

O impacto da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos: uma revisão

Josivan Lara dos Santos (FATEB) josivan.lara@outlook.com
Marcos Henrique de Matos (FATEB) marcoshrqq@hotmail.com
Mary Ane Aparecida Gonçalves (UTFPR) maryanegoncalves@hotmail.com

Resumo:

A Indústria 4.0 representa um conjunto de avanços tecnológicos que proporcionam redes inteligentes, nas quais máquinas e produtos em processo interagem sem a necessidade de intervenção humana. Desta forma, pode-se dizer que a Indústria 4.0 reflete diretamente na Cadeia de Suprimentos, que é um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento teórico acerca da temática da Indústria 4.0 e da Cadeia de Suprimentos. Foram definidas as palavras chave: Industry 4.0 and Supply chain*, para selecionar os artigos na base de dados Web of Science. A base de dados escolhidas foi a Web of Science por ser multidisciplinar e indexar somente os periódicos mais citados em suas respectivas áreas. Foi utilizado o software livre VosViewer® para melhor visualização de alguns dos campos pesquisados. Pode-se concluir através deste estudo que a cadeia de suprimentos tem papel estratégico na 4ª. Revolução Industrial, principalmente no que tange a Indústria 4.0.

Palavras chave: Indústria 4.0, Cadeia de Suprimentos, Revisão de literatura.

The Impact of Industry 4.0 on the Supply Chain: A Review

Abstract

Industry 4.0 represents a set of technological advances that provide intelligent networks, in which machines and in-process products interact without the need for human intervention. In this way, it can be said that Industry 4.0 reflects directly in the Supply Chain, which is a set of functional activities (transport, stock control, etc.) that are repeated many times along the channel by which raw materials go being converted into finished products, to which value is added to the consumer. In this context, the objective of this work was to carry out a theoretical survey about the theme of Industry 4.0 and the Supply Chain. The following keywords were defined: Industry 4.0 and Supply chain *, to select articles in the Web of Science database. The chosen database was the Web of Science for being multidisciplinary and indexing only the most cited journals in their respective areas. VosViewer® free software was used to better visualize some of the fields surveyed. It can be concluded from this study that the supply chain has a strategic role in the 4th. Industrial Revolution, especially with regard to industry 4.0.

Key-words: Industry 4.0, Supply Chain, Literature Review.

1. Introdução

Atualmente, enfrentamos uma grande diversidade de desafios fascinantes; entre eles, o mais intenso e importante é o entendimento e a modelagem da nova revolução tecnológica, somos

testemunhas de mudanças profundas em todos os setores, marcados pelo surgimento de novos modelos de negócios, pela descontinuidade dos operadores e pela reformulação da produção, do consumo, dos transportes e dos sistemas logísticos (SCHWAB, 2016).

Por meio disso, podemos destacar um tema de grande relevância a Indústria 4.0, o termo também conhecido como quarta revolução industrial, manufatura inteligente, indústria da internet ou indústria integrada (HOFMANN et al., 2017), surgiu a partir de iniciativas estratégicas do governo da Alemanha para consolidar o país como líder na área de tecnologia e fortalecer sua competitividade global (KAGERMANN et al., 2013).

Dessa forma, a Indústria 4.0 reflete diretamente na Cadeia de Suprimentos, que é um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor (BALLOU, 2006).

Diante deste contexto levanta-se a questão que orienta este estudo: Qual é o impacto da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos? Para responder a este problema de pesquisa têm-se como objetivo geral realizar um levantamento teórico acerca da temática da Indústria 4.0 e da Cadeia de Suprimentos.

2. Metodologia

2.1 Classificação da Pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como de natureza teórica em relação ao tema abordado. Quanto aos seus procedimentos técnicos, enquadra-se como um estudo bibliográfico, pois tratará de dados e verificações providas diretamente de trabalhos já realizados do assunto pesquisado. Do ponto de vista dos objetivos, classifica-se como exploratória e descritiva, pois buscará informações específicas do que está sendo estudado (GIL, 2007).

2.2 Procedimentos da Pesquisa

Para a análise bibliométrica são utilizados os artigos constantes do portfólio bibliográfico e suas referências para a apuração de relevância de periódicos, grau de reconhecimento científico de artigos, grau de relevância de autores, instituições, país e as palavras-chaves mais utilizadas.

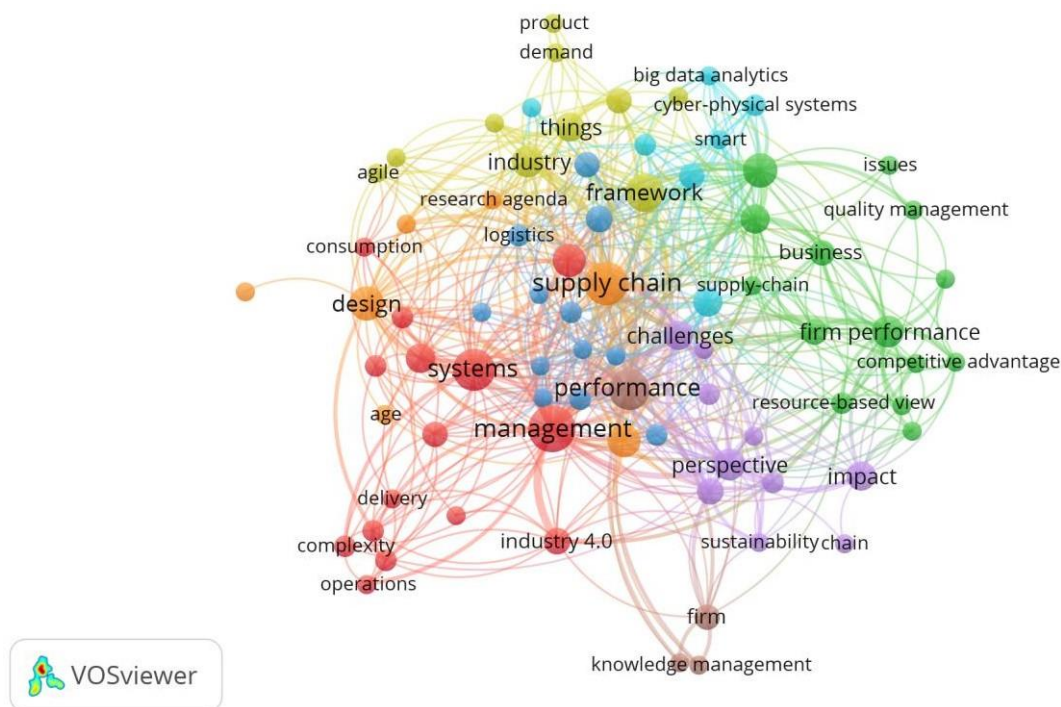
Para este trabalho foram definidas as palavras chave: *Insdutry 4.0*, *Industry 4.0* and *Supply chain**, para selecionar os artigos na base de dados *Web of Science*.

A base de dados escolhidas foi a *Web of Science* por ser multidisciplinar e indexar somente os periódicos mais citados em suas respectivas áreas. É também um índice de citações, informando, para cada artigo, os documentos por ele citados e os documentos que citaram. Possui hoje mais de 9.000 periódicos indexados. Também foi escolhido por sua abrangência e por ser a única a permitir a aplicação de todos os softwares usados nesta pesquisa (CAPES, 2017). Foi utilizado o software livre *VosViewer®* para melhor visualização das principais palavras-chave utilizadas.

3. Levantamento do Estado da Arte

Na busca preliminar com as palavras-chave nas bases de dados foi utilizado o software Vosviewer® para melhor visualização dos campos utilizados antes da busca efetiva. Os resultados são apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1: Principais palavras chave utilizadas



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Conforme pode-se observar as palavras mais utilizadas recentemente são: *supply chain*, *management*, *systems*, *industry 4.0*, *delivery*, *consumption*, *complexity* e *operations* que correspondem respectivamente a: cadeia de suprimentos, gestão, sistemas, indústria 4.0, entrega, consumo, complexidade e operações. Embasado no resultado obtido apresenta-se o estado da arte acerca desta temática.

3.1 Evolução das Revoluções Industriais

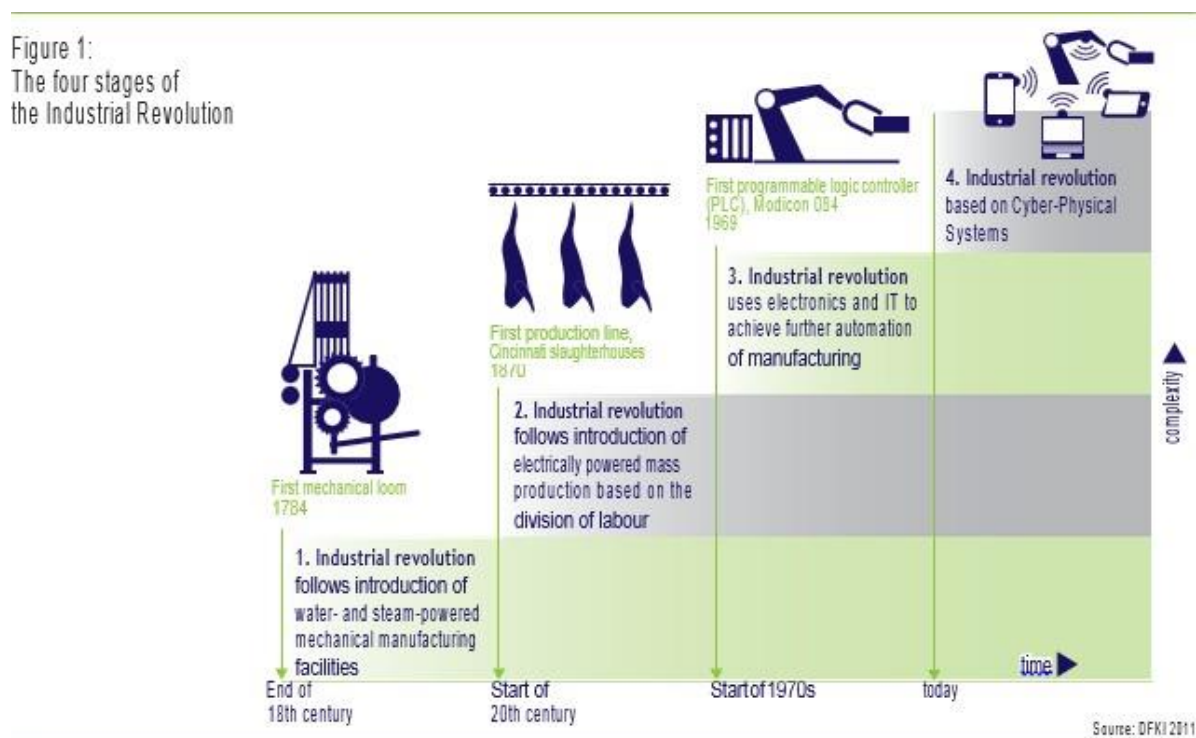
Inicialmente, em meados do século XVIII e início do século XIX, foram criadas máquinas a vapor e o carvão foi utilizado como combustível, resultando na primeira Revolução Industrial (SOARES, 2018).

A segunda Revolução Industrial, foi iniciada na segunda metade do século XIX, envolvendo uma série de desenvolvimentos dentro da indústria química, elétrica, petróleo e aço, incluindo também outros progressos essenciais como navios de aço movidos a vapor, desenvolvimento do avião, a produção em massa de bens de consumo, enlatamento de comidas, refrigeração mecânica e outras técnicas de preservação e a invenção do telefone eletromagnético (CONTREIRAS, 2018).

A terceira Revolução Industrial, também conhecida como Revolução Digital, ocorreu na metade do século XX (SOARES, 2018), e destaca-se pela transformação tecnológica não somente em indústrias e meios de produção, como também no espaço geográfico e as relações humanas, sejam no quesito estrutural ou em âmbito cultural. Dessa forma, podemos destacar as principais características como a utilização de várias fontes de energia: petróleo, hidrelétricas, nuclear, eólica, etc. A crescente utilização de recursos da informática nos processos de produção industrial, sendo a robótica seu principal exemplo, uso de tecnologias nos processos produtivos, visando diminuir os custos e o tempo de produção (CONTREIRAS, 2018).

A revolução Industrial foi um marco para a história, pois caracteriza grande mudança para o desenvolvimento da humanidade. A figura 1 exemplifica os 4 estágios da revolução Industrial.

Figura 1: Estágios da Revolução Industrial



Fonte: KAGERMMAN et al., (2013) apud DFKI (2011).

E por fim, temos a quarta Revolução Industrial também conhecida como Indústria 4.0, que não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas, seu escopo é muito mais amplo. Nessa revolução, as tecnologias emergente e as inovações generalizadas são difundidas muito mais rápida e amplamente do que nas anteriores, as quais continuam a desdobrar-se em algumas partes do mundo (SCHWAB, 2016).

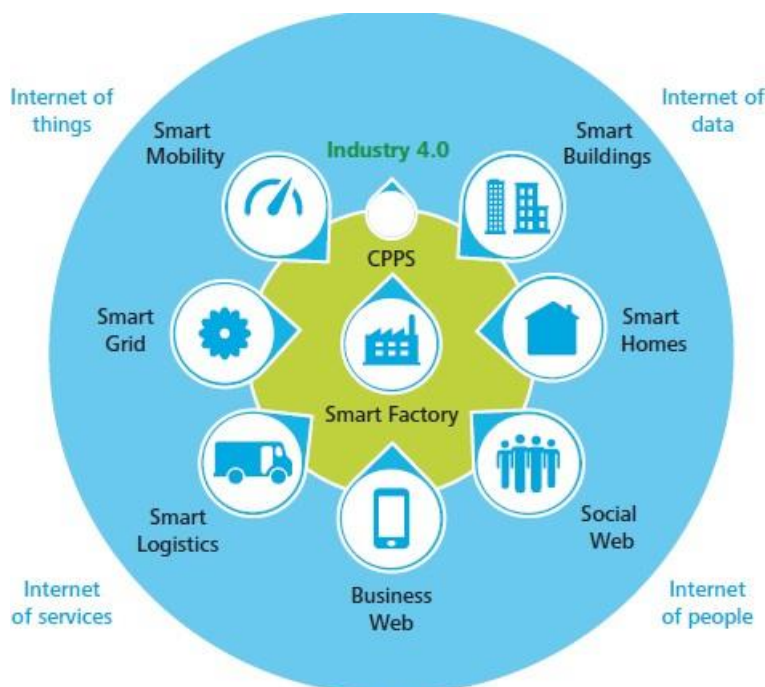
As principais características da Indústria 4.0 são sua capacidade de permitir que pessoas e fábricas inteligentes sejam capazes de se conectar e trocar informações através da Internet das Coisas e da Internet dos Serviços, a possibilidade de conectar sistemas físicos com modelos virtuais ou ciber-físicos, a descentralização das tomadas de decisões e de gestão, sendo estas realizadas de forma independente e de sua capacidade de se ajustar aos requisitos do mercado em tempo real (MASLARIC et al., 2016).

3.2 Indústria 4.0

A Indústria 4.0 está diretamente relacionado a novos conceitos que estão surgindo no mercado, os termos como Internet das Coisas (IoT) e Internet do Serviços (IoS) reconhecem que o modelo de fabricação tradicional e os métodos de produção irão passar por uma transformação (SILVEIRA, et al., 2016). A IoT utiliza de Tecnologias da Informação (TI) para conectar todos os subsistemas, processos internos e externos, fornecedores, clientes e pessoas comuns de maneira que a troca de informações passe por toda a cadeia de valor, formando uma grande base de dados (Big Data) e de computação em nuvem. (CARMONA, 2017).

Conforme podemos observar na figura 2, é de suma importância a interface da Indústria 4.0 com infraestruturas inteligentes, como casas inteligentes, prédios inteligentes, logística inteligente, entre outros, bem como interconectar a rede de negócios com a rede social (FREITAS, et al., 2016).

Figura 2: Ambiente da Indústria 4.0



Fonte: DELOITE AG. (2014).

Para Maslaric et al., (2016), ressaltam os principais termos que a Indústrias 4.0 se baseia, podemos destacar:

- Internet industrial: se refere ao uso industrial e a revolução da internet como uma só. Sua principal função é cobrir a adoção mais ampla da web para outras formas de atividade;
- Sistemas Ciber-físicos (CPS): é representado por redes on-line de equipamentos comuns que são organizados de forma semelhante às redes sociais (ela conecta TI com os componentes mecânicos e eletrônicos que se comunicam uns aos outros através da rede). O RFID representa a forma inicial desta tecnologia;

c) Internet das Coisas (IoT): o termo Internet das Coisas é comum e necessário dentro do cenário da Indústria 4.0, de maneira simples o termo representa a capacidade de qualquer objeto físico se comunicar com a internet, sendo possível o envio e recebimento de dados. Espera-se que o IoT proporcione oportunidades econômicas e logísticas de grande impacto, devido a sua grande capacidade de troca de informações e autogerenciamento;

d) Internet dos Serviços (IoS): semelhante ao IoT, é a capacidade de serviços serem disponibilizados através da internet. Este tipo de tecnologia é cada vez mais comum no dia a dia, e vem causando grandes mudanças em alguns modelos de negócios. As IoS oferecem um contato direto e personalizado do cliente com a empresa de maneira, intuitiva, rápida e sem a necessidade de deslocamento, sendo este o grande diferencial (CARMONA, 2017).

A quarta revolução industrial ou Indústria 4.0 possui quatro efeitos principais aos negócios de todas as indústrias (SCHWAB 2016):

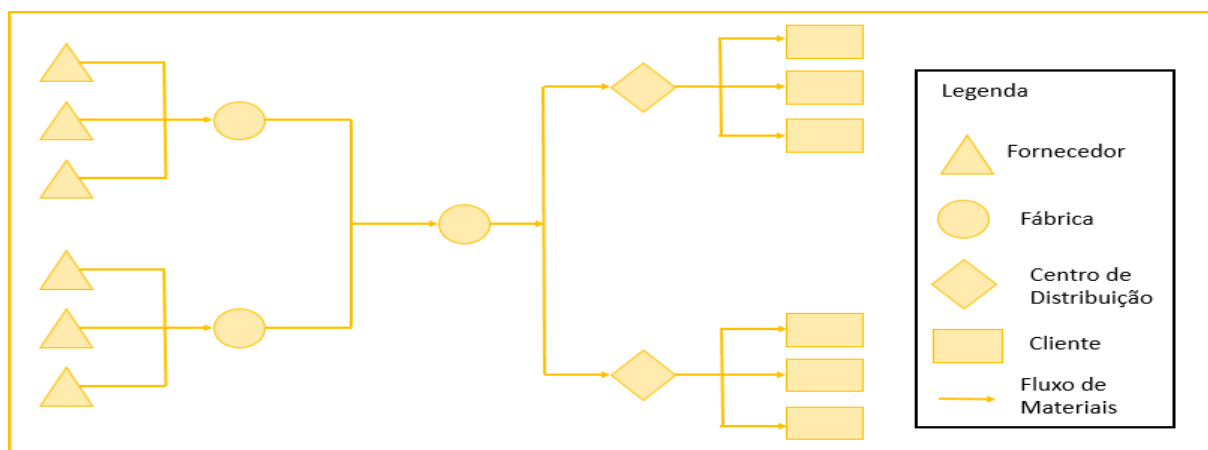
- a) As expectativas dos clientes estão mudando;
- b) Os produtos estão sendo melhorados pelos dados, o que melhora a produtividade dos ativos;
- c) Estão sendo formadas novas parcerias, conforme as empresas aprendem a importância de novas formas de colaboração; e
- d) Os modelos operacionais estão sendo transformados em novos modelos digitais.

Dessa forma, Schwab (2016) enfatiza que a Indústria 4.0 alterará radicalmente a maneira que gerenciamos as cadeias de suprimentos, pois permitirá monitorar e aperfeiçoar os ativos e as atividades de forma bastante granular.

3.3 Cadeia de Suprimentos

Quando adquirimos um produto, não imaginamos o longo processo necessário para converter a matéria-prima, mão de obra e energia em algo útil e prazeroso (Novaes, 2015). Todo esse processo é conhecido como Cadeia de Suprimentos, que nos últimos anos sofreu evoluções importantes conforme pode-se observar na Figura 3.

Figura 3: Modelo de Cadeia de Suprimentos



Fonte: BERTAGLIA (2009).

Bertaglia (2009, p. 5) define Cadeia de Suprimentos como sendo o conjunto de processos requeridos para obter materiais, agregar-lhes valor de acordo com a concepção dos clientes e consumidores e disponibilizar os produtos para o lugar (onde) e para a data (quando) os clientes e consumidores os desejarem. Conforme podemos observar na figura 3, é um processo bastante extenso, as cadeias podem variar de acordo com as características do negócio, do produto e das estratégias utilizadas pelas empresas para fazer com que o bem chegue as mãos dos clientes e consumidores.

A gestão da cadeia de suprimentos significa gerir a interconexão das empresas com as quais existe interação além das fronteiras da corporação, significa integrar processos e alinhar procedimentos de modo que o resultado seja produtos e serviços para o último elo dessa cadeia: o consumidor. Portanto, assim a evolução dos conceitos de sistemas de produção e de gestão de cadeia de suprimentos deve ser volátil, deve se adaptar a novas realidades e tendências (FREITAS et al., 2016).

3.4 Vantagens da Indústria 4.0 para a Cadeia de Suprimentos

As competências geradas pela Indústria 4.0, uma das mais emergentes é customização em massa permitida pelo planejamento, organização e controle autônomo dos componentes da cadeia de suprimentos, pois suprir requerimentos individuais dos clientes está se tornando um fator cada vez mais importante para determinar a competitividade da empresa (ZAWADZKI et al., 2016).

A Internet das Coisas (IoT) para a cadeia de suprimentos e transporte nas indústrias faz parte do quadro de mais amplo cenário de negócios digitais, conectando dispositivos que permitem com que as organizações trabalhem de forma mais sábia, com planejamento adequado e fomentando processos de tomadas de decisões mais inteligentes (FREITAS, et al., 2016). A Figura 4 exemplifica a interação da Internet das Coisas na logística.

Figura 4 – Áreas de Implementação da Indústria 4.0



Fonte: CARMONA (2017) apud Ankilar (2014).

Desta forma, a IoT destaca-se por proporcionar significativos benefícios para a tomada de decisões na Cadeia de Suprimentos, Freitas (2016), apresentam eles:

- Redução da perda de ativos – Conhecer os problemas dos produtos em tempo real para encontrar uma solução;
- Economia de custos de combustível – Otimizar rotas de frota, monitorando as condições de tráfego;
- Garantia da estabilidade do produto – Monitorar produtos que necessitem armazenagem ou transporte especial, garantindo a integridade do produto;
- Gerenciamento do estoque do armazém – Monitorar inventários em situações de peças fora do estoque;
- Identificação da visão do usuário – Sensores incorporados fornecem visibilidade sobre o comportamento do cliente e uso do produto;
- Criação da eficiência de frotas – Reduzir as redundâncias.

Nessa perspectiva, as tecnologias que compõem esse novo modo de produção impactam na gestão estratégica, tática e operacional dos negócios, envolvendo atividades que vão desde a concepção e o desenvolvimento de produtos e processos até a produção e distribuição dos produtos ao consumidor final (IVANOV et al., 2016; ZAWADZKI; ZYWICKI, 2016).

O aumento no uso da tecnologia aliado ao registro em nuvem permitirá a criação de um sistema ERP virtual para toda a cadeia de suprimentos, para que todos os envolvidos possam compartilhar e agir sobre a mesma informação (GNOMI, TORNESE; ANTE, 2017).

Figura 5: JIT e JIS de acordo com o cenário da Logística 4.0



Fonte: CARMONA (2017) apud Hofmann e Rüsch (2016).

Por meio disso, podemos observar na figura 5 que o processo é bastante dinâmico, visto que o modelo de produção proposto pela Indústria 4.0 oferece uma oportunidade para melhorar os sistemas JIT e JIS, permitindo que se consiga realizar o que é pretendido na teoria (HOFMANN et al., 2017).

Além de trazer um novo universo de possibilidades, a Internet das coisas também pode gerar benefícios que incrementam os processos da cadeia de abastecimento existentes, que abrangem a utilização de ativos, otimização de espaço de armazém ou planejamento da produção (FREITAS, et al., 2016).

4. Conclusão

A Indústria 4.0 representa um conjunto de avanços tecnológicos que proporcionam redes inteligentes, nas quais máquinas e produtos em processo interagem sem a necessidade de intervenção humana. Tais rede permitem a troca de informações instantaneamente entre as unidades da empresa, o que pode otimizar decisões ao longo da cadeia de suprimentos, como também permite a efetivação de uma combinação da produção em massa e customizada (CNI, 2016; IVANOU et al., 2016).

Foi possível atingir os objetivos deste trabalho, visto que foi realizado um levantamento teórico sobre a indústria 4.0 e a Cadeia de Suprimentos, no qual foram estabelecidos os principais conceitos envolvidos nesta temática.

Pode se concluir através deste estudo que a cadeia de suprimentos tem papel estratégico na 4ª. Revolução Industrial, principalmente no que tange a indústria 4.0.

Referências

BALLOU, Ronald H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial*. Porto Alegre: Editora ARTMED S.A. 5ª Edição, 2006.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento*. São Paulo: Editora Saraiva. 2ª Edição. 2009.

CONTREIRAS, Pedro Augusto Rodrigues. A Quarta Revolução Industrial: Um estudo de caso realizado na empresa Lix de Tecnologia. Disponível em: < periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/administracao/article/view/1307/1200>. Acesso em 10 Out. 2018.

CARMONA, André Loch Mesones. *Análise dos Impactos da Indústria 4.0 na Logística Empresarial*. Disponível em: < https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181717/TCC_Final.pdf?sequence=3>. 2017. Acesso em: 10 Set. 2018

DELOITTE AG. *Industry 4.0: challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*, 2014. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>>. Acesso em: 14 Out. 2018.

FREITAS, Matheus Menna Barreto Cardoso de, FRAGA, Manoela Adriana de Farias. SOUZA, Gilson P. L. *Logística 4.0: Conceitos e Aplicabilidade: Uma Pesquisa-Ação em um empresa de Tecnologia para o Mercado Automobilístico*. 2016. Disponível em: <<https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/viewFile/214/175>>. Acesso em: 10 Set. 2018.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 171p.

GNOMI, Maria Grazia; TORNESE, Fabiana; ANTE, Giorgio. *Analyzing the transition from just-in-time to just-in-sequence: a simulation based approach from the automotive sector*. *Industrial Systems Engineering*. Bari, Itália, p. 121-129. set. 2017.

HOFMANN, E., RÜSCH, M. *Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics*.

Computers in Industry. Elsevier, 2017.

IVANOV, D. et al. A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0. *International Journal of Production Research*, v. 54, n. 2, p. 386–402, 2016.

KAGERMMAN, H., HELBIG, J., SCHUH, G., WAHLSTER, W. Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. 2013

MASLARIĆ, Marinko; NIKOLIČIĆ, Svetlana; MIRČETIĆ, Dejan. Logistics Response to the Industry 4.0: the Physical Internet. *Gruyter*. Novi Sad, Servia, p. 511-517. ago. 2016.

NOVAES, Antonio Galvão. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição. São Paulo: Editora Elsevier Ltda. 4ª Edição. 2015

SCHWAB, Klaus. A Quarta Revolução Industrial. São Paulo: Editora Edipro. 1ª Edição, 2016.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci; LOPES, Guilherme Cano. O que é Indústria 4.0 e como ela vai Impactar o mundo. 2016. Disponível em: Acesso em: 10 Set. 2018.

SOARES, Matias Gonsales. A Quarta Revolução Industrial e seus possíveis efeitos no direito, economia e política. Disponível em: < <https://www.migalhas.com.br/arquivos/2018/4/art20180427-05.pdf>. 2018. Acesso em: 10 Set. 2018

ZAWADZKI, P.; ZYWICKI, K. Smart product design and production control for effective mass customization in the industry 4.0 concept. *Management and Production Engineering Review*, v. 7, n. 3, p. 105–112, 2016.