0</i>
<i>Lee B.T.-H.</i>	<i>Nanoscale layer transfer by hydrogen ion-cut processing: A brief review through recent U.S. patents</i>	<i>2017</i>	<i>0</i>
<i>Grigoriadis N., Bakirtzis C., Politis C., Danas K., Thuemmler C.</i>	<i>A health 4.0 based approach towards the management of multiple sclerosis</i>	<i>2017</i>	<i>0</i>
<i>Grigoriadis N., Bakirtzis C., Politis C., Danas K., Thuemmler C.</i>	<i>Health 4.0: The case of multiple sclerosis</i>	<i>2016</i>	<i>0</i>
<i>Tu S.-T.</i>	<i>Safety 4.0: An outlook on safety technology for process installations</i>	<i>2016</i>	<i>0</i>
<i>Huang Y., Xu Y., Fang X., Wei B.</i>	<i>Current status, future developments and recent patents on big data technique in process control systems</i>	<i>2016</i>	<i>0</i>
<i>[No author name available]</i>	<i>Getting connected: Industry 4.0 is a particularly German invention, so how is the UK doing relative to its European cousins?</i>	<i>2016</i>	<i>0</i>
<i>Stewart B., Khare A., Schatz R.</i>	<i>Disruptions: Truth and consequences</i>	<i>2016</i>	<i>0</i>

Fonte: Os autores.

Tabela 2 – Quantidade de citações dos artigos.

Em relação a quantidade de autores dos países que mais publicaram (Figura 3), destacam-se a Alemanha e Taiwan com 7 autores que publicaram sobre o tema. O Brasil conta com 2 autores que tiveram publicações.

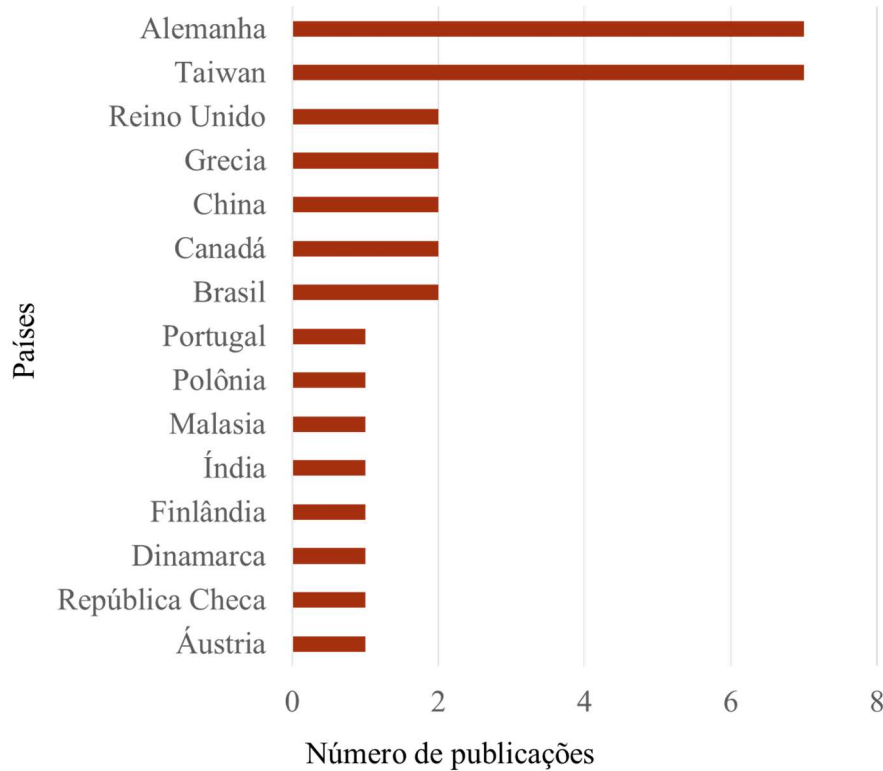


FIGURA 3 - Quantidade de publicações de autores por países. Fonte: Os autores.

No que diz respeito às revistas e congressos científicos que mais publicam os artigos referentes ao assunto Gestão da Inovação voltados para a Indústria 4.0 (Figura 4), destacam-se os *Procedia do CIRP* com 2 publicações sobre o tema, o restante das revistas apresentadas publicaram um artigo cada.

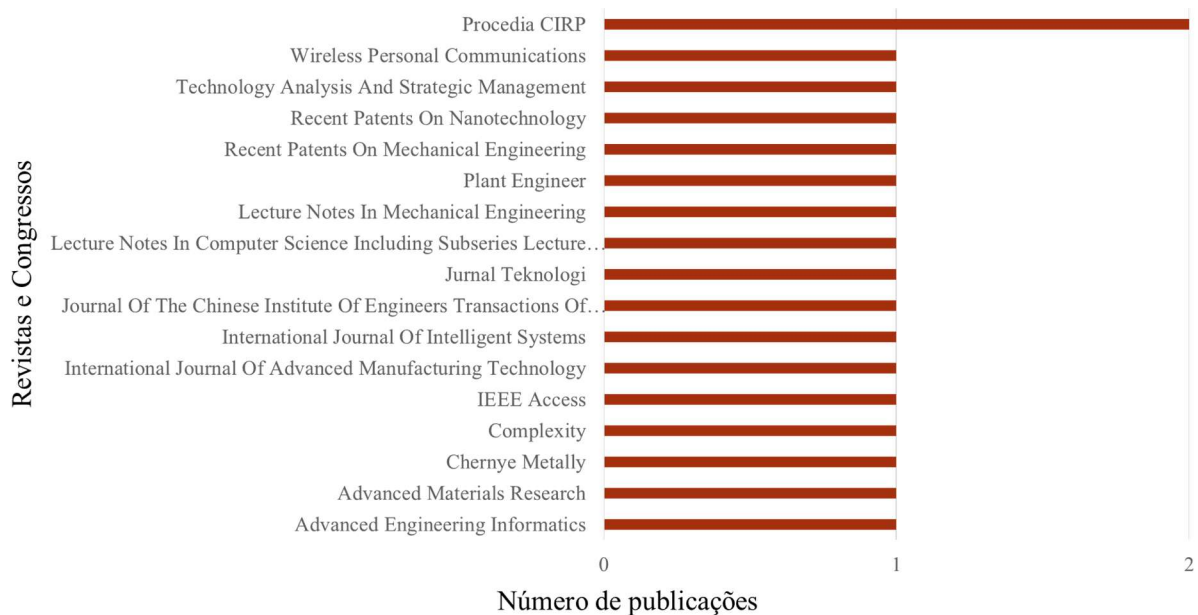


FIGURA 4 - Quantidade de publicações em revistas e congressos científicas. Fonte: Os autores.

5. Considerações Finais

O presente artigo teve como objetivo apresentar, por meio de um estudo bibliométrico, a relação entre a Indústria 4.0 e o processo de Gestão da Inovação, no que diz respeito às invenções, propriedade intelectual e patentes. Para a elaboração dos resultados foram extraídos dados como: quantidade de publicação por autor, quantidade de citações dos artigos, quantidade de publicações por instituições, quantidade de citações por países e quantidade de publicações em revistas científicas.

Os resultados obtidos na pesquisa demonstram que os autores Charles V. Trappey e Amy J.C. Trappey são os autores que mais publicaram artigos referentes ao tema até o momento. No tema citações, os artigos mais citados foram “*Collaboration mechanisms to increase productivity in the context of industrie 4.0*” com 42 citações e “*A Review of Technology Standards and Patent Portfolios for Enabling Cyber-Physical Systems in Advanced Manufacturing*” com 11 citações. Nota-se que os países que mais tem influência em pesquisas são Taiwan e Alemanha com 7 autores que publicaram sobre o tema, já o Brasil conta com 2 autores que publicaram sobre o tema. E por fim, entre os congressos e revistas científicas que mais publicaram sobre o tema, destaca-se o *Procedia CIRP* com 2 publicações.

Por meio das análises dos resultados, conclui-se que o tema abordado tem crescido anualmente e se tornado de grande relevância no que diz respeito à aplicação dos conceitos da Gestão da Inovação para a Indústria 4.0, visando a proteção da propriedade intelectual por meio de patentes de novas invenções de processos e produtos desenvolvidos neste novo modelo de indústria.

Referências

- ARTHUR, W.B. The Structure of Invention. *Research Policy*, v.36, p.274-287, 2007.
- BAHRIN, M.A.K.; OTHMAN, M.F.; AZLI, N.H.N.; TALIB, M.F. Industry 4.0: A Review on Industrial Automation and Robotic. *Jurnal Teknologi*, v.78, p.137–143, Malaysia, 2016.
- BARROSO, W.; QUONIAM, L.; PACHECO, E. Patents as technological information in Latin América. *World Patent Information*, v. 31, p. 207-215, 2009.
- DOMBROWSKI, U., WAGNER, T. Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. In: *Variety Management in Manufacturing. Proceedings of the 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Procedia CIRP* 17, 100-105, 2014.
- GUMPENBERGER, M.W.C.; GORRAIZ, J. Bibliometric practices and activities at the University of Vienna. *Library Management*, v. 33, n. 3, p. 174-183, 2012.
- JIA, X. FENG, Q.; FAN, T.; LEI, Q. RFID Technology and Its Applications in Internet of Things (IOT). In: *2nd International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks, China*, 2012.
- MACDOUGALL, W. *Industrie 4.0: Smart Manufacturing For The Future*. Berlin: Germany Trade & Invest. Alemanha, 2014.
- RUTTAN V.W. Usher and Schumpeter on Invention, Innovation, and Technological Change. *The Quarterly Journal of Economics*, v.73, n.4, p. 596-606, 1959.
- SMALL, H. Paradigms, citations, and maps of science: a personal history. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 54, n. 5, p. 394-399, 2003.
- SUN, J.; WANG, M. H.; HO, Y. S. A historical review and bibliometric analysis of research on estuary pollution. *Marine Pollution Bulletin*, v. 64, n. 1, p. 13-21, 2012.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

TRAPPEY, A.J.C.; CHUANG, A.C.C.; SUN, J.J.H.; TRAPPEY, C.V.; GOVINDARAJAN, U.H. A Review of Technology Standards and Patent Portfolios for Enabling CyberPhysical Systems (CPS) in Advanced Manufacturing. IEEE Access, v.4, p.7356–7382, Taiwan, 2016.

TRAPPEY, A.J.C.; JHUANG, A.C.C.; SUN, J.J.H.; TRAPPEY, C.V.; GOVINDARAJAN, U.H. Computer Supported Technology Function Matrix Construction for Patent Data Analytics. In: International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2017a.

TRAPPEY, A.J.C.; TRAPPEY, C.V.; FAN, C.Y.; HSU, A.P.T.; LI, X.K.; LEE, I.J. IoT patent roadmap for smart logistic service provision in the context of Industry 4.0. Journal of the Chinese Institute of Engineers, v.40, p.593-602, 2017b.