

A busca de uma identidade para a indústria 4.0**The search for an industry 4.0 identity**

Recebimento dos originais: 29/04/2018

Aceitação para publicação: 25/05/2018

Anis Assad Neto

Mestrando em Engenharia de Produção na Universidade Federal do Paraná

Instituição: Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Endereço: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Americas, Curitiba – PR,
Brasil

Email: anis.assad@gmail.com

Gustavo Bernardi Pereira

Mestrando em Engenharia de Produção na Universidade Federal do Paraná

Instituição: Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Endereço: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Americas, Curitiba – PR,
Brasil

Email: gustavo.bernardi.pereira@gmail.com

Fabiano Oscar Drozda

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Paraná

Instituição: Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Endereço: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Americas, Curitiba – PR,
Brasil

Email: fabiano.drozda@gmail.com

Adriana de Paula Lacerda Santos

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina

Instituição: Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Endereço: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Americas, Curitiba – PR,
Brasil

Email: adrianapls@ufpr.br

RESUMO

Adotada pelo governo alemão em 2012, no contexto da quarta revolução industrial, a iniciativa Industrie 4.0 busca explorar o alto potencial econômico resultante da utilização de tecnologias de informação e comunicação na indústria. Apesar de um aumento de visibilidade no campo industrial, o termo Indústria 4.0 continua impreciso, fato que representa um obstáculo para pesquisa científica. No trabalho realizado, busca-se compreender o perfil das publicações nessa linha de pesquisa, bem como a identificação das principais palavras-chave associadas ao tema. Para isso, foi conduzida

uma revisão integrativa da literatura na base de dados Scopus. Os resultados indicam um crescimento de publicações vinculados principalmente à Alemanha. Por fim, uma listagem das principais palavras-chave foi compilada para auxiliar pesquisadores interessados no tema.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Revisão integrativa; Quarta revolução industrial.

ABSTRACT

In the context of the fourth industrial revolution, adopted by the German government in 2012, the Industrie 4.0 initiative seeks to exploit the high economic potential resulting from the use of information and communication technologies in industry. Despite an increase in visibility in the industrial field, the term Industry 4.0 remains imprecise, a fact that represents an obstacle to scientific research. In the work carried out, it is sought to understand the profile of publications in this line of research, as well as the identification of the main keywords associated with the topic. For this, an integrative literature review was conducted in the Scopus database. The results indicate a growth in publications linked mainly to Germany. Finally, a listing of key keywords was compiled to assist researchers interested in the topic.

Keywords: Industry 4.0; Integrative review; Fourth industrial revolution.

1 INTRODUÇÃO

Em 2010 foi lançado na Alemanha o plano de desenvolvimento tecnológico *High-Tech Strategy 2020*, visando à fortificação da parceria entre indústria e ciência e a melhoria das condições para inovação tecnológica no país. Dentro do plano de ação dessa iniciativa, em março de 2012, a Indústria 4.0 foi adotada pelo governo federal como um projeto futuro (GTAI, 2014). O objetivo estratégico é explorar o alto potencial econômico e de inovação resultante do impacto das tecnologias de informação e comunicação na indústria (ANDERL, 2015).

Em sua essência, o termo Indústria 4.0 é resultado de diversos estágios históricos de revoluções industriais (BALASINGHAM, 2016). Entre 1760 e 1840 ocorreu a primeira revolução industrial, provocada pela construção de rodovias e o advento da máquina a vapor, resultando no início da produção mecânica. Entre o final do século XIX e início do século XX, com a invenção da eletricidade e a criação da linha de montagem, configurou-se a segunda revolução industrial, possibilitando a produção em massa (SCHWAB, 2016). A terceira revolução industrial, por sua vez, iniciou por volta dos anos 70 e representa a utilização de eletrônicos e da tecnologia da informação para a obtenção de maior automação nos processos de manufatura (ACATECH, 2013).

Se as primeiras três revoluções foram resultado da mecanização, eletricidade e tecnologia da informação, respectivamente, agora é a introdução da internet das coisas e dos serviços no ambiente de manufatura que está inaugurando uma quarta revolução industrial a partir do desenvolvimento de sistemas físicos cibernéticos (ACATECH, 2013).

Os sistemas físicos cibernéticos representam a união dos mundos físico e virtual para criação de redes, onde objetos inteligentes se comunicam e interagem entre si (GTAI, 2014). No ambiente de manufatura, esses sistemas incluem máquinas inteligentes, sistemas de estoque, e também instalações industriais capazes de comunicação e controle autônomo (ACATECH, 2013). Essas mudanças possibilitam o surgimento de fábricas inteligentes, onde é possível realizar o processamento de ordens individuais de clientes, prover um sistema de produção flexível a variações, e garantir a transparência do processo de manufatura para otimização de tomadas de decisão (ACATECH, 2013).

Segundo relatório de pesquisa do Deutsche Bank, publicado em 2014, no campo vasto de definições, o termo Indústria 4.0 continua impreciso (DBR, 2014). Nesse contexto, surge a pergunta da pesquisa que é abordada nesse artigo: “quais as palavras-chaves utilizadas para a definição da iniciativa alemã *Industrie 4.0*?”.

Esse trabalho busca evidenciar as características da Indústria 4.0 acadêmica, identificando as principais palavras-chave associadas ao tema, a partir de uma revisão integrativa da literatura.

2 INDÚSTRIA 4.0

Com o objetivo estratégico de explorar o alto potencial econômico e de inovação resultante do impacto das tecnologias de informação e comunicação na indústria, o principal foco da Indústria 4.0 é melhorar as cadeias de valor em todas as fases do ciclo de vida do produto. Os desafios chave para atingir esse objetivo são: criação de fluxos de trabalho digitais ao longo do ciclo de vida do produto; processos de manufatura altamente flexíveis e adaptáveis; além da capacidade de criar e produzir produtos individualizados (ANDERL, 2014).

Lee, Kao e Yang (2014) ainda complementa que a utilização dos sistemas físicos cibernéticos, em conjunto com métodos analíticos avançados, vai permitir que a fábrica do futuro tenha máquinas conscientes, capazes de prevenir potenciais problemas de desempenho por meio da avaliação de seus estados de degradação em conjunto com informações similares de seus pares.

Lasi et al.(2014) coloca que esse projeto de futuro pode ainda ser definido em duas direções de desenvolvimento distintas. De um lado, há uma demanda de aplicação, baseada na necessidade de adequar o ambiente de operações a um novo contexto. Nesse aspecto, as principais mudanças são, em particular: períodos curtos de desenvolvimento de produto; individualização na demanda; flexibilização da produção; descentralização na tomada de decisões; eficiência econômica e ecológica de recursos.

Por outro lado, há uma oferta de tecnologia na indústria, a qual já é presente na rotina da sociedade por meio de *smartphones*, *apps*, *laptops*, por exemplo. Essas tecnologias são identificadas como: aumento da mecanização e automação no ambiente de trabalho; digitalização da manufatura e criação de redes por meio de sensores e atuadores para funções de análise e controle e miniaturização de componentes computacionais. De forma mais resumida, o autor defende que essa visão do futuro da produção contém sistemas modulares e eficientes de produção e é caracterizado por cenários onde os produtos controlam seus próprios processos de manufatura.

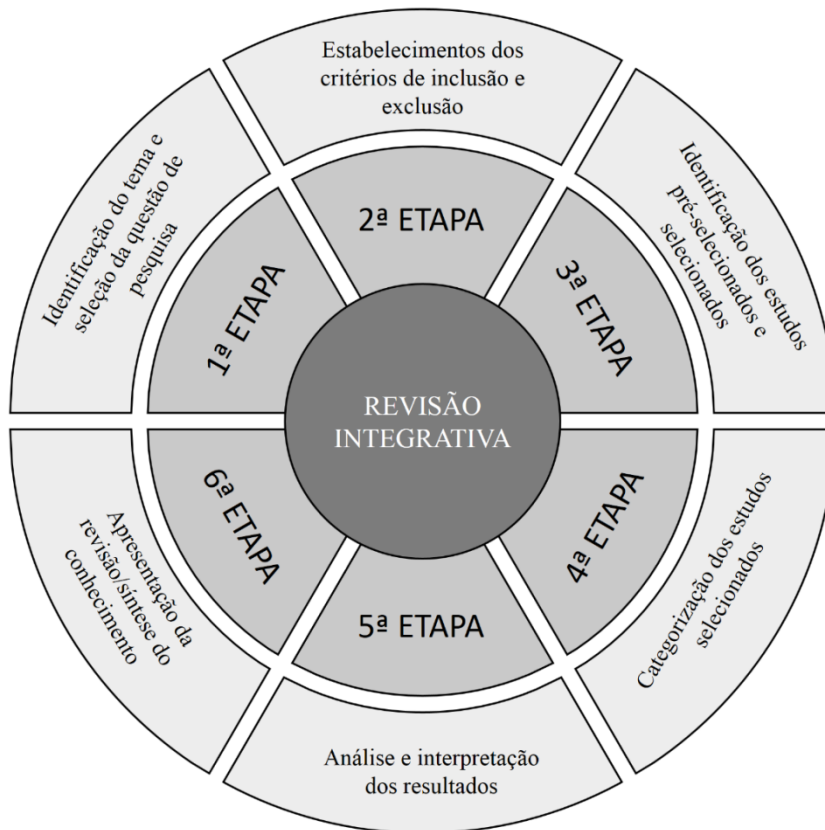
Uma classificação das diferentes características da Indústria 4.0 pode ser feita a partir da consideração de três tipos chave de integração: (1) integração horizontal a partir de redes de valor, (2) integração vertical e sistemas de manufatura conectados, e (3) integração de engenharia ponta-a-ponta através da cadeia de valor (ACATECH, 2013).

A integração horizontal possibilita a colaboração entre diferentes corporações em um ecossistema eficiente, onde materiais e informações devem fluir perfeitamente, em uma rede de valor. A integração vertical, por sua vez, garante a comunicação dos diferentes sistemas hierárquicos de uma mesma fábrica para a criação de sistemas de manufatura flexíveis e reconfiguráveis. Por fim, a integração de engenharia ponta-a-ponta representa a ligação de todas as diferentes etapas da criação de um produto, com o objetivo de possibilitar a sua customização (WANG et al., 2016).

3 METODOLOGIA

O artigo foi elaborado utilizando revisão integrativa (Figura 1), que sumariza pesquisas passadas pela extração de conclusões gerais de diversos estudos (BROOME, 2000; BEYEA & NICOLL, 1998). A escolha desse tipo de revisão deveu-se ao fato de apresentar o estado presente da ciência, contribuir para o desenvolvimento teórico e ter aplicabilidade prática direta (WHITTEMORE e KNALF, 2005).

Figura 1 - Etapas da revisão integrativa



Fonte: Adaptado de Botelho, Cunha e Macedo (2011)

Para a definição da base de dados para extração dos artigos foi feita a opção pela Scopus por ser a maior base de dados de citações e resumo de literatura revisada por pares: revistas científicas, livros e conferências (ELSEVIER, 2017). Outro motivo pelo qual essa base foi selecionada, foi a presença de ferramenta de importação de dados para o *software* MS Excel para análise. As palavras-chave utilizadas para a busca foram “*Industry 4.0*” OR “*Industrie 4.0*”. Essa utilização tanto da palavra-chave em inglês quanto em alemão, deve-se ao fato do pioneirismo alemão nessa iniciativa. Foram utilizados os seguintes filtros (critérios de inclusão dos artigos) para manter a pesquisa pertinente ao tópico escolhido:

- **Área do conhecimento:** foram mantidas áreas pertinentes ao grupo “Engenharias III” tais como *Engineering*, *Decision sciences* e *Business Management* e *Accounting*;
- **Língua:** optou-se pelo inglês devido à sua universalização acadêmica e profissional;

- **Ano de publicação:** Por ser um termo que foi adotado pelo governo alemão em 2012, foram utilizados apenas os artigos publicados a partir dessa data.

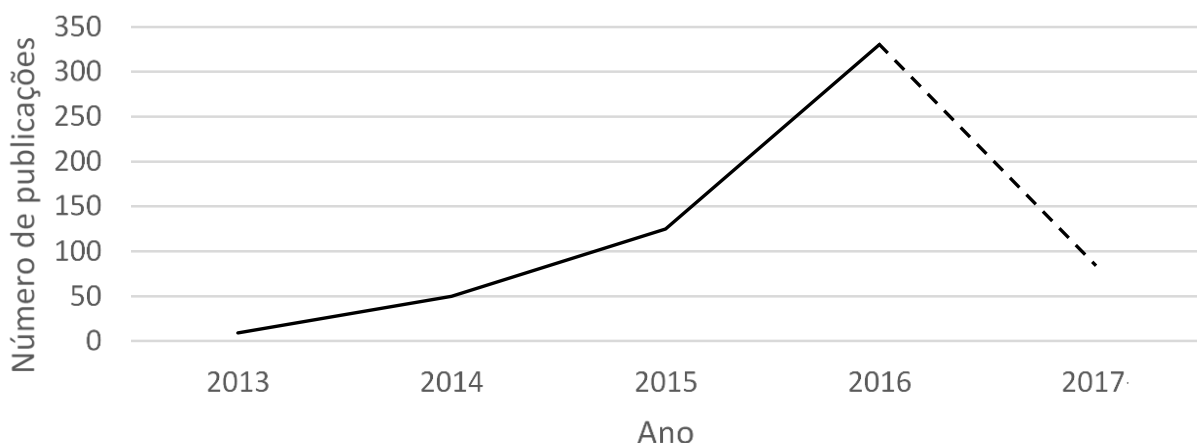
Com essas informações foi possível pré-selecionar os artigos. A partir da identificação dos estudos pré-selecionados, foram analisados os critérios de inclusão e exclusão, que têm por objetivo manter a coerência com a pergunta de pesquisa previamente estabelecida (LOPES, 2002). Com os estudos pré-selecionados foi elaborado um gráfico com o número acumulado de citações, permitindo que fossem selecionados os artigos mais relevantes.

Os artigos mais relevantes foram dispostos em uma tabela e suas palavras-chave foram classificadas, de modo a permitir a identificação daquelas que sintetizassem a “Indústria 4.0”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a utilização dos filtros apresentados (relativos ao idioma, data de publicação e área), foram pré-selecionados 594 artigos. A relevância do tema foi observada pela curva crescente de publicações na área entre os anos 2013 e 2016 (Figura 2). O decréscimo de publicações em 2017 (representado pela linha pontilhada) ocorre por ter sido considerado apenas seu primeiro trimestre.

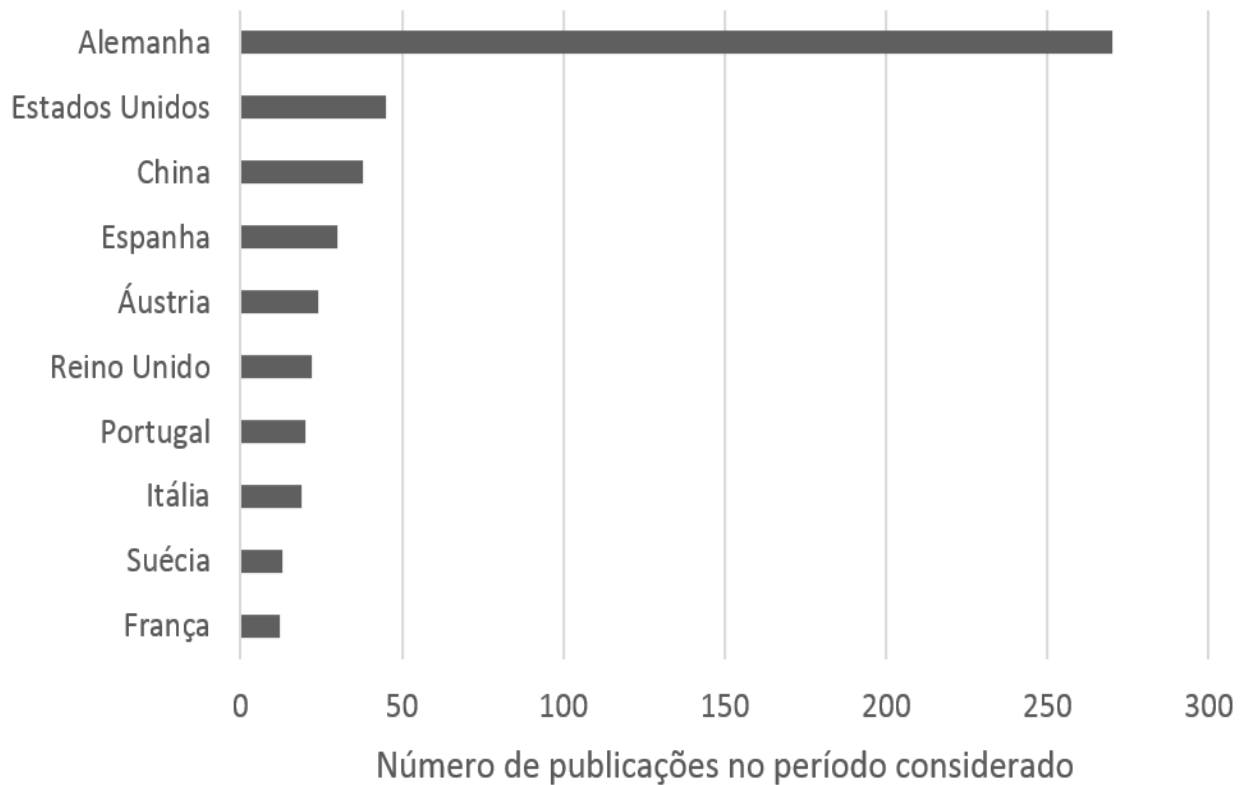
Figura 2 - Número de publicações sobre Indústria 4.0 na plataforma Scopus.



Fonte: Os autores (2017)

Além do número de publicações, também foi possível identificar sua origem (Figura 3).

Figura 3 – Número de publicações por país.



Fonte: Os autores (2017)

A liderança da Alemanha em número de publicações era um resultado esperado, por ser o país responsável pela definição do termo *Indústria 4.0* e também pelo seu pioneirismo na exploração de tecnologias de informação e comunicação voltadas à indústria. Estados Unidos e China vêm na sequência, ocupando a segunda e terceira posições. É importante colocar que ambos os países também possuem iniciativas próprias para o desenvolvimento da indústria, no contexto da quarta revolução industrial.

Nos Estados Unidos, o projeto *Advanced Manufacturing Partnership* foi criado em 2011 a partir do entendimento de que academia, indústria e governo devem trabalhar em parceria para revitalizar o setor da manufatura no país (THE WHITE HOUSE, 2013).

Na China, o plano *Made in China 2025* foi redigido pelo Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação em parceria com a Academia Chinesa de Engenharia. Inspirado diretamente pela iniciativa *Industrie 4.0*, o projeto tem o intuito de aplicar ferramentas da tecnologia da informação na indústria, promovendo integração, eficiência e qualidade no setor (CSIS, 2015).

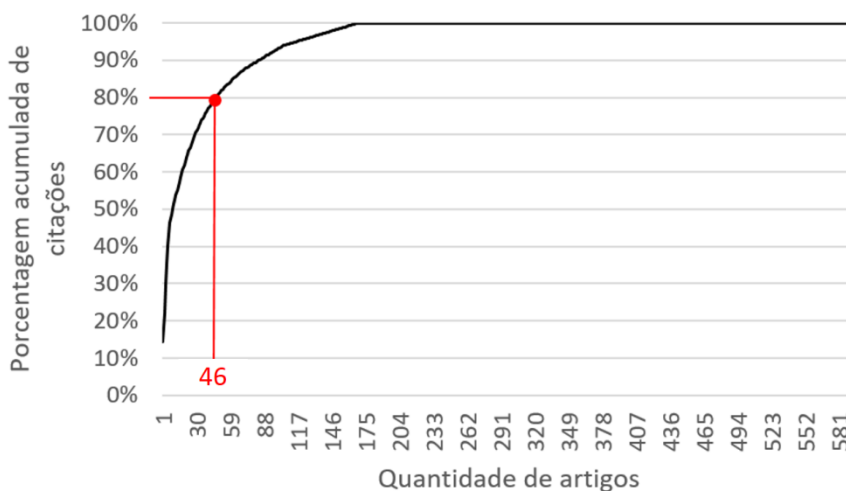
É possível ainda traçar um paralelo entre o número de publicações e a condição atual da indústria em cada país. Segundo o *ranking* global de competitividade na manufatura, os três países com maior índice de competitividade são China, Estados Unidos e Alemanha, respectivamente (DELOITTE, 2016). Uma surpresa é verificar que o Japão, colocado em quarto lugar no *ranking* de competitividade, não figura entre os países com mais publicações.

É possível também identificar vários países europeus no gráfico de publicações, o que sugere uma propagação do tema para países próximos à Alemanha, independente do nível de competitividade da indústria local. Com uma indústria pouco competitiva (29ª posição no *ranking* de competitividade) e longe do berço da Indústria 4.0, o Brasil não se encontra entre os países com mais publicações.

4.1 EXTRAÇÃO DE PALAVRAS-CHAVE

Foi elaborado um gráfico mostrando a porcentagem acumulada para mensurar a relação entre o número de artigos pré-selecionados e o número total de citações (Figura 4).

Figura 4 – Gráfico de porcentagem acumulada de citações



Fonte: Os autores (2017)

Observa-se 46 artigos (7,7% das publicações) representam 80% das citações envolvendo indústria 4.0, sendo os mais relevantes dentre as publicações. Na sequência, os 46 artigos foram listados e são apresentados em ordem decrescente de número de citações na

Tabela 1.

Tabela 1 – Artigos selecionados

POSIÇÃO	AUTORES	TÍTULO	ANO	# CITAÇÕES
1	Lee, J., Bagheri, B., Kao, H.-A.	A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems	2015	152
2	Lee, J., Kao, H.-A., Yang, S.	Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment	2014	82
3	Monostori, L.	Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges	2014	80
4	Drath, R., Horch, A.	Industrie 4.0: Hit or hype?	2014	58
5	Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., Hoffmann, M.	Industry 4.0	2014	50
6	Gorecky, D., Schmitt, M., Loskyll, M., Zühlke, D.	Human-machine-interaction in the industry 4.0 era	2014	36
7	Wang, S., Wan, J., Li, D., Zhang, C.	Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook	2016	33
8	Shrouf, F., Ordieres, J., Miragliotta, G.	Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm	2014	22
9	Jazdi, N.	Cyber physical systems in the context of Industry 4.0	2014	16
10	Schuh, G., Potente, T., Wesch-Potente, C., Weber, A.R., Prote, J.-P.	Collaboration mechanisms to increase productivity in the context of industrie 4.0	2014	14
11	Stock, T., Seliger, G.	Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0	2016	13
12	Wan, J., Cai, H., Zhou, K.	Industrie 4.0: Enabling technologies	2015	13
13	Varghese, A., Tandur, D.	Wireless requirements and challenges in Industry 4.0	2014	13
14	Hermann, M., Pentek, T., Otto, B.	Design principles for industrie 4.0 scenarios	2016	12

15	Shafiq, S.I., Sanin, C., Toro, C., Szczerbicki, E.	Virtual engineering object (VEO): Toward experience-based design and manufacturing for industry 4.0	2015	12
(continua)				
POSIÇÃO	AUTORES	TÍTULO	ANO	# CITAÇÕES
16	Vogel-Heuser, B., Diedrich, C., Pantförder, D., Göhner, P.	Coupling heterogeneous production systems by a multi-agent based cyber-physical production system	2014	12
17	Schuh, G., Potente, T., Varandani, R., Schmitz, T.	Global Footprint Design based on genetic algorithms - An "industry 4.0" perspective	2014	12
18	Imtiaz, J., Jasperneite, J.	Scalability of OPC-UA down to the chip level enables "internet of Things"	2013	12
19	Yue, X., Cai, H., Yan, H., Zou, C., Zhou, K.	Cloud-assisted industrial cyber-physical systems: An insight	2015	11
20	Weyer, S., Schmitt, M., Ohmer, M., Gorecky, D.	Towards industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems	2015	11
21	Schuh, G., Potente, T., Varandani, R., Hausberg, C., Fränken, B.	Collaboration moves productivity to the next level	2014	11
22	Usländer, T., Epple, U.	Reference model of Industrie 4.0 service architectures: Basic concepts and approach	2015	10
23	Seitz, K.-F., Nyhuis, P.	Cyber-physical production systems combined with logistic models-a learning factory concept for an improved production planning and control	2015	9
24	Strang, D., Anderl, R.	Assembly process driven component data model in cyber-physical production systems	2014	9
25	Dombrowski, U., Wagner, T.	Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution	2014	9
26	Schlechtendahl, J., Keinert, M., Kretschmer, F., Lechler, A., Verl, A.	Making existing production systems Industry 4.0-ready: Holistic approach to the integration of existing production systems in Industry 4.0 environments	2014	9
27	Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., Werner, F., Ivanova, M.	A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0	2016	8
28	Yu, C., Xu, X., Lu, Y.	Computer-Integrated Manufacturing, Cyber-Physical Systems and Cloud Manufacturing - Concepts and relationships	2015	8
29	Faller, C., Feldmüller, D.	Industry 4.0 learning factory for regional SMEs	2015	8
30	Lesjak, C., Rupprechter, T., Haid, J., Bock, H., Brenner, E.	A secure hardware module and system concept for local and remote industrial embedded system identification	2014	8

(continua)

POSIÇÃO	AUTORES	TÍTULO	ANO	# CITAÇÕES
31	Kolberg, D., Zühlke, D.	Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies	2015	7
32	Vogel-Heuser, B., Lee, J., Leitão, P.	Agents enabling cyber-physical production systems	2015	7
33	Pisching, M.A., Junqueira, F., Filho, D.J.S., Miyagi, P.E.	Service composition in the cloud-based manufacturing focused on the industry 4.0	2015	7
34	Shafiq, S.I., Sanin, C., Szczerbicki, E., Toro, C.	Virtual engineering object/virtual engineering process: A specialized form of cyber physical system for industrie 4.0	2015	7
35	Schuh, G., Gartzen, T., Rodenhauser, T., Marks, A.	Promoting work-based learning through industry 4.0	2015	7
36	Harrison, R., Vera, D., Ahmad, B.	Engineering Methods and Tools for Cyber-Physical Automation Systems	2016	6
37	Monostori, L.	Cyber-physical production systems: Roots from manufacturing science and technology	2015	6
38	Monostori, L., Kádár, B., Bauernhansl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhart, G., Sauer, O., Ueda, K.	Cyber-physical systems in manufacturing	2016	5
39	Nayak, N.G., Durr, F., Rothermel, K.	Software-defined environment for reconfigurable manufacturing systems	2015	5
40	Scheuermann, C., Verclas, S., Bruegge, B.	Agile Factory-An Example of an Industry 4.0 Manufacturing Process	2015	5
41	Rosen, R., Von Wichert, G., Lo, G., Bettenhausen, K.D.	About the importance of autonomy and digital twins for the future of manufacturing	2015	5
42	Toro, C., Barandiaran, I., Posada, J.	A perspective on knowledge based and intelligent systems implementation in industrie 4.0	2015	5
43	Anderl, R.	Industrie 4.0 -Technological approaches, use cases, and implementation	2015	5
44	Stark, R., Grosser, H., Beckmann- Dobrev, B., Kind, S., Bader, M., Beckmann- Dobrev, B., Dierks, A., Wild, H.	Advanced technologies in life cycle engineering	2014	5

(continua)

POSIÇÃO	AUTORES	TÍTULO	ANO	# CITAÇÕES
45	Yen, C.-T., Liu, Y.-C., Lin, C.-C., Kao, C.-C., Wang, W.-B., Hsu, Y.-R.	Advanced manufacturing solution to industry 4.0 trend through sensing network and Cloud Computing technologies	2014	5
46	Ungurean, I., Gaitan, N.-C., Gaitan, V.G.	An IoT architecture for things from industrial environment	2014	5

Fonte: os autores (2017)

Dos 46 artigos selecionados, foram extraídas 498 palavras-chave e foi feito o tratamento dos dados (retirada de caracteres especiais, padronização plural/singular e expansão de siglas), bem como a retirada de palavras-chave repetidas. Como resultado, foram identificadas 327 palavras-chave com ocorrências exclusivas.

Na sequência, foi feita a análise de frequência de cada palavra-chave exclusiva, bem como sua classificação entre: “Sem relação direta com Indústria 4.0” e “Relação direta com Indústria 4.0”. A primeira classe contém termos genéricos que não estão necessariamente relacionados à Indústria 4.0. Já a segunda classe, possui palavras-chave que representam ferramentas ou conceitos essenciais para a quarta revolução industrial. Para manter a relevância da análise, foram excluídas as palavras-chave com apenas uma citação. O resultado dessa classificação é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação e frequência das palavras-chave extraídas dos artigos selecionados

SEM DIRETA INDÚSTRIA 4.0	RELAÇÃO COM #	COM DIRETA INDÚSTRIA 4.0	RELAÇÃO COM #
Manufacture	20	Embedded systems	26
Production system	7	Cyber physical systems (CPSs)	23
Internet	6	Industrial revolutions	11
Industrie 4.0	5	Internet of Things (IOT)	10
Automation	5	Big data	5
Complex networks	4	Distributed systems	computer 4
Industry	4	Cloud computing	3
Industrial economics	3	Data handling	3

Industrial production	3	Industrial wireless network	3
-----------------------	---	-----------------------------	---

(continua)

SEM DIRETA INDÚSTRIA 4.0	RELAÇÃO COM #	COM DIRETA INDÚSTRIA 4.0	RELAÇÃO COM #
Manufacturing process	3	Advanced manufacturing	2
Production control	3	Decisional DNA	2
Productivity	3	Digital storage	2
Production engineering	2	Digital twin	2
Science and Technology	2	Distributed systems	2
Sustainable development	2	Enabling technologies	2
Product design	2	Knowledge based systems	2
Information and Communication Technologies	2	Knowledge representation	2
Genetic algorithms	2	Learning factory	2
Design	2	Set knowledge experience structure (SOEKS)	2
Supply chains	2	Virtual engineering	2
Optimization	2	Virtual reality	2
Proof of concept	2		
Predictive maintenance	2		
Quality of service	2		
Engineering objects	2		
Further development	2		
Industrial case study	2		
Life cycle	2		
Maintenance	2		
Manufacturing industries	2		
Algorithms	2		
Assembly	2		
Automation technology	2		
Collaboration	2		
Computation theory	2		
Computational entities	2		
Decision making	2		

Fonte: Os autores (2017)

Por meio da observação dos itens listados no segundo grupo é possível identificar quais são as ferramentas mais relevantes na literatura associadas à temática da quarta revolução industrial. Essa listagem auxilia na execução de pesquisas ao fornecer diferentes palavras-chave para buscas. A verificação dos nove primeiros itens (ocorrência superior ou igual a três) sugere que há um foco de pesquisa em tecnologias para a obtenção de dados de processos em tempo real, criação de sistemas físico cibernéticos e gestão inteligente dos dados obtidos. Essas ferramentas fornecem subsídios para a superação dos principais desafios da Indústria 4.0: obtenção de fluxos de trabalho digitais ao longo do ciclo de vida do produto, desenvolvimento de processos produtivos flexíveis, e criação de produtos individualizados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O primeiro ponto observado é o domínio alemão na quantidade de publicações. Esse fato se deve principalmente à postura vanguardista do país no campo tecnológico, bem como por ter definido um termo (*Industrie 4.0*) para o processo de evolução em sua indústria.

A imprecisão na definição científica da Indústria 4.0 dificulta a pesquisa, uma vez que os termos utilizados para a busca acabam abarcando um espectro muito amplo de temáticas. O presente artigo sugere uma alternativa para resolver tal problema, através da compilação de palavras-chave relacionadas ao tema. Quando associadas a termos de interesse de cada pesquisador, essas palavras ampliam as possibilidades de pesquisa no âmbito da Indústria 4.0, além de auxiliar na construção da identidade acadêmica do tema.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a CAPES e o PPGEP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Paraná pela concessão das bolsas de estudo e estrutura para pesquisa.

REFERÊNCIAS

ACATECH, National Academy of Science and Engineering. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0.** 2013. Disponível em: <http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Mater

ial_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf>. Acesso em: 04 maio 2017.

ANDERL, Reiner. Industrie 4.0 – technological approaches, use cases, and implementation. **Automatisierungstechnik**, p. 1-2, 2015.

BALASINGHAM, Kajanth. Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies. 16 p. Dissertação (Mestrado), **University of Twente**. Twente, 2016.

BEYEA, Suzanne. C.; NICOLL, Leslie. H. Writing an integrative review. **AORN Journal**, p. 877-80, 1998.

BOTELHO, Louise R.; CUNHA, Cristiano D. A.; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, maio/agosto 2011.

BROOME, Marion. Integrative literature reviews for the development of concepts. **Concept development in nursing: foundations, techniques, and applications**, p. 231-250, 2000.

CSIS, CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES, **Made in China 2025**, 2015. Disponível em: <<https://www.csis.org/analysis/made-china-2025>>. Acesso em: 08 maio 2017.

DBR, Deutsche Bank Research, **Industry 4.0: Upgrading of Germany's industrial capabilities on the horizon**, 2014. Disponível em: <https://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_EN-PROD/PROD0000000000333571.pdf>. Acesso em: 04 maio 2017.

DELOITTE, **2016: Global Manufacturing Competitiveness Index**, 2016. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/us-gmci.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2017.

ELSEVIER, **About Scopus**. 2017. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/solutions/scopus>>. Acesso em 5 maio 2017

GANONG, Lawrence H. Integrative reviews of nursing research. **Research in Nursing & Health**, Hoboken, v. 10, n. 1, p. 1-11, 1987.

GTAI, German Trade & Invest, **INDUSTRIE 4.0: Smart manufacturing for the future**. 2014. Disponível em: <https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf>. Acesso em: 04 maio 2017.

LASI, Heiner; KEMPER, Hans-Georg; FETTKE, Petter; FELD, Thomas; HOFFMANN, Michael. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, p. 1-2, 2014.

LEE, Jay; KAO, Hung-An; YANG, Shanhu. Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. **Procedia CIRP**. 2014.

LOPES, Ilza. L. Estratégia de busca na recuperação da informação: revisão da literatura. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 60-71, maio-ago 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v31n2/12909.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

MENDES, Karina D. S.; SILVEIRA, Renata C. D. C. P.; GALVÃO, Cristina M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto - Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-64, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tce/v17n4/18.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: EDIPRO, 2016.

THE WHITE HOUSE, **President Obama launches advanced manufacturing partnership steering committee “2.0”**. 2013. Disponível em: <<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2013/09/26/president-obama-launches-advanced-manufacturing-partnership-steering-com>>. Acesso em: 08 maio 2017.

TORRACO, Richard J. Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. **Human Resource Development Review**, v. 4, n. 3, p. 356-367, Setembro 2005. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1534484305278283>>.

WANG, Shiyong; WAN, Jiafu; LI, Di; ZANG, Chunhua. Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, 2016.

WHITTEMORE, Robin; KNALF, Kathleen. The integrative review: updated methodology. **Methodological issues in nursing research**, p. 546-53, 2005.