

# INDÚSTRIA 4.0 E A RELAÇÃO COM A LOGÍSTICA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO FATECLOG.

**Karen Nogueira Franco** (FATEC AMERICANA)

karennogueirafranco@gmail.com

**MARCOS DE CARVALHO DIAS** (FATEC AMERICANA)

marcos.dias@fatec.sp.gov.br

## RESUMO

O aumento da concorrência tem exigido cada vez mais, das empresas, a modificação contínua forma de organização da produção com o objetivo de aumentar a competitividade e produtividade. Isso tem resultado no surgimento de novas configurações produtivas com o intuito de atender às novas exigências dos mercados, como “indústria 4.0”, que correspondem uso de várias tecnologias interconectadas que buscam otimizar o processo produtivo de forma geral. Na Logística essas tecnologias tendem a contribuir para a redução de desperdícios e otimização dos processos. Isso tem sido discutido por diversos pesquisadores e profissionais do setor, e tem sido explicitado por meio de artigos científicos publicados em revistas e anais de eventos sobre o tema. Sendo o FatecLog um dos principais eventos nessa área no país, o objetivo desta pesquisa é analisar a partir de quando, e em qual intensidade, a discussão sobre esses temas tem surgido. Para isso foi utilizado como metodologia a pesquisa bibliométrica, sendo realizada a mensuração dos artigos publicados nos anais dos eventos realizados nos anos de 2017 a 2020. A pesquisa mostrou que tem ocorrido um crescimento, a partir de 2017, de trabalhos científicos que abordem a relação entre “Indústria 4.0” e “Logística”, apresentados pelas Fatec’s no evento, muito em decorrência da evidência pela qual tal tema tem observado nesses anos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indústria 4.0; Logística; FatecLog.

## ABSTRACT

*The increase in competition has increasingly demanded, from companies, the continuous modification of the organization of production in order to increase competitiveness and productivity. This has resulted in the emergence of new production configurations in order to meet the new requirements of the markets, such as "industry 4.0", which correspond to the use of several interconnected technologies that seek to optimize the production process in general. In Logistics, these technologies tend to contribute to waste reduction and process optimization. This has been discussed by several researchers and professionals in the sector, and has been made explicit through scientific articles published in magazines and annals of events on the subject. Since FatecLog is one of the main events in this area in the country, the objective of this research is to analyze when and how intensively, the discussion on these themes has arisen. For this purpose, bibliometric research was used as a methodology, with the measurement of articles published in the annals of events held in the years 2017 to 2020. Research has shown that there has been a growth, since 2017, of scientific works that address the relationship between "Industry 4.0" and "Logistics", presented by Fatec's at the event, largely due to the evidence for which such theme has observed in these years.*

**Keywords:** Industry 4.0; Logistic; FatecLog

## 1. INTRODUÇÃO

A intensificação da concorrência e o aumento da complexidade na fabricação de produtos e serviços têm exigido das empresas investimento, de maneira contínua, em modificações na forma de organização da produção com o objetivo de aumentar a competitividade e produtividade. Com isso observa-se o surgimento de novas tecnologias e novos processos produtivos com o intuito de atender às atuais exigências do mercado. Estas novas formas de organização produtiva têm se dado, recentemente, por meio da adoção da chamada “manufatura avançada” ou “indústria 4.0”, que corresponde ao uso de várias tecnologias interconectadas, como computação em nuvem, big data, simulação, internet das coisas, robótica e realidade aumentada. Na indústria essa tecnologia contribui para a redução de desperdícios e otimização dos processos (WANG, 2018). Diversos segmentos produtivos, em várias partes do mundo, têm incorporado tais inovações, notadamente os de automobilística, aeroespacial, eletrodomésticos, calçados e têxtil e vestuário. Na indústria mundial a adoção dessas novas formas de organização produtiva tem resultado na intensificação e melhoria nas diversas etapas de produção como, por exemplo, o gerenciamento de estoque de matérias-primas e produtos acabados, coordenação da força de trabalho e monitoramento de máquinas e equipamentos.

Uma das principais aplicações tem sido na coordenação da cadeia de suprimentos de diversos setores produtivos, em que a forte colaboração de parceiros e a informação preditiva são elementos presentes nessa nova forma de organização produtiva. Pesquisas internacionais têm abordado os benefícios e as limitações da adoção da manufatura avançada nos processos produtivos (HOPKINSON *et ali*, 2006; HOLMSTROM *et ali.*, 2012) e também realizado comparações de custos entre as diferentes configurações das cadeias de suprimentos em diversos setores produtivos (KHAJAVI *et ali*, 2014). No caso brasileiro, a adoção dessas novas formas de organização produtiva encontra-se em estágio inicial e com resultados ainda incertos para a organização da produção, relações de trabalho e gestão da cadeia de suprimentos, entre outros elementos componentes.

Apesar disso, muitos estudos realizados no país, por grupos e instituições de pesquisa e programas de pós-graduação, tem abordado de forma crescente os conceitos de “indústria 4.0”, aplicados aos diversos setores produtivos e elementos da produção, como a gestão de operações, da mão de obra, dos custos e das cadeias de suprimentos, entre outros.

Assim sendo, este trabalho tem por objetivo fazer uma análise da evolução da abordagem do conceito de “indústria 4.0” aplicados ao conceito de “Logística” nos trabalhos acadêmicos (artigos científicos) publicados nos anais do congresso FatecLog no período compreendido entre 2017 a 2020. Para isso, foi utilizado como metodologia a análise bibliométrica, em que foi realizada a contagem da quantidade de artigos publicados nos anais entre esse período.

## 2. EMBASAMENTO TEÓRICO

Vários estudos recentes têm tratado dos temas abordados nesta pesquisa, notadamente a “Indústria 4.0” e sua relação com a Logística. Alguns desses estudos são abordados a seguir.

## 2.1 O conceito de “Indústria 4.0”

A indústria 4.0, conhecida como *Indústria 4.0* na Alemanha e *Advanced Manufacturing* nos Estados Unidos, combina modernos recursos de automação industrial com os avanços dos sistemas de computação, informação e comunicação via internet.

De maneira geral, essas novas formas de organização produtiva, conforme aponta Bag (2018), combinam elementos de automação industrial com novos sistemas de tecnologias de informação e comunicação, permitindo que a linha de montagem de um produto troque informações ao longo do processo, ao mesmo tempo em que plantas produtivas tomem decisões sobre produção, compras e estoques sem interferência humana.

Para Wang (2018), o resultado disso para o processo produtivo de forma geral é a obtenção de soluções customizadas e automatizadas para a integração de produtos tecnológicos, replicáveis em qualquer ambiente fabril devidamente testadas e funcionando de forma otimizada, objetivando redução de custos, aumento da qualidade e do controle sobre a produção. Consequentemente tem-se uma flexibilidade na produção de produtos com características distintas em uma mesma fábrica, podendo ser gerenciada remotamente. É a integração de todos os sistemas, podendo incluir o cliente final, a logística, o controle de produção e até mesmo das definições e características físicas do produto.

Tais aspectos tem resultado na crescente importância destas novas configurações da produção industrial no contexto global, sendo considerada uma nova maneira de obtenção, pelas empresas, de vantagens competitivas. Ao introduzirem tais tecnologias nos processos produtivos, as empresas tendem a potencializar os ganhos gerenciais, devido ao volume de dados obtido, podendo gerar informações estratégicas para a tomada de decisões (DANGAYACH *et al.*, 2016). Isso porque estas novas configurações tecnológicas compreendem um conjunto de atividades produtivas que dependem do uso coordenado de elementos como a automação, informação, computação, *softwares*, sensores e redes, ou que façam uso de materiais de ponta e capacidades emergentes derivadas das ciências físicas e biológicas como, por exemplo, a nanotecnologia, química e biologia. Trata-se de maneiras novas para a fabricação de produtos já existentes, bem como para a fabricação de novos produtos surgindo de tecnologias novas e avançadas (ARBIX *et al.*, 2017).

Assim, adoção de novas estratégias de gestão da produção decorrentes dessas novas tecnologias poderão oferecer uma maior visibilidade, flexibilidade e controle da entrada e saída de produtos. Dentre os modelos que aplicam essas novas estratégias, destaca-se a fábrica inteligente, que tem como princípio interligar setores físicos específicos com um ambiente virtual (ABDI, 2017).

No caso brasileiro destaca-se o atraso em relação a esse processo de transformações colocado pela Indústria 4.0, que ocorre em várias dimensões, resultando numa reduzida capacidade de concorrência com mercados externos, tanto nos setores industriais quanto no de serviços. Isso se mostra no reduzido peso do setor de máquinas e equipamentos na estrutura industrial do país, na dependência externa em relação ao desenvolvimento tecnológico, na dificuldade em organizar um sistema de fomento de longo prazo à produção, na perda de dinamismo, nas últimas décadas, da indústria eletrônica instalada no país; na fragilidade da sua dinâmica de pesquisa, desenvolvimento e inovações em relação aos países desenvolvidos e alguns em desenvolvimento (China, Coréia do Sul, Índia), nas fragilidades de seus sistemas educacionais e de formação profissional, entre outros aspectos (GIMENEZ e SANTOS, 2019).

Essas limitações e fragilidades têm sido motivos para vários autores como Fleury (2017), Coutinho (2017), Cano (2014), e Morceiro (2018), entre outros, argumentarem que a economia brasileira passa por um processo de desindustrialização precoce, com impactos fortemente negativos sobre nossa estrutura produtiva e capacidade de competir nessa nova ordem internacional, marcada não somente pelo avanço dessa nova onda tecnológica, produtiva e organizacional, mas também pelo acirramento da concorrência internacional num contexto de crescente importância da automação industrial.

## 2.2 A Logística e a Indústria 4.0

Logística é o processo que gere o fluxo de mercadorias, serviços e informações de maneira eficaz, tornando possível seu acompanhamento entre os vários pontos envolvidos, controlando e armazenando o que se faz necessário. Para Ballou (2011) a logística busca o melhor nível de gestão das atividades de distribuição, movimentação e armazenagem, e como resultado, facilitação do fluxo desejado e a máxima rentabilidade. Na busca por diminuir os problemas enfrentados entre a relação da demanda e a produção necessária, proporcionando aos consumidores a comodidade de usufruírem quando e onde requisitarem, produtos e ou serviços.

Alguns autores (CHRISTOPHER, 2009; BOWERSOX, 2010) defendem que a gestão logística deve ser realizada de maneira sistêmica, para se alcançar a necessidades de todos os envolvidos. Assim, a satisfação dependerá do fluxo de informação e de materiais, entre a empresa e seus fornecedores e entre a empresa e seus consumidores e ou canais de distribuição, promovendo uma ampla integração e reorganizando e adequando o ambiente organizacional.

Na Logística em geral, a reconfiguração tem ocorrido por meio da adoção de tecnologias avançadas como a Internet das Coisas (IoT), análise de big data, e robótica autônoma. Nas cadeias de suprimentos, por exemplo, essa nova forma de organização produtiva está transformando o seu modelo de gestão, que tem passado de um modelo linear (fluxo unidirecional fornecedor-produtor-distribuidor-consumidor) para um modelo mais integrado no qual a informação flui de maneira multidirecional na cadeia como um todo (LEE, 2018).

Assim, a combinação das atividades logísticas com as inovações e aplicações da Indústria 4.0 tem resultado no conceito de “Logística inteligente” ou “Logística 4.0”, em que as tarefas, que comumente eram realizadas pelas pessoas, passam a ser operadas por máquinas automatizadas. Além disso, possibilitam delegar atividades para que os funcionários possam se concentrar nas tarefas que necessitam de mais inteligência do que processos automáticos ou repetitivos, que uma máquina autônoma pode providenciar (BAG, 2018).

A “Logística inteligente” é um sistema logístico que pode aumentar a flexibilidade, se ajustar às mudanças do mercado e fazer com que a empresa esteja mais próxima das necessidades do cliente. Isso possibilitará melhorar o nível serviço ao cliente, a otimização da produção, reduzindo os preços de armazenamento e de operação. Este novo paradigma é o resultado do aumento do uso da Internet e de ferramentas computacionais, que possibilita uma maior comunicação entre máquinas e humanos em tempo real e o uso do que é conhecido como digitalização avançada. Essas novas tecnologias são aplicadas em determinados segmentos logísticos, como o planejamento de recursos, os sistemas de gerenciamento de armazéns, sistemas de gerenciamento de transporte, sistemas de transporte inteligentes e segurança da Informação (LEE, 2018).

### 3. DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

A metodologia utilizada para a observação do estado da arte nas discussões sobre o tema proposto foi a bibliometria ou estudo bibliométrico, pois possibilita a observação do estado da ciência e tecnologia por meio de toda a produção científica registrada em um repositório de dados. A bibliometria corresponde a um método que permite situar cientificamente uma região geográfica (continente, país, estado, etc.) na discussão sobre um tema específico, e baseia-se na contagem de trabalhos científicos sobre esse tema. Dependendo da finalidade do estudo bibliométrico, os instrumentos utilizados na contagem podem ser textos, artigos científicos, registros ou patentes, entre outros (ZHU *et ali.*, 1999).

Na presente pesquisa foram utilizados dados de produção científica divulgada nos anais de artigos científicos e pôsteres do FatecLog entre os anos de 2017 e 2020.

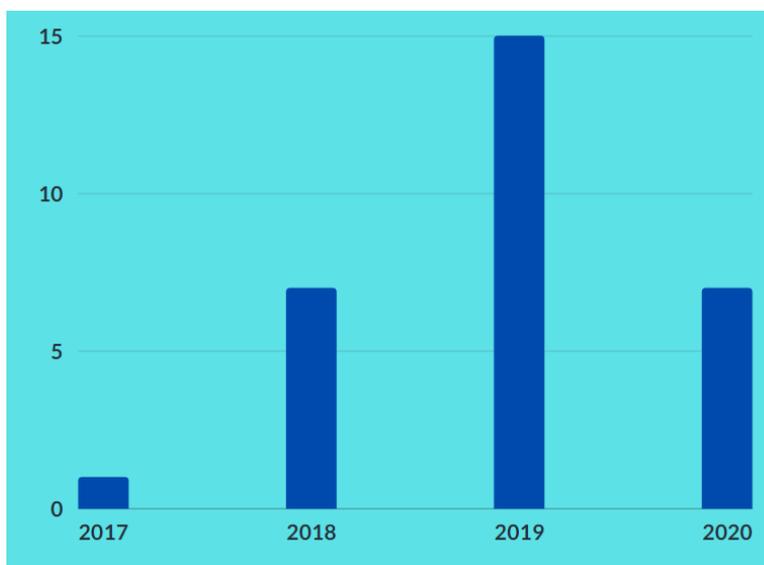
Como critério de seleção dos dados foi utilizado a categoria os termos “indústria 4.0” e “logística”, sendo considerados artigos em que esses temas apareciam nos títulos e também nos resumos. A pesquisa foi realizada em fevereiro de 2021.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados no referido período 29 artigos científicos que foram apresentados nos eventos. Desse total, 01 artigo consta no evento de 2017, quando surge o primeiro artigo com esse tema no FatecLog. Nos 2 anos seguintes observa-se um crescimento exponencial nos artigos apresentados sobre o tema, sendo 07 em 2018 e 14 artigos em 2019. Já em 2020 ocorre uma redução no número de artigos, sendo apresentados 08 artigos com a temática indústria 4.0.

Essa evolução é apresentada no gráfico 01, exposto a seguir:

Gráfico 01: Artigos apresentados por ano



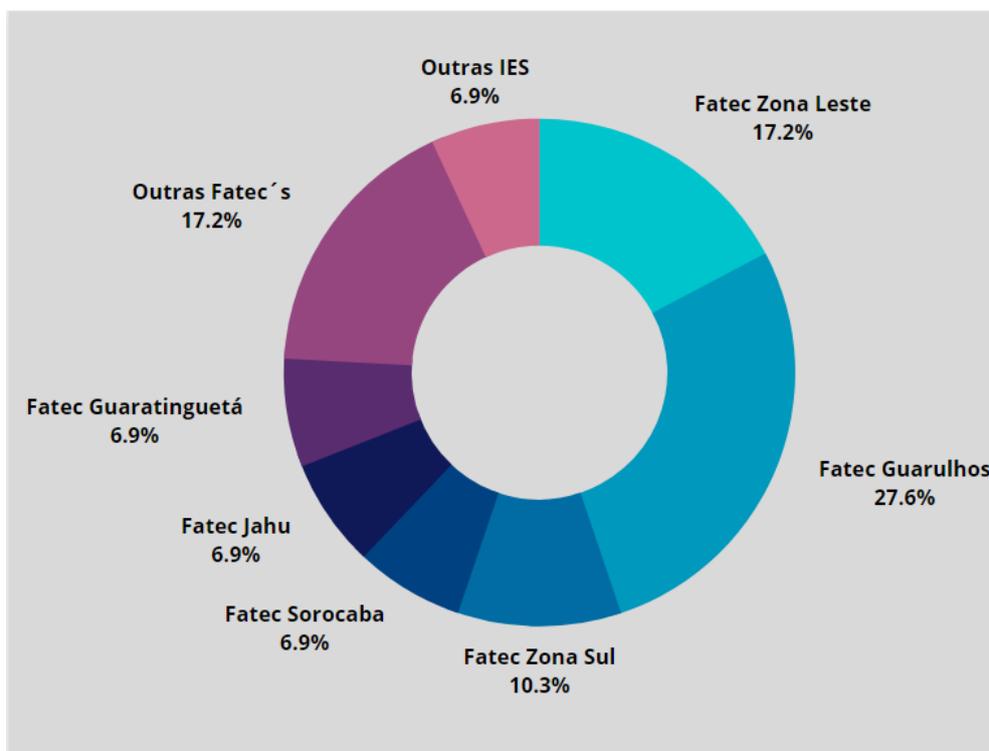
Fonte: Anais do FatecLog, vários anos.

Tal crescimento dos trabalhos acadêmicos com o tema “Indústria 4.0” e sua correlação com a Logística, como demonstrado no gráfico 01, já foi identificado por Dias (2020), ao analisar a ocorrência desses trabalhos em âmbito nacional, utilizando como base de pesquisa a produção científica brasileira a partir de artigos publicados em periódicos e em anais de eventos científicos indexados na base de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Google Acadêmico, entre os anos de 2010 e 2019. A justificativa do crescimento dos artigos que abordam a referida temática, tanto em âmbito nacional, dada pelo autor, e que pode ser aplicada em âmbito regional, como no caso do FatecLog, é a maior incidência, principalmente a partir de 2017, das discussões acadêmicas nas universidades, faculdades e centros de pesquisa que abordam a emergência a aplicação da “Indústria 4.0” na Logística, notadamente na gestão das cadeias de suprimentos e de operações.

Já em relação a divisão por unidades (Fatec’s) dos artigos publicados, nota-se que ocorreu, nos eventos passados, uma concentração da maioria desses artigos em unidades específicas, como Fatec Guarulhos e Fatec Zona Leste, principalmente. Do total dos 29 artigos publicados nos anais do evento, 08 trabalhos são da primeira Fatec (26,7%), e 06 da segunda (17,2%). O restante dos trabalhos tem como origem as Fatec’s Zona Sul (03 trabalhos ou 10,3%), Sorocaba, Jahu e Guaratinguetá (02 trabalhos ou 6,9% cada). Já o restante do total de trabalhos foi apresentado por outras Fatec’s (17,2%) e outras Instituições de Ensino Superior (6,9%).

Esses dados são apresentados no gráfico 02 e na tabela 01, a seguir:

Gráfico 02: Artigos por Unidades das Fatec’s, em porcentagem



Fonte: Anais do FatecLog, vários anos.

Tabela 01: Artigos por Unidades de ensino – números absolutos

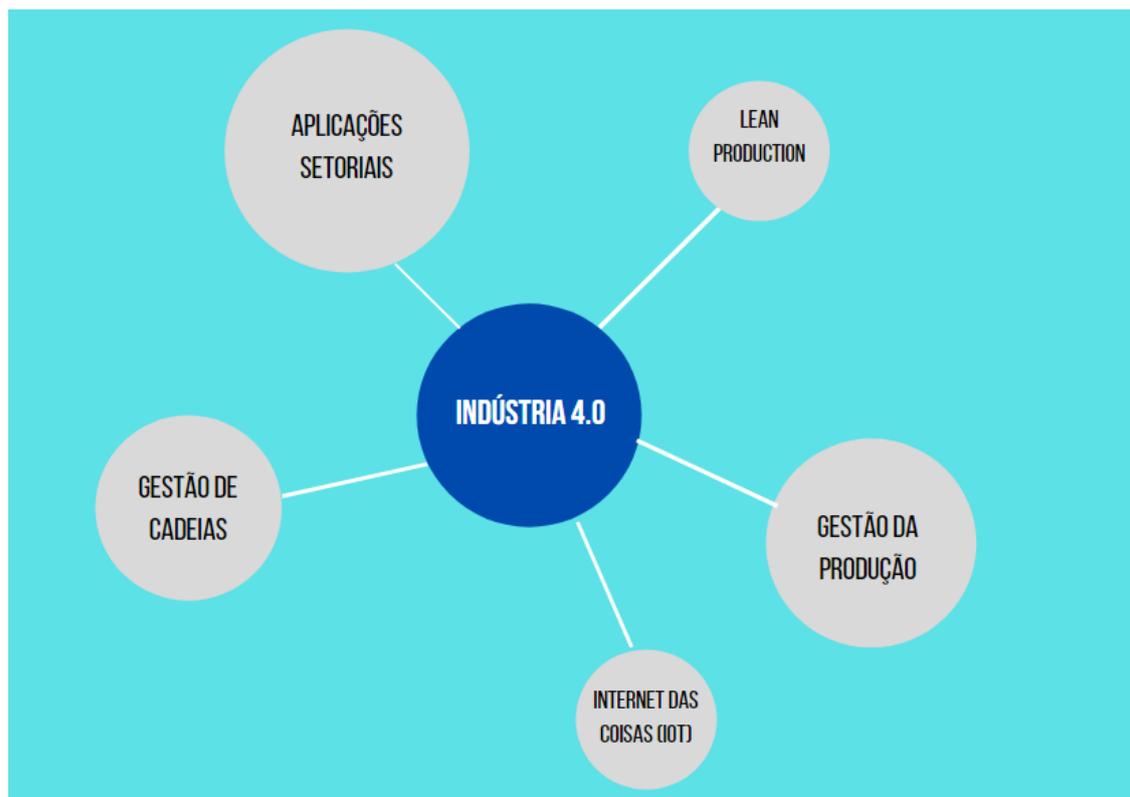
Unidade	Quantidade de trabalhos
Fatec Guarulhos	08
Fatec Zona Leste	05
Fatec Zona Sul	03
Fatec Sorocaba	02
Fatec Jahú	02
Fatec Guaratingueta	02
Fatec Americana	01
Fatec Santos	01
Fatec Bebedouro	01
Fatec S. J. dos Campos	01
Fatec Mogi das Cruzes	01
Fatec São Paulo	01
Outra IES	01

Fonte: Anais do FatecLog, vários anos.

A possível explicação para destaque das duas unidades de ensino em relação às demais, quanto trate-se da abordagem do tema “Indústria 4.0”, externalizado no número de artigos apresentados no evento, passa pela dedução de que esse tema tem sido abordado de forma acentuada pelos docentes destas unidades, bem como sendo tratado de forma mais efetiva no conjunto das disciplinas dos cursos destas unidades. Isso, por consequência, tem estimulado os alunos a se dedicarem em pesquisar tal tema.

Por fim, uma análise mais detalhada sobre as correlações feitas nos artigos sobre os temas tratados, nota-se que a relação entre “indústria 4.0” e temas relacionados à Logística foram diversos, conforme ilustrado na figura a seguir.

Figura 01: Correlação entre temas apresentada nos artigos analisados



Fonte: Anais do FatecLog (vários anos)

Constatou-se que um grande número de artigos (09) trata da adoção da indústria 4.0 setorialmente, como nos setores automobilístico, portuário, têxtil, agropecuário, etc. Já 07 artigos tratam de aplicação desta na gestão e operações logísticas, como a utilização de *drones* em processos logísticas e a digitalização na gestão de operações, por exemplo. A relação entre indústria 4.0 e cadeias aparece em 06 trabalhos, como gestão da cadeia de suprimentos, cadeias globais de valor e cadeias produtivas. Os demais trabalhos tratam de temas variados, como a relação entre indústria 4.0 e *lean production*, aplicação de internet das coisas (IoT) e *blockchain* na Logística, além dos efeitos desta nova indústria sobre a educação e a capacitação profissional.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conceitos de “Logística” e “Indústria 4.0” têm sido abordados de forma crescente nos últimos anos, notadamente por causa do crescimento da aplicação desses conceitos em diversas áreas produtivas, o que tem se refletido nos trabalhos acadêmicos que tratam desses temas, apresentados nos eventos científicos em âmbito nacional e internacional.

No caso do FatecLog esse crescimento tem sido presente, notadamente a partir de 2017, conforme mostra a pesquisa bibliométrica realizada, demonstrando a pertinência dos temas abordados no evento com as realizadas no meio acadêmico externo.

Tal fato mostra a importância que tal abordagem tem apresentado no âmbito dos estudos logísticos realizados por pesquisadores brasileiros, resultado do crescimento da implementação dessas novas formas de organização produtiva nas operações logísticas.

Porém, convém ponderar até que ponto esse crescimento recente poderá se manter de forma constante, levando tal abordagem a se consolidar como uma área efetiva de estudos futuros sobre as transformações ocorridas nas operações logísticas ou se irá tratar de um “modismo” temporal, como diversos outros conceitos que surgiram de forma repentina, tornaram-se temas de estudos diversos e saíram das listas de temas mais pesquisados.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Uma contribuição ao debate sobre as políticas de desenvolvimento produtivo: inovação e manufatura avançada**. Brasília, ABDI, 2017.

ARBIX *et ali*. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. **Revista Novos Estudos** (CEBRAP), São Paulo, vol. 36, no. 03, pg. 29-49, novembro de 2017.

BAG, S. e outros. Industry 4.0 and supply chain sustainability: framework and future research directions. **Benchmarking International Journal**. Vol. 10, no. 03, dezembro de 2018.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial**. Porto Alegre, Editora Bookman, 2011.

BOWERSOX, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. 1 ed.- 9. reimpressão. São Paulo: Atlas 2010.

CANO, W. **(Des)Industrialização e (Sub)Desenvolvimento**. Texto apresentado no 2º Congresso Internacional do Centro Celso Furtado, Centro de Estudos do BNDES, Rio de Janeiro, 18 a 20 de agosto de 2014.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor**. 2. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

COUTINHO, L. **O futuro da indústria**. Transcrição de Palestra. II Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação (II ENEI). Carta IEDI, 2017.

DANGAYACH, G *et ali*. Advanced manufacturing technology: a way of improving technological competitiveness. **International Journal of Global Business and Competitiveness**, no. 2, pg 1-8, 2016.

DIAS, M. C. Manufatura avançada, indústria 4.0 e a relação com a cadeia de suprimentos: uma análise bibliométrica da produção científica brasileira. **Revista de Ciência e Tecnologia Fatec Lins**, Ano VI, Vol. VI (2), Julho/Dezembro 2020.

FATECLOG. Anais dos eventos (vários anos). Disponível em <https://fateclog.com.br/edicoes-antteriores/>. Acesso em fevereiro de 2021.

FLEURY, A. **O futuro da indústria**. Transcrição de Palestra. II Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação (II ENEI). Carta IEDI, 2017.

GIMENEZ, D. M. e SANTOS, A. L. **Indústria 4.0, manufatura avançada e seus impactos sobre o trabalho**. Textos para Discussão no. 371, Instituto de Economia da Unicamp. Campinas (SP), 2019.

HOLMSTRÖM, J. *et ali*. Rapid manufacturing in the spare parts supply chain: alternative approaches to capacity deployment. **Journal of Manufacturing Technology Management**, vol 21, no.6. pgs. 687-697, 2010.

HOPKINSON, N *et ali*. **Rapid manufacturing: an industrial revolution for the digital age**. Nova Iorque, Editora Wiley, 2006.

KHAJAVI, S. *et ali*. Advanced manufacturing in the spare parts supply chain. **Journal Computers in Industry**, vol. 65, no. 0.1, pgs. 50-63, 2014.

LEE, C. e outros "Design and application of internet of things-based warehouse management system for smart logistics". **International Journal of Production Research**, vol. 56, no. 8, pp. 2753-2768, 2018.

MORCEIRO, P. C. **A indústria brasileira no limiar do século XXI: uma análise da sua evolução estrutural, comercial e tecnológica**. Tese de Doutorado em Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade Economia do Desenvolvimento (USP). São Paulo, 2018.

WANG, B. The future of manufacturing: a new perspective. **Engineering Journal**, volume 5, no. 5, pags. 722-728, outubro de 2018.

ZHU, D. *et ali*. A process for mining science and technology documents databases illustrated for the case of knowledge discovery and data mining. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 28, n.1, jan. 1999.

"O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)."