

A GESTÃO DA CADEIA E A INDÚSTRIA 4.0: SUAS INTERAÇÕES

Lucas Schmidt Goecks¹
Eduardo Santos Telles²
Anderson Felipe Habekost³
Marcelo Larrosa⁴
Ismael Cristofer Baierle⁵

Resumo

Um novo conceito começa a tomar destaque no meio industrial, sendo ele denominado como a quarta revolução industrial, ou mais conhecido como indústria 4.0. Entre as principais características, a indústria 4.0 propõem fábricas mais ágeis, dinâmicas, inteligentes e flexíveis para atender as demandas do mercado. Diante disso, a relação da gestão da cadeia com os da indústria 4.0 ainda está em desenvolvimento no meio acadêmico. Por este motivo, este artigo tem por objetivo fazer uma análise das interações entre a gestão da cadeia e a indústria 4.0. Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de um levantamento de dados da literatura e análise textual. Os resultados obtidos são analisados e detalhados quanto à interação da indústria 4.0 com a gestão da cadeia. Por fim, serão sugeridas pesquisas futuras para validação do método proposto.

Palavras-chaves: Indústria 4.0. Gestão da cadeia. Interações.

Abstract

A new concept begins to take prominence in the industrial environment, being denominated in the fourth industrial revolution, or better known as industry 4.0. Among the key features, Industry 4.0 proposes more agile, dynamic, intelligent and flexible factories to meet the demands of the market. Faced with this, the relationship between supply chain management with those of industry 4.0 is still developing in academia. For this reason, this article aims to analyze the interactions between supply chain management and Industry 4.0. This research was developed from a literature survey and textual analysis. The results obtained are analyzed and detailed regarding the interaction of industry 4.0 with supply chain management. Finally, future research will be suggested to validate the proposed method.

Keywords: Industry 4.0. Supply Chain Management. Interactions.

Introdução

Um novo paradigma com influência considerável na criação de valor industrial começa a evoluir, a indústria 4.0, ela representa o desenvolvimento da quarta revolução industrial (DUARTE; CRUZ-MACHADO, 2018; HOFMANN; RÜSCH, 2017). Conhecida também como "fabricação inteligente", "internet industrial", "indústria integrada" ou "produção inteligente"

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS, Brasil. E-mail: lucas_goecks@hotmail.com;

² Idem. E-mail: dutelles@gmail.com

³ Idem. E-mail: andersonfhabekest@yahoo.com.br

⁴ Idem. E-mail: marceloblarrosa@outlook.com

⁵ Idem. E-mail: ismaelb@viavale.com.br

(HOFMANN; RÜSCH, 2017; OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016), a indústria 4.0 é atualmente um tema muito discutido e que supostamente tem o potencial de afetar indústrias inteiras, através da transformação dos produtos na maneira como são projetados, fabricados, entregues e pagos (HOFMANN; RÜSCH, 2017). Assim, a indústria 4.0 promove entre outras coisas, a tomada de decisão autônoma, interoperabilidade, agilidade, flexibilidade, eficiência e redução de custos. Esta é a razão pela qual muitas empresas estão implementando as tecnologias e conceitos relacionados à "indústria 4.0" (PERALES; VALERO; BOZA GARCÍA, 2018).

Nos últimos anos, a complexidade e os requisitos da indústria de transformação aumentaram constantemente, através da crescente concorrência internacional, da volatilidade do mercado, da demanda por produtos altamente individualizados e da redução do ciclo de vida destes, apresentando sérios desafios para as empresas. Fazendo com que as "abordagens" existentes caiam em desuso (HOFMANN; RÜSCH, 2017). Nesse cenário, a indústria 4.0 foi introduzida como um termo popular para descrever a tendência de digitalização e automação do ambiente de fabricação (OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016). O recente progresso da indústria permitiu uma série de novos potenciais tecnológicos, tais como, digitalização, internet das coisas (IoT – *Internet of Things*), internet dos serviços (IoS – *Internet of Services*) e sistemas *cyber*-físicos (CPS – *cyber-physical systems*) (HOFMANN; RÜSCH, 2017).

No que diz respeito ao campo da logística, também são previstas grandes alterações. Na verdade, a logística representa uma área de aplicação apropriada para a indústria 4.0. A integração do CPS e da IoT na logística, promete possibilitar o rastreamento em tempo real dos fluxos de materiais, o melhoramento do transporte, bem como uma gestão precisa do risco, sendo estas algumas das perspectivas. Na verdade, pode-se argumentar que a indústria 4.0, em sua visão pura, só pode se tornar realidade, se a logística for capaz de fornecer aos sistemas de produção os insumos necessários no momento exato, na qualidade certa e no lugar correto. Com este novo paradigma da indústria de alta tecnologia, as cadeias de fornecimento se desenvolverão em redes altamente adaptáveis (HOFMANN; RÜSCH, 2017).

Deste modo, este artigo tem por objetivo fazer uma análise das interações da indústria 4.0 com a cadeia de suprimentos. O estabelecimento deste se dará através do levantamento do referencial teórico de artigos revisados por pares, que garantem a validade da fonte citada. Verificando os conceitos da indústria 4.0 e analisando como estes podem ser inseridos na gestão da cadeia. Por fim, será disponibilizado uma análise apresentando as interações da indústria 4.0 com a gestão da cadeia de suprimentos.

O presente artigo encontra-se subdividido da seguinte maneira. No capítulo 2 e 3 será apresentada a teoria referente a indústria 4.0 e a gestão da cadeia de suprimentos. Na sequência, no capítulo 4, será exposto o método sobre como esta pesquisa se desenvolveu. Os resultados serão apresentados no capítulo 5, e é onde será exposto uma análise relacionando os conceitos da indústria 4.0 com a gestão da cadeia. Por fim, no capítulo 6, na conclusão, será feito o fechamento dos resultados obtidos, apresentando as opiniões sobre este trabalho, inclusive os campos de pesquisas futuras.

1 Indústria 4.0

Hoje enfrentamos um novo paradigma introduzido pela Alemanha em 2011, a indústria 4.0 (DUARTE; CRUZ-MACHADO, 2018; HOFMANN; RÜSCH, 2017; OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016). Isso representa o início da quarta revolução industrial que é impulsionada pelas modernas tecnologias de informação e comunicação (TIC) (DUARTE; CRUZ-MACHADO, 2018). A quarta revolução industrial obteve destaque pelo seu enorme potencial tecnológico em

relação as inovações técnicas das primeiras revoluções industriais: o campo de mecanização; o uso de eletricidade; e o início da digitalização (BRETTEL et al., 2014; LASI et al., 2014; OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016). A indústria 4.0 pretende otimizar as cadeias de valor implementando uma produção autônoma, controlada e dinâmica, através de processos automatizados e digitalizados (DUARTE; CRUZ-MACHADO, 2018; OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016). Como resultado, o planejamento simultâneo de produtos e processos leva a melhorias na qualidade e diminui o tempo de distribuição no mercado (BRETTEL et al., 2014; OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016).

A ideia central da indústria 4.0 é a integração e aplicação de tecnologias de informação e comunicação para implementar a internet das coisas e dos serviços, de modo que processos de negócios e processos de engenharia estejam profundamente interligados, transformando em um ambiente inteligente (DUARTE; CRUZ-MACHADO, 2018; WANG et al., 2016a). Permitindo o estabelecimento de produtos e processos inteligentes. Na fabricação futura, as fábricas devem lidar com a constante necessidade de desenvolvimento de novos produtos, com a produção flexível e com ambientes complexos (BRETTEL et al., 2014).

O conceito de indústria 4.0 representa a integração dos mundos virtual e físico, através da internet, formando os sistemas *cyber-físicos* (CPS – *cyber-physical systems*) (BRETTEL et al., 2014; DUARTE; CRUZ-MACHADO, 2018). Para implementação da indústria 4.0, são necessários três recursos básicos: (i) integração horizontal em todas as redes de valores (ex. integração de sistemas de TI, processos e fluxos de dados entre diferentes empresas); (ii) integração vertical e sistemas de fabricação em rede (ex. integração de sistemas de TI, processos e fluxos de dados dentro da empresa); e (iii) integração digital da engenharia de ponta a ponta em toda a cadeia de valor ou ciclo de vida do produto (ex. integração da cadeia de valor através do uso dos CPS) (DUARTE; CRUZ-MACHADO, 2018; OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016; WANG et al., 2016a). Onde estes recursos básicos são considerados como campos de pesquisa associados à indústria 4.0 (BRETTEL et al., 2014).

Sendo assim, a produção industrial de produtos de alta tecnologia deve ser alavancada entre a satisfação das necessidades heterogêneas dos clientes através da individualização e a realização de efeitos de escala ao longo da cadeia de valor. O valor agregado, dentro de uma única fábrica ou empresa, diminui de acordo com a elevação da complexidade dos produtos e processos, assim, a fabricação colaborativa e os ambientes de desenvolvimento colaborativo ganham importância especialmente para pequenas e médias empresas (PMEs) com recursos limitados. Por fim, a integração da engenharia em toda a cadeia de valor, usando métodos avançados de comunicação e virtualização, promete um significativo potencial de otimização, sendo cada vez menos importante saber qual processo é executado em determinada fábrica ou empresa, já que todas as entidades participantes podem ter acesso à informações em tempo real (BRETTEL et al., 2014).

Através destes conceitos a indústria 4.0 espera implementar um ambiente mais flexível, eficiente e sustentável. A ideia é individualizar os requisitos do cliente (como um produto personalizado através de uma personalização em massa), melhorar a produtividade alcançando níveis mais altos de qualidade e fabricar de forma mais rentável (DUARTE; CRUZ-MACHADO, 2018). De fato, ao aplicar tecnologias e sistemas avançados de informação e comunicação nas operações de fabricação e cadeia de suprimentos, a indústria 4.0 aborda a fábrica inteligente (DUARTE; CRUZ-MACHADO, 2018; SANDERS; ELANGESWARAN; WULFSBERG, 2016).

Hermann et al. (2016) identificou quatro componentes básicos da indústria 4.0, baseado em uma revisão de publicações acadêmicas e comerciais, utilizando diferentes bases de dados, de modo a garantir objetividade. Esses componentes são descritos em: (i) sistemas *cyber-físicos* (CPS); (ii) internet das coisas (IoT); (iii) internet dos serviços (IoS); e, (iv) fábrica inteligente (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; HOFMANN; RÜSCH, 2017). Não só a fábrica inteligente e o produto inteligente foram definidos nesta nova era da industrialização, como outros conceitos ligados a eles foram considerados na literatura, que podem ser localizados nas obras de Duarte e Cruz-Machado (2018) e Lasi et al. (2014). Através da integração destes deve ser possível fornecer um produto ou serviço personalizado ou individualizado e, ao mesmo tempo, ser altamente adaptável às mudanças da demanda. Essas mudanças devem ser feitas em todas as etapas do ciclo de vida do produto: projeto, aquisição de matéria-prima, fabricação, logística e o uso e final (DUARTE; CRUZ-MACHADO, 2018; LASI et al., 2014).

Para que a fábrica inteligente seja implementada, ela deve combinar os objetos inteligentes com a análises de grandes dados (*big data*). Os objetos inteligentes podem reconfigurar dinamicamente para alcançar uma alta flexibilidade, enquanto *big data* pode fornecer *feedback* e coordenação global para alcançar alta eficiência. Portanto, a fábrica inteligente poderia produzir produtos personalizados e de pequenos lotes de forma eficiente e lucrativa. O *big data* também pode fornecer vários resultados estatísticos aos usuários com o objetivo de controle e supervisão, e estes podem ajustar a configuração do sistema através do campo ou de terminais remotos (WANG et al., 2016b).

2 Cadeia de suprimentos

Diante das numerosas definições e conceitos existentes sobre a cadeia de suprimentos e gestão da cadeia, torna-se difícil identificar os elementos centrais capazes de definir o que seja uma cadeia de suprimentos e as perspectivas associadas a ela. Um dos possíveis caminhos adotados por autores da área para minimizar esta dificuldade em relação à cadeia de suprimentos, diz respeito à identificação das várias abordagens existentes, tornando mais claro o conceito proposto. Entre os autores, podemos salientar a proposta de Otto e Kotzab (2003) que relacionam seis perspectivas utilizadas para analisar uma cadeia de suprimentos, com um objetivo relacionado a cada. Segundo os autores, cada uma das perspectivas pode ser associada a um objetivo distinto e característico, no qual a perspectiva escolhida é resultado do propósito da análise e do tipo de melhoria desejada que a empresa busca.

Ainda previamente, Croom, Romano e Giannakis (2000) identificaram que haviam onze diferentes perspectivas como elementos centrais para alcançar o objetivo na cadeia de suprimentos: (i) boas práticas; (ii) comportamento industrial, organização industrial e contratos; (iii) compras e suprimentos; (iv) desenvolvimento econômico; (v) engenharia de sistemas; (vi) gestão estratégica; (vii) logística e transportes; (viii) *marketing*; (ix) redes; (x) sociologia institucional; e, (xi) teoria da contingência. Os autores destacam a necessidade de atuar simultaneamente nas diferentes perspectivas, pois se a empresa manter o foco em apenas um elemento, a efetividade de todo o sistema não está automaticamente assegurado.

Para agrupar as diversas perspectivas existentes, Stadler (2005) sustenta que é possível categorizá-las em duas diferentes interpretações: a intraorganizacional e a interorganizacional. A primeira delas é mais restrita e trata do âmbito interno da empresa, abordando a coordenação entre as diferentes filiais da empresa, setores ou funções. A segunda interpretação para o termo de cadeia de suprimentos é mais ampla, e trata da mesma quando compreende várias empresas, envolvendo diferentes agentes econômicos através de ligações a

montante e jusante por vários processos responsáveis por agregar valor na forma de produto ou serviço para os clientes finais.

Além da discussão sobre as diferentes perspectivas existentes na cadeia de suprimentos, a literatura específica aborda o conceito de processo ou fluxo. Quatro principais tipos de fluxos são mencionados: (i) fluxos de materiais, correspondente pelo processo de beneficiamento de matérias prima nos produtos finais e que envolve o fluxo de produção; (ii) fluxo de informações; (iii) fluxos financeiros e (iv) fluxo de valor. Rother e Shook (2003) defendem que as ações necessárias para conduzir o produto pelos diferentes fluxos fazem parte de um conjunto de ações maiores, englobada pelo fluxo de valor. Onde o sentido do fluxo ocorre em ambas as direções da cadeia de suprimentos.

Nas últimas três décadas, diferentes definições de gestão da cadeia foram propostas, mas desde as publicações de Lambert, Cooper e Pagh (1998) e Lummus e Vokurka (1999) o tema firmou sua relevância e mostrou que existe uma necessidade de integração entre os processos de produção, fornecedor primário e usuário final. Os autores apontam que a cadeia de suprimentos é responsável por alinhar as empresas de modo a controlar o fluxo existente através de diferentes canais e levar produtos e/ou serviços aos clientes. Chopra e Meindll (2003) ainda reforçam que existe um fluxo constante de informações, produtos e dinheiro entre os diferentes estágios, que envolvem fabricantes, fornecedores, depósitos, distribuidores, varejistas, entre outros.

A gestão da cadeia (em inglês *Supply Chain Management* – SCM) está associada à gestão integrada dos processos que possibilitam agregar valor ao cliente, abrangendo desde o fornecimento de matéria prima até a entrega do produto final ao consumidor. Os processos estão diretamente ligados ao fluxo de informações (compras, planejamento e estoques, gestão da demanda), fluxo de materiais (recebimento, armazenamento, distribuição) ao longo da cadeia (BEAMON, 1999; GUNASEKARAN et al., 2004; KANNAN; TAN, 2005).

3 Método de pesquisa

O método de pesquisa serve para orientar o pesquisador com o intuito que o mesmo cumpra os objetivos propostos em sua pesquisa (GIL, 2010). Para condução do trabalho foi adotada uma abordagem qualitativa de natureza básica, cuja finalidade é gerar conhecimentos úteis para o avanço da ciência (PRODANOV, C. C.; FREITAS, 2013). Em relação aos meios de investigação, este trabalho foi realizado através de pesquisas bibliográficas com a investigação de referenciais teóricos reconhecidos pela comunidade em formatos de livros, publicações em periódico, artigos científicos, revistas, monográfica, entre outros.

Para Santos (2002), as pesquisas bibliográficas dotam de uma fonte de dados já organizadas e analisadas com informações e ideias prontas. O objetivo é colocar o pesquisador em contato com os materiais já escritos sobre o tema em questão. As etapas da pesquisa incluem: (i) definição das palavras-chaves; (ii) busca nas bases de dados; (iii) análise dos resultados; (iv) elaboração das comparações; e. (v) considerações.

A primeira etapa para a condução da pesquisa foi definir as bases de dados (EBSCO e CAPES) e as palavras-chave a serem buscadas, “gestão da cadeia”, “*supply chain management*”, “Indústria 4.0”, “*Industry 4.0*”, “gestão da cadeia” AND “indústria 4.0” e “*supply chain management*” AND “*Industry 4.0*”. Durante as pesquisas nas bases de dados da CAPES e da EBSCO, selecionando resultados de revistas acadêmicas, sem filtro de ano da publicação, foi constatado que quando busca de forma individual, as palavras-chaves, foi retornado pelo banco inúmeros resultados, porém, quando pesquisado em conjunto, pouco se obteve,

principalmente em publicações de língua portuguesa. Esta constatação representa que existe uma lacuna muito grande na associação destes dois termos. Por isso, este trabalho tem como objetivo, diminuir essa lacuna através da comparação entre estes dois assuntos. Os resultados da pesquisa das palavras-chave, estão ilustrados no quadro 1.

Quadro1 - Resultados da busca de palavras-chaves nas base de dados

Palavras-chave	EBSCO	CAPES
Gestão da cadeia	2.191	598
<i>Supply chain management</i>	327.938	35.483
Indústria 4.0	6.325	2.640
<i>Industry 4.0</i>	309.633	211.960
Gestão da cadeia AND indústria 4.0	8	1
<i>Supply chain management AND industry 4.0</i>	130	55

Fonte: elaborado pelos autores.

Foram evidenciados que existem aproximadamente 17.000 periódicos nas bases de dados pesquisados. Após selecionados alguns, aplicou-se a metodologia proposta por Lacerda (LACERDA, 2009). Inicialmente os títulos são analisados e se atenderem os requisitos, avalia-se o conteúdo dos *abstracts* para compreensão da abordagem utilizada na publicação. Quando atendem o objetivo da pesquisa deve ser analisado o artigo como um todo. Após realizada a leitura, compreensão e análise das obras citadas, foi possível comparar a gestão da cadeia e a indústria 4.0, o qual será apresentado na próxima etapa deste trabalho.

4 Resultados e análises

Como resultado, adotou-se a análise apresentada por Lasi et al. (2014), que serviu de guia para dissertar sobre os achados teóricos quanto à indústria 4.0 e a gestão da cadeia. A Figura 1 apresenta a interação entre a cadeia de suprimentos e a indústria 4.0 sob a visão de diferentes componentes. No centro da figura é exibida a rede de produção interligada, na qual a maior característica é a forma de operação autônoma baseada na interpretação dos dados fornecidos pelos clientes, fornecedores, engenharia de manufatura, operações fabris, máquinas e ferramentas. As ações tomadas pela rede de produção interligada independem da localização física dos dados, operando remotamente e realizando a integração de vários serviços automatizados com habilidade de suprir os requisitos e necessidades específicas dos clientes.

A necessidade de interação dos componentes será a vantagem competitiva das empresas que souberem lidar com o conjunto de dados gerados pela cadeia de suprimentos da indústria 4.0. A partir da necessidade gerada pelo cliente, seja uma relação comercial direta entre empresas (B2B) ou entre empresa e clientes finais (B2C), as especificações do produto desejado, as datas de entregas e quantidades devem ser analisadas pelos demais componentes sob suas perspectivas no menor tempo possível. Uma das soluções viáveis para esta análise é a utilização de simulação e otimização computacional para proporcionar a melhor solução existente levando em conta as restrições de cada componente.

Jazdi (2014) confirma esta ideia argumentando que com a indústria 4.0, será possível personalizar os produtos para as necessidades específicas e individuais de cada cliente. Os sistemas automatizados do século XXI se adaptarão às necessidades e habilidades dos usuários de todas as faixas etárias. Uma máquina de venda automática de bilhetes oferece, por exemplo, várias opções de operação, de modo a permitir sua utilização por pessoas com diferentes necessidades.

FIGURA 1 – Interações entre a cadeia de suprimentos e a indústria 4.0



Fonte: elaborado pelos autores.

Os sistemas automatizados irão apoiar pessoas em todas as situações e auxiliá-las em diferentes estágios da vida, de modo que permaneçam sustentáveis, saudáveis e móveis. As fábricas inteligentes fornecem aos clientes produtos e serviços inteligentes que serão conectados à Internet. Então, as fábricas inteligentes coletarão e analisarão dados provenientes dos produtos inteligentes e aplicativos inteligentes relacionados. Esta análise permite que as fábricas melhorem a definição dos comportamentos e necessidades dos clientes e ofereçam produtos e serviços novos e mais sustentáveis. Além disso, a tecnologia da internet das coisas (IoT) permite que os clientes estejam envolvidos no processo de design de produção (SHROUF; ORDIERES; MIRAGLIOTTA, 2014).

Após receber o pedido do cliente, o processamento das necessidades na indústria 4.0 procede de forma autônoma. As operações fabris recebem as especificações dos produtos que serão processados, a estrutura de matérias necessárias e dará prosseguimento a programação de produção do maquinário e sistemas produtivo. Até esta etapa a interação humana para andamento do pedido é necessária em casos que a solução ótima não for encontrada pelo sistema, contudo é esperado que a rede de produção interligada possua aprendizado baseado em acontecimentos passados, dotada de inteligência artificial para contornar as dificuldades encontradas no processo.

A indústria 4.0 permite uma alta flexibilidade no desenvolvimento, diagnóstico e manutenção, bem como na operação de sistemas automatizados. No desenvolvimento desses sistemas, pode-se selecionar a melhor oferta de um grande grupo de fornecedores de componentes, módulos e serviços. O diagnóstico pode ser realizado em parte pelo usuário. Aqui, o acesso ao "Big Data" auxilia na automatização. A informação pode ser recuperada sob

demanda, usada e vinculada de forma inteligente, para que um diagnóstico automatizado possa ser alcançado. As peças sobressalentes podem ser encomendadas automaticamente aos fabricantes mais baratos, contrariando o problema da falta de habilidades (JAZDI, 2014).

Fornecedores inteligentes incluem a construção de relações sustentáveis com fornecedores. Da mesma forma, aumenta a flexibilidade selecionando o melhor fornecedor com base nas necessidades da fábrica. A IoT ajudará os fabricantes a obter uma melhor compreensão das informações da cadeia de suprimentos que podem ser entregues em tempo real. Ao conectar as máquinas e equipamentos aos fornecedores, "todas as partes podem entender as interdependências, o fluxo de materiais e os tempos de ciclo de fabricação" (SHROUF; ORDIERES; MIRAGLIOTTA, 2014).

O início das atividades das operações fabris ocorre quando a engenharia de produção conclui a etapa de análise das especificações do produto, dos esquemáticos e desenhos técnicos, da lista de materiais, consumíveis e criação de roteiros de produção para novos produtos. Ainda, a necessidade de novas ferramentas pode ser necessária, e neste momento o setor de máquinas e ferramentas precisa desenvolver máquinas e dispositivos de fixação, considerando a otimização das operações e logística produtiva. Após conclusão das operações prévias, a rede de produção interligada emite ordens de produção com datas de entrega pré-definidas e as acompanha durante todas as etapas do processo com dispositivos de comunicação em tempo real, conforme apontado por Brettel et al. (2014). Incluindo comunicação M2M, máquinas que se comunicam com outras pessoas e dispositivos (SHROUF; ORDIERES; MIRAGLIOTTA, 2014).

Para o gerenciamento e controle de um ambiente de fabricação altamente dinâmico e habilitado pela IoT, os processos de fabricação inteligentes se utilizam da comunicação dinâmica, eficiente, automatizada e em tempo real. Exigindo o uso de dados coletados no processo de fabricação no processo de planejamento e otimização das máquinas (mecânicas, elétricas, etc.) (SHROUF; ORDIERES; MIRAGLIOTTA, 2014).

O gerenciamento das informações na rede de distribuição será um ponto em destaque na indústria 4.0. O fluxo de informações, citado na literatura de gestão de cadeia de suprimentos, aponta a interligação dos processos que agregam valor ao cliente ao longo da cadeia (BEAMON, 1999; GUNASEKARAN et al., 2004; KANNAN; TAN, 2005) e possui forte interação com a gestão da informação na indústria 4.0. Assim, as informações coletadas de marketing, gestão estratégica, tendências do mercado, logística e transporte, etc. formam um banco de dados valioso para as decisões futuras das empresas. Na indústria 4.0 um dos pilares é a IoT, na qual sua associação ao fluxo de informações é ainda mais relevante, propondo que todas as coisas físicas (máquinas, equipamentos, etc.) possam ser transformadas em "coisas inteligentes" e consideradas pequenos computadores conectados à internet que colem informações e enriquecem o banco de dados (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; HOFMANN; RÜSCH, 2017).

Outro ponto de destaque na gestão da cadeia com a indústria 4.0, aparece na tomada de decisão quanto à entrega dos produtos ao cliente, ou até mesmo na entrega quando adquirido do fornecedor. Esse destaque se deve ao fato do compartilhamento de grandes dados quando se tem o rompimento da cadeia, podendo ser por um desastre natural ou uma paralisação na rodovia, por exemplo. A tomada de decisão na indústria 4.0 ocorrerá de maneira autônoma, onde computadores fornecem dados sobre o caminho a ser percorrido para evitar um congestionamento ou uma obstrução e atrasar a entrega do produto. Um exemplo deste conceito, é o aplicativo de navegação Waze, que através do compartilhamento de informações

entre usuários, identifica se há um congestionamento ou obstrução na rota, recalcula a viagem evitando paradas e atrasos desnecessários.

Deste modo, a associação de diferentes componentes da cadeia de suprimentos na indústria 4.0 demonstra sua interação baseada no fluxo de informações. As informações coletadas pelos pequenos computadores espalhados pelas fábricas suportam a tomada de decisões quantificada e baseado em dados históricos. O mapeamento e interpretação das informações existente no banco de dados gera decisões mais assertivas que influenciam no fluxo de materiais, financeiros e principalmente no fluxo de valor. Rother e Shook (2003) apontam que as ações necessárias para conduzir um produto pelos diferentes fluxos fazem parte de um conjunto de ações maiores, englobada pelo fluxo de valor.

5 Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo fazer uma análise das interações da indústria 4.0 com a cadeia de suprimentos, contribuindo com uma revisão da literatura que sirva de suporte para entendimento de como se dão os processos nesse novo contexto industrial. Os resultados foram apresentados conforme a estrutura fornecida por Lasi et al. (2014), fornecendo uma estrutura conceitual de visualização simples e fácil entendimento. Foi possível identificar que a cadeia de suprimentos representa uma área de aplicação apropriada para a indústria 4.0. A integração dos componentes que formam a rede de produção interligada, com base na IoT, indica possibilitar o rastreamento em tempo real dos fluxos de materiais e o melhor aproveitamento das rotas de transporte. A capacidade de controle em tempo real proporcionado pela rede de produção interligada assume que a logística existente entre os componentes será capaz de fornecer a necessidade ideal para produzir, entregar insumos, realizar o transporte e entrega dos produtos finais no momento exato, na qualidade certa e no lugar correto. Assim, para manter o diferencial competitivo de mercado, as indústrias serão dotadas de recursos altamente tecnológicos e as cadeias de fornecimento desenvolverão redes altamente adaptadas para atender os requisitos dos clientes no menor tempo possível. Como pesquisas futuras, sugere-se a aplicação deste método em casos reais, visto que ainda estamos carentes de exemplos reais sobre a indústria 4.0.

Referências

- BEAMON, B. M. Measuring supply chain performance. **International Journal of Operations & Production Management**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 275–292, 1999. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/01443579910249714>>
- BRETTEL, M. et al. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. **International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 37–44, 2014.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento, e Operação**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- CROOM, S.; ROMANO, P.; GIANNAKIS, M. Supply chain management: an analytical framework for critical literature review. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 67–83, 2000. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969701299000301>>

- DUARTE, S.; CRUZ-MACHADO, V. Exploring Linkages Between Lean and Green Supply Chain and the Industry 4.0. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT SCIENCE AND ENGINEERING MANAGEMENT 2018, **Anais...** : Springer, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-59280-0_103>
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GUNASEKARAN, A. et al. A framework for supply chain performance measurement. **International Journal of Production Economics**, [s. l.], v. 87, n. 3, p. 333–347, 2004.
- HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES (HICSS) 2016, Koloa. **Anais...** Koloa: IEEE, 2016.
- HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, [s. l.], v. 89, p. 23–34, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>>
- JAZDI, N. Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. **2014 IEEE Automation, Quality and Testing, Robotics**, [s. l.], p. 2–4, 2014. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6857843>
- KANNAN, V. R.; TAN, K. C. Just in time, total quality management, and supply chain management: Understanding their linkages and impact on business performance. **Omega**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 153–162, 2005.
- LACERDA, D. P. **A Gestão Estratégica em uma Universidade Privada confessional: compreendendo se e como as intenções transformam-se em ações estratégicas**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção): COPPE/UFRJ: Rio de Janeiro, [s. l.], 2009.
- LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. **Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities****International Journal of Logistics Management**, 1998.
- LASI, H. et al. Industry 4.0. **Business and Information Systems Engineering**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 239–242, 2014.
- LUMMUS, R. R.; VOKURKA, R. J. Defining supply chain management : a historical perspective and practical guidelines. **Industrial Management & Data Systems**, [s. l.], 1999.
- OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. **Computers in Industry**, [s. l.], v. 83, p. 121–139, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>>
- OTTO, A.; KOTZAB, Ht. Does supply chain management really pay? Six perspectives to measure the performance of managing a supply chain. **European Journal of Operational Research**, [s. l.], v. 144, n. 2, p. 306–320, 2003.
- PERALES, D. P.; VALERO, F. A; BOZA GARCÍA, A. Industry 4.0: A Classification Scheme. In: **Closing the Gap Between Practice and Research in Industrial Engineering**. [s.l.] : Springer, 2018. p. 343–350.

- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2º ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. **Lean Enterprise Institute Brookline**, [s. l.], p. 102, 2003.
- SANDERS, A.; ELANGESWARAN, C.; WULFSBERG, J. Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 811, 2016. Disponível em: <<http://www.jiem.org/index.php/jiem/article/view/1940>>. Acesso em: 1 set. 2017.
- SANTOS, A. **Metodologia Científica: a Construção do Conhecimento**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2002.
- 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. **IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, [s. l.], v. 2015–Janua, p. 697–701, 2014.
- STADTLER, H. Supply Chain Management — An Overview. **Supply Chain Management and Advanced Planning SE - 2**, [s. l.], n. 1, p. 9–35, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/3-540-24814-5_2>
- WANG, S. et al. Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, [s. l.], v. 2016, 2016. a.
- WANG, S. et al. Towards smart factory for Industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. **Computer Networks**, [s. l.], v. 101, p. 158–168, 2016. b.