

Modelos orientados à Indústria 4.0 e cadeia de suprimentos

Vander Luiz da Silva, João Luiz Kovaleski, Regina Negri Pagani, Jaqueline de Matos Silva

Resumo: A Indústria 4.0 tem se apresentado como uma importante abordagem de configuração industrial, onde os processos físicos passam a ser integrados entre si e aos recursos digitais, e sistemas inteligentes, desenvolvidos. Apesar de promissor, muito ainda necessita ser explorado. Este estudo teve por objetivo identificar modelos, conceituais e práticos, com focos na Indústria 4.0 em âmbito de cadeia de suprimentos. Uma revisão de literatura foi elaborada, nas bases de dados Scopus, Web of Science e Science Direct, adotando-se protocolos estruturados para seleção de um portfólio de artigos. A metodologia de revisão de literatura consistiu em nove etapas. De um total de 121 artigos de periódicos distintos foram analisados 69 artigos. Observou-se que, em especial, as tecnologias da Indústria 4.0 são promissoras para empresas que atuam em mesma cadeia de suprimentos, e os modelos são fundamentais, pois orientam-as por meio de procedimentos e aplicações de tecnologias nos ambientes organizacionais.

Palavras chave: Indústria 4.0, Gestão de negócios, Tecnologia, Indústria inteligente.

Models oriented to Industry 4.0 and supply chain

Abstract: The Industry 4.0 has presented itself as an important industrial configuration approach, where physical processes are integrated into digital resources, and intelligent systems, developed. Although promising, much still needs to be explored. The objective of this study was to identify models, conceptual and practical, with focuses in the 4.0 industry under supply chain. A literature review was elaborated in the Scopus, Web of Science and Science Direct databases, adopting structured protocols for the selection of a portfolio of articles. The literature review methodology consisted of nine stages. Of a total of 121 different Journals articles, 69 articles were analyzed. In view of the studies analyzed, it was observed that, in particular, the technologies of Industry 4.0 are promising for companies that operate in the same supply chain, and the models are fundamental, as they guide procedures and applications of technologies in organizational environments.

Key-words: Industry 4.0, Business management, Technology, Smart industry,

1. Introdução

Ao longo da história, as pessoas e as indústrias foram testemunhas de múltiplas revoluções industriais, que ocorreram gradativamente, iniciando-se com a mecanização da produção com a descoberta da máquina a vapor, sucedendo a introdução da produção em massa e a automatização de processos de produção (HADDARA; ELRAGAL, 2015).

Recentemente, inúmeras questões são discutidas sobre uma provável Quarta Revolução Industrial, denominada na Alemanha de Indústria 4.0 (LEE; KAO; YANG, 2014), cujo objetivo é criar indústrias com processos inteligentes integrados, com características de adaptabilidade e de eficiência de recursos (JASIULEWICZ-KACZMAREK; SANIUK; NOWICKI, 2017).

A Indústria 4.0 abrange uma diversidade de sistemas, tecnologias, princípios e métodos, a fim de tornar os processos produtivos, principalmente, mais autônomos, dinâmicos (TORTORELLA; FETTERMANN, 2017), flexíveis e mais precisos. Neste contexto, visa criar uma

diversidade de novas oportunidades às indústrias dos diversos setores de mercado (HECKLAU et al., 2016). Conforme Herterich, Uebernickel e Brenner (2015), com o aumento na concorrência entre negócios, explorar novas e potenciais tecnologias está se tornando essencial às indústrias.

Tratando-se de um tema recente, discutido inicialmente no ano de 2011, durante a Feira de Hanôver que ocorreu na Alemanha (DRATH; HORCH, 2014), a Indústria 4.0 desencadeia uma série de questões ainda inconclusivas, principalmente para os países emergentes que, na prática, apresentam maiores limitações de conhecimento e recursos tecnológicos e infraestrutura para desenvolvimento deste conceito.

Este estudo teve por objetivo identificar modelos conceituais e práticos, desenvolvidos por pesquisadores, com focos centrados na Indústria 4.0 em âmbito de cadeia de suprimentos. Para tal, uma revisão de literatura foi elaborada nas bases de dados Scopus, Web of Science e Science Direct, empregando-se protocolos estruturados para ordenação e seleção de um portfólio de artigos.

2. Metodologia

Foi elaborada uma revisão sistemática de literatura, adotando-se protocolos estruturados constituídos pelas etapas (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015; 2018):

- Etapa 1: Estabelecer a intenção de pesquisa;
- Etapa 2: Pesquisa preliminar nas bases de dados;
- Etapa 3: Definir palavras-chave, bases de dados e delimitação temporal. As palavras-chave definidas, que melhor representam a intenção da pesquisa, são descritas no Quadro 1. As bases de dados selecionadas para realização de buscas por artigos foram a Science Direct, Scopus e Web of Science.

Combinação
<i>"4th Industrial Revolution" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"</i>
<i>"Fourth Industrial Revolution" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"</i>
<i>"Industrie 4.0" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"</i>
<i>"Industry 4.0" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"</i>
<i>"Smart industry" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"</i>
<i>"Smart manufacturing" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"</i>
<i>"Cyber-physical system" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"</i>

Quadro 1 – Definição e combinações de palavras-chave.

- Etapa 4: Pesquisa definitiva nas bases de dados. Nesta etapa os critérios básicos de buscas de dados bibliográficos foram aplicados nas três bases de dados: i) Palavras-chave inseridas na opção *"Title-Abstract-Keywords"*, e; ii) Período consultado em *"All years"* ≤ abril de 2019, seguindo com a execução de buscas. Os artigos obtidos foram organizados no gerenciador de referências Mendeley®.
- Etapa 5: Procedimentos de filtragem. Foram aplicados os procedimentos: Eliminar artigos em duplicidade; Eliminar artigos publicados em conferências, e; Eliminar capítulos de livros, respectivamente.
- Etapa 6: Identificar o fator de impacto, o ano de publicação e o número de citações, respectivamente, para cada artigo resultante da etapa anterior;

- Etapa 7: Cálculo dos valores de *InOrdinatio* da Methodi Ordinatio por meio da Equação 1 para ordenação de artigos (*ranking*, conforme o fator de impacto, número de citações e ano de publicação). A partir da aplicação dos procedimentos de filtragem e coleta de dados (fator de impacto, número de citações e ano de publicação de cada artigo) foi executada a sétima etapa da Methodi Ordinatio denominada de *InOrdinatio*. Esta etapa permite ordenar os artigos de acordo a relevância científica deles, equacionando o fator de impacto, ano de publicação e número de citações de cada artigo. Deste modo, foi possível obter estudos mais relevantes com relação aos critérios científicos mencionados.

$$InOrdinatio = (Fi / 1000) + \alpha * [10 - (APe - APu)] + (\sum Ci) \quad (1)$$

Onde, Fi: Fator de impacto do periódico; α : Coeficiente atribuído pelo pesquisador que se refere à importância da atualidade para o tema pesquisado, normalmente valor 10 (valor máximo atribuído); APe: Ano de realização da pesquisa; APu: Ano de publicação do artigo, e; Ci: Número de citações do artigo em outros estudos.

- Etapa 8: Localizar os artigos selecionados no formato integral de textos, e;

- Etapa 9: Leitura sistemática e análise dos artigos. Os artigos selecionados foram analisados por meio de leituras na íntegra.

3. Resultados e discussão

Os resultados obtidos nas buscas para as respectivas combinações de palavras-chave, em cada uma das três bases de dados, estão descritos na Tabela 1.

Combinação	Scopus	Web of Science	Science Direct
"4the Industrial Revolution" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"	1	0	2
"Fourth Industrial Revolution" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"	4	14	4
"Industrie 4.0" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"	4	9	3
"Industry 4.0" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"	48	92	31
"Smart industry" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"	0	1	0
"Smart manufacturing" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"	12	20	10
"Cyber-physical system" AND ("Framework" or "Model") AND "Supply Chain"	22	16	9
Total	91	152	59

Tabela 1 – Resultados brutos de artigos

A base de dados bibliográficos Web of Science apresentou maior número de artigos sobre o tema pesquisado, seguida da Scopus e Science Direct. Obteve-se um total bruto de 302 documentos.

Os procedimentos de filtragem aplicados para o total bruto de documentos estão descritos na Tabela 2.

Procedimento	Total bruto de artigos	Total de artigos após aplicação de procedimento
Eliminar artigos em duplicidade	302	161
Eliminar artigos de conferências	161	126
Eliminar capítulos de livros	126	121

Tabela 2 – Resultados de artigos após filtragens.

Os 121 artigos foram ordenados e selecionados 69 para leituras na íntegra. Os artigos não analisados foram descartados pelo fato de se tratarem de estudos mais antigos e com poucas ou zero citações na literatura. Tais fatores (ano de publicação e número de citações) associados ao fator de impacto do Journal refletiram em baixos valores de *InOrdinatio* da Methodi Ordinatio. Ressalta-se que em conjunto com a aplicação do método foi utilizado o critério relevância de temas abordados nos artigos.

Os respectivos anos de publicações dos artigos analisados são apresentados na Figura 1.

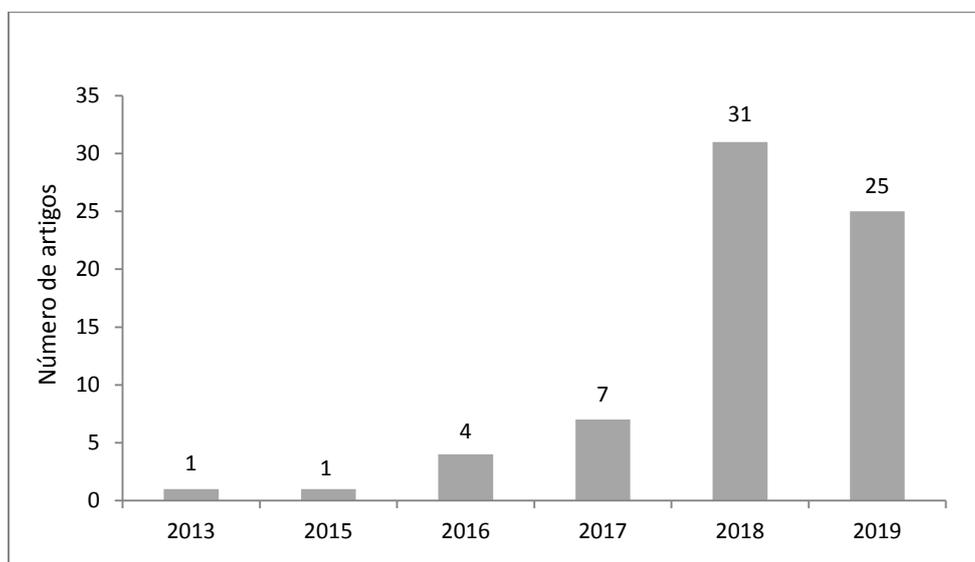


Figura 1 – Respectivos anos de publicações dos 69 artigos. “All years” ≤ abril de 2019.

O portfólio de artigos analisados é atual, apresentando estudos recentes de 2018 (31 artigos) e 2019 (25 artigos), principalmente.

Os principais *Journals* das publicações foram International Journal of Production Research (6 artigos), Computers & Industrial Engineering (4 artigos), Process Safety And Environmental Protection (3 artigos), Resources, Conservation and Recycling (3 artigos), Business Process Management Journal (2 artigos), International Journal of Production Economics (2 artigos), Robotics and Computer - Integrated Manufacturing (2 artigos) e Supply Chain Management - An International Journal (2 artigos). Entre esses *Journals*, o maior fator de impacto é 5,120 e o menor, 1,308.

De maneira geral, o objetivo principal da Indústria 4.0 é impulsionar a digitalização entre áreas funcionais da empresa e em toda cadeia de valor, desde o desenvolvimento, compra de produtos, fabricação e distribuição (ARDITO et al., 2018) até a entrega de insumos e

produtos (ZHANG; ZHU; LV, 2017). Para auxiliar os interessados que atuam em cadeia de suprimentos, são necessários modelos específicos. Apesar de recentes e, embora escassas essas contribuições são relatadas no Quadro 2.

Autor	Proposta desenvolvida	Abordagem metodológica
Birkel et al. (2019)	Modelo de análise de impactos negativos da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos	Estudo empírico - entrevista com especialistas de empresas e setores distintos
Ardito et al. (2018)	Modelo de distribuição de tecnologias da indústria 4.0 para o gerenciamento de cadeia de suprimentos	Estudo empírico - Análise de patentes no Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos
Bienhaus e Haddud (2018)	Framework de impactos positivos na gestão organizacional de empresas com a aquisição de tecnologias da Indústria 4.0	Estudo empírico - Coleta e análise de dados de participantes de empresas e setores distintos
Chen (2017)	Framework de CPSs para rastreabilidade de alimentos na cadeia de suprimentos	Estudo empírico - Estudo de casos em empresas
Fatorachian e Kazemi (2018)	Framework teórico que apresenta a interação de tecnologias no processo produtivo orientado a Indústria 4.0	Estudo teórico - Revisão de literatura
Frank, Dalenogare e Ayala (2019)	Framework de níveis de implementação de tecnologias da Indústria 4.0	Estudo empírico - Aplicação de questionários em empresas distintas do setor de máquinas e equipamentos
Ivanov et al. (2018)	Framework de digitalização de cadeia de suprimentos	Estudo teórico - Revisão de literatura
Manavalan e Jayakrishn (2019)	Framework de análise da sustentabilidade na cadeia de suprimentos da Indústria 4.0	Estudo teórico - Revisão de literatura
Schneider (2018)	Framework de clusters de desafios gerenciais para desenvolvimento da Indústria 4.0	Estudo empírico - Entrevista online com especialistas
Sundarakani et al. (2019)	Modelo híbrido de cadeia de suprimentos em nuvem que integra recursos tecnológicos, infraestrutura e estágios da cadeia.	Estudo teórico - Revisão de literatura
Waschull et al. (2019)	Framework que relaciona três aspectos em sua estrutura, o nível de informação a ser processado, as tecnologias de CPSs e o escopo da operação, variando de máquina até cadeia de suprimentos	Estudo teórico - Revisão de literatura
Zhang, Zhu e Lv (2017)	Modelo de controle inteligente de veículos para manuseio interno de materiais nas fábricas, baseados em CPSs	Estudo empírico - Estudo de casos em empresas
Dossou (2018)	Framework que considera em sua estrutura quatro dimensões, facilitador, acelerador, integrador e coordenador de cadeia de suprimentos e Indústria 4.0	Estudo teórico - Revisão de literatura
Vass, Shee e Mial (2018)	Modelo com foco na melhoria de desempenho da cadeia de suprimentos a partir de recursos da IoT	Estudo empírico - Entrevista com representantes de empresas

Asdecker e Felch (2018)	Modelo com foco na maturidade de processos logísticos considerando os aspectos níveis de digitalização de processos e operações	Estudo empírico - Pesquisa online com especialistas e, posteriormente, entrevistas presenciais
Bányai, Illés e Bányai (2018)	Modelo matemático para programação inteligente, que combina operações integradas de coleta e entregas de materiais e alocação de recursos, como veículos, em tempo real	Estudo empírico - Modelagem matemática
Bar, Herbert-Hassen e Khalid (2018)	Framework que auxilie gestores na implementação do conceito de Indústria 4.0 em indústrias e cadeias de suprimentos	Estudo empírico - Estudo de casos em empresas
Chong et al. (2018)	Modelo conceitual de sistema de gerenciamento inteligente entre fornecedor e fabricante industrial, cujo material requisitado pelo fornecedor acompanha etiqueta inteligente contendo especificados do material, atualizando-se o sistema do fabricante automaticamente	Estudo empírico - Experimentos e testes de sistemas

Quadro 2 – Estudos que tratam de modelos para Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos.

Para melhor desempenho na gestão da cadeia de suprimentos, tecnologias fundamentais da Indústria 4.0 são aplicáveis. A gestão da cadeia de suprimentos é uma abordagem de sistema para gerenciar todo o fluxo de informações, insumos, produtos e serviços de fornecedores, por meio de empresas e armazéns, para consumidor final, ou vice versa (MARODIN et al., 2017). De acordo com Aliche, Rexhausen e Seyfert (2017), seis direcionadores de valor da cadeia de suprimentos são influenciados por tecnologias, a destacar:

- Planejamento de operações: Terá influência de tecnologias como Big Data, Advanced analytics e automação do trabalho do conhecimento;
- Fluxo de informações e conhecimento: Melhor conectividade entre os estágios da cadeia de suprimentos. A colaboração por meio da tecnologia em nuvem cria plataformas digitais entre fornecedores, indústria e clientes;
- Fluxo físico de insumos e produtos: Terá influência da manufatura aditiva, automação avançada, veículos autônomos e inteligentes e impressão 3D com o objetivo de reduzir custos;
- Gestão de desempenho: sistemas de controle, indicadores de desempenho, Big Data e técnicas de mineração de dados e aprendizado de máquina visam identificar disfunções nos processos;
- Gerenciamento de pedidos: o processamento de pedidos pode ser feito por meios digitais, e o replanejamento, se necessário, em tempo real, visando reduzir custos e melhorar a confiabilidade do consumidor;
- Estratégia da cadeia de suprimentos: Produtos customizados fornecem maior valor para o consumidor e ajudam a reduzir os custos, por meio de Big Data e outras tecnologias e estratégias.

Alguns dos impactos positivos esperados para Indústria 4.0 a partir de seu conceito e de suas tecnologias são: propiciar alcance de objetivos estratégicos e desenvolvimento de empresas, seja tecnológico, de melhoria na gestão interna, otimização de processos produtivos e logísticos (BÁNYAI et al., 2019), melhorias da qualidade e da competitividade de produtos (ALBERS et al., 2016; MOEUF et al., 2017; RODIČ, 2017; GNEZDOVA et al., 2019), maior

transparência na cadeia de suprimentos entre empresas, fornecedores e clientes, principalmente (KAMBATLA et al., 2014; AVVENTUROSO; SILVESTRI; PEDRAZZOLI, 2017), decisões mais consistentes e aplicadas em tempo real (MOEUF et al., 2017; ARDITO et al., 2018), entre outras vantagens.

4. Considerações finais

Este estudo visou identificar trabalhos que tratassem de propostas de modelos sobre a Indústria 4.0, focando-se na cadeia de suprimentos. Por meio destes, uma visão integrada acerca da Indústria 4.0 é fornecida.

O conceito de Indústria 4.0 tem despertado o interesse de pesquisadores, contudo, muito ainda necessita ser explorado. Devido carências de estudos práticos, o estudo apresentado teve foco em modelos, que tendem a ser mais práticos dentro do possível, se comparados aos estudos de revisão em Indústria 4.0.

Diante aos estudos analisados, observou-se que, em especial, as tecnologias da Indústria 4.0 são promissoras para empresas que atuam em mesma cadeia de suprimentos, e os modelos são fundamentais, pois orientam procedimentos e aplicações de tecnologias nos ambientes organizacionais.

Referências

- ALBERS, A.; GLADYSZ, B.; PINNER, T.; BUTENKO, V.; STÜRMLINGER, T. Procedure for Defining the System of Objectives in the Initial Phase of an Industry 4.0 Project Focusing on Intelligent Quality Control Systems. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 262-267, 2016.
- ALICKE, K.; REXHAUSEN, D.; SEYFERT, A. **Supply Chain 4.0 in consumer goods**. McKinsey & Company, 2017.
- ARDITO, L.; PETRUZZELLI, A. M.; PANNIELLO, U.; GARAVELLI, A. C. Towards Industry 4.0: Mapping digital technologies for supply chain management-marketing integration, **Business Process Management Journal**, 2018. Doi: 10.1108/BPMJ-04-2017-0088.
- ASDECKER, B.; FELCH, V. Development of an Industry 4.0 maturity model for the delivery process in supply chains. **Journal of Modelling in Management**, v. 13, n. 4, p. 840-883, 2018.
- AVVENTUROSO, G.; SILVESTRI, M.; PEDRAZZOLI, P. A. Networked Production System to Implement Virtual Enterprise and Product Lifecycle Information Loops. **IFAC-PapersOnLine**, v. 50, n. 1, p. 7964-7969, 2017.
- BÁNYAI, T.; TÁMAS, P.; LLLÉS, B.; STANKEVICIUTE, Ž.; BÁNYAI, Á. Optimization of Municipal Waste Collection Routing: Impact of Industry 4.0 Technologies on Environmental Awareness and Sustainability. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, p. 1-26, 2019.
- BIENHAUS, F.; HADDUD, A. Procurement 4.0: factors influencing the digitisation of procurement and supply chains. **Business Process Management Journal**, 2018. Doi: 10.1108/BPMJ-06-2017-0139.
- BIRKEL, H. S.; VEILE, J. W.; MÜLLER, J. M.; HARTMANN, E.; VOIGT, K. I. Development of a Risk Framework for Industry 4.0 in the Context of Sustainability for Established Manufacturers. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, p. 1-24, 2019.
- CHEN, R. Y. An intelligent value stream-based approach to collaboration of food traceability cyber physical system by fog computing. **Food Control**, v. 71, p. 124-136, 2017.
- CHONG, S.; PAN, G. T.; CHIN, J.; SHOW, P. L.; YANG, T. C. K.; HUANG, C. M. Integration of 3D Printing and Industry 4.0 into Engineering Teaching. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, p. 1-13, 2018.

- DOSSOU, P. E. Impact of Sustainability on the supply chain 4.0 performance. **Procedia Manufacturing**, v. 17, p. 452-459, 2018.
- DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype?. **IEEE industrial electronics magazine**, 1, p. 56-58, 2014.
- FATORACHIAN, H.; KAZEMI, H. A critical investigation of Industry 4.0 in manufacturing: theoretical operationalisation framework, **Production Planning & Control**, 2018. Doi: 10.1080/09537287.2018.1424960.
- FRANK, A. G.; DALENOGARE, L. S.; AYALA, N. F. Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies". **International Journal of Production Economics**, 2019. Doi: 10.1016/j.ijpe.2019.01.004.
- GNEZDOVA, J. V.; BARKOVSKAYA, V. E.; RAMAZANOV, I. A.; LATORTSEV, A. A.; KALUGINA, S. A. Nonuniformity of digital Transformation of industry. **International Journal of Civil Engineering and Technology**, v. 10, n. 2, p. 1733-1739, 2019.
- HADDARA, M.; ELRAGAL, A. The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future. **Procedia Computer Science**, v. 64, p. 721-728, 2015.
- HECKLAU, F.; GALEITZKE, M.; FLACHS, S.; KOHL, H. Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 1-6, 2016.
- IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B. The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics, **International Journal of Production Research**, 2018. Doi: 10.1080/00207543.2018.1488086.
- JASIULEWICZ-KACZMAREK, M.; SANIUK, A.; NOWICKI, T. The Maintenance Management in the Macro-Ergonomics Context. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 487, p. 35-46, 2017.
- KAMBATLA, K.; KOLLIAS, G.; KUMAR, V.; GRAMA, A. Trends in big data analytics. **Parallel Distrib. Comput.**, v. 74, p. 2561-2573, 2014.
- LEE, J.; KAO, H. A.; YANG, S. Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. **Procedia CIRP**, v. 16, p. 3-8, 2014.
- MANAVALAN, E.; JAYAKRISHNA, K. A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. **Computers & Industrial Engineering**, v. 127, p. 925-953, 2019.
- MARODIN, G. A. et al. Lean production and operational performance in the Brazilian automotive supply chain. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 30, n. 3-4, p. 370-385, 2019.
- MOEUF, A.; PELLERIN, R.; LAMOURI, S.; TAMAYO-GIRALDO, S.; BARBARAY, R. The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. **International Journal of Production Research**, 2017. Doi: 10.1080/00207543.2017.1372647
- PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ci.Inf., Brasília**, v. 46, n. 2, p. 161-187, 2018.
- PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi ordinatio®: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics, Springer**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.
- RODIČ, B. Industry 4.0 and the New Simulation Modelling Paradigm. **Oganizacija**, v. 50, n. 3, p. 193-207, 2017.
- SCHNEIDER, P. Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. **Rev Manag Sci**, 2018. Doi: 10.1007/s11846-018-0283-2.

SUNDARAKANI, B. et al. Designing a hybrid cloud for a supply chain network of Industry 4.0: a theoretical framework. **Benchmarking: An International Journal**, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2018-0109>.

TORTORELLA, G. L.; FETTERMANN, D. Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. **International Journal of Production Research**, 2017.

VASS, T.; SHEE, H.; MIAH, S. J. The effect of “Internet of Things” on supply chain integration and performance: An organizational capability perspective. **Australasian Journal of Information Systems**, v. 22, 2018.

VASS, T.; SHEE, H.; MIAH, S. The effect of “Internet of Things” on supply chain integration and performance: An organisational capability perspective. **Australasian Journal of Information Systems**, v. 22, p. 1-29, 2018.

WASCHULL, S. et al. Work design in future industrial production: Transforming towards cyber-physical systems. **Computers & Industrial Engineering**, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.053>.

ZHANG, Y.; ZHU, Z.; LV, J. CPS-based smart control model for shopfloor material handling. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 14, n. 4, p. 1764-1775, 2017.