

## **Indústria 4.0 e a Cadeia De Suprimentos em uma Empresa de Automação no Vale dos Sinos: uma Proposta de Mapa Conceitual**

### **Industry 4.0 and the supply chain in an automation company in the vale dos sinos: a conceptual map proposal**

---

Ulisses Almeida de Souza\* – [ulisses.asouza@yahoo.com.br](mailto:ulisses.asouza@yahoo.com.br)  
Fabiano de Lima Nunes\* – [fabiano@familianunes.com](mailto:fabiano@familianunes.com)

\*Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS

---

#### **Article History:**

Submitted: 2018 - 10 - 05

Revised: 2018 - 10 - 20

Accepted: 2018 - 11 - 10

---

**Resumo:** Acompanhar o desenvolvimento de um novo conceito, chamado pelos especialistas de “a quarta revolução industrial” enquanto ele ainda é tão recente, é uma grande oportunidade para antever as mudanças que podem surgir por tal acontecimento, principalmente nos processos que envolvem a cadeia de suprimentos, processo vital para a sobrevivência das organizações. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é propor um mapa conceitual que permita a análise dos impactos da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos de uma empresa de automação industrial, identificando quais tecnologias e conceitos irão impactar os processos e quais oportunidades estas inovações podem trazer para conceitos já consolidados, bem como poderão auxiliar na resolução dos problemas encontrados na atual cadeia.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0, Cadeia de Suprimentos, Mapas Conceituais.

**Abstract:** Accompanying the development of a new concept, called by the experts of “the fourth industrial revolution”, while it is still emerging, is a great opportunity to foresee the changes that can arise by such an event, especially in the processes that involve the supply chain, vital process for the survival of organizations. In this context, the objective of this work is to propose a conceptual map that allows the analysis of the impacts of the Industry 4.0 in the supply chain of an industrial automation company, identifying which technologies and concepts will impact the processes and what opportunities these innovations can bring to concepts already consolidated, as well as help in solving the problems found in the current chain.

**Keywords:** Industry 4.0, Supply Chain, Conceptual Maps.

---

---

## 1. Introdução

A globalização crescente e a forma como as tecnologias de informação e comunicação estão evoluindo impacta diretamente as organizações. Isso torna processos como a cadeia de suprimentos, que faz parte da gestão de logística ou da gestão da cadeia de suprimentos, tornar-se essencial para uma empresa para que seja competente no mercado. A gestão dessa cadeia visa à integração dos processos chave de um negócio, a partir do consumidor final até os fornecedores iniciais (primários) de produtos, componentes, serviços e informações que adicionam valor para esse consumidor e para as demais partes interessadas. (Lambert e Cooper, 2000; Uckelmann, 2008).

A partir desse avanço tecnológico, percebe-se a tendência de que em um futuro próximo, as organizações se alinhem a revolução da Indústria 4.0. Essa revolução visa mais eficiência e autonomia nos processos, apresentando a transição do paradigma tradicional de indústria baseada na manufatura centralizada, para uma produção descentralizada e autônoma. Esta descentralização permite uma produção com maior flexibilidade e individualizada, em que as barreiras clássicas produtivas desaparecem, criando-se novas áreas e formas tecnológicas de cooperação na condução da mudança dos processos e ações tradicionais de valor (Silveira; Lopes, 2016). Pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) aponta que 58% das empresas reconhecem o poder transformador das novas tecnologias digitais, contudo, menos da metade das companhias as utilizam, ou seja, o espaço para o crescimento da Indústria 4.0 é muito grande no Brasil. Os principais impactos que as empresas esperam com esse novo conceito são a redução de custos, melhoria da produtividade, produtos e serviços melhores, além do crescimento econômico e surgimento de novos produtos, serviços e mercados (ABII, 2017).

A Indústria 4.0 é um tema que está crescendo, significativamente, em todo o mundo. O termo é objeto de discussão entre muitos especialistas e, em 2013, o Google registrou 1.300 artigos sobre o tema. Na base de dados Scopus, a quantidade de publicações relacionadas ao tema subiu, entre os anos de 2014 para 2015, cerca de 207%, levando em consideração somente as áreas relacionadas à engenharia. Isso demonstra um crescimento acelerado do tema Indústria 4.0 e sua relevância, tanto para fins acadêmicos, como também para as indústrias, as quais enfrentam desafios contínuos de aumento de produtividade e personalização de produtos. Para atender essa demanda e se manterem no mercado global, tecnologias inovadoras e um preço competitivo são de extrema importância (Anderl, 2014).

---

Assim, esse trabalho visa responder a seguinte pergunta de pesquisa: “como a Indústria 4.0 pode auxiliar a gestão da cadeia de suprimentos de uma empresa de automação industrial do Rio Grande do Sul?”. Para responder essa questão, o trabalho tem como objetivo a proposição de um mapa conceitual logístico, baseado na Indústria 4.0, e a relação entre seus construtos, para a representação conceitual da cadeia de suprimentos da empresa, objeto de estudo. Como objetivos específicos, o estudo apresenta os seguintes: (a) identificar as dificuldades enfrentadas pela gestão da cadeia de suprimentos, da empresa objeto de estudo, no decorrer do processo logístico; (b) estimar como os conceitos da Indústria 4.0, presentes no estudo, poderiam amenizar as dificuldades logísticas; (c) propor um mapa conceitual que envolva a cadeia de suprimentos da empresa, objeto de estudo, baseado na Indústria 4.0.

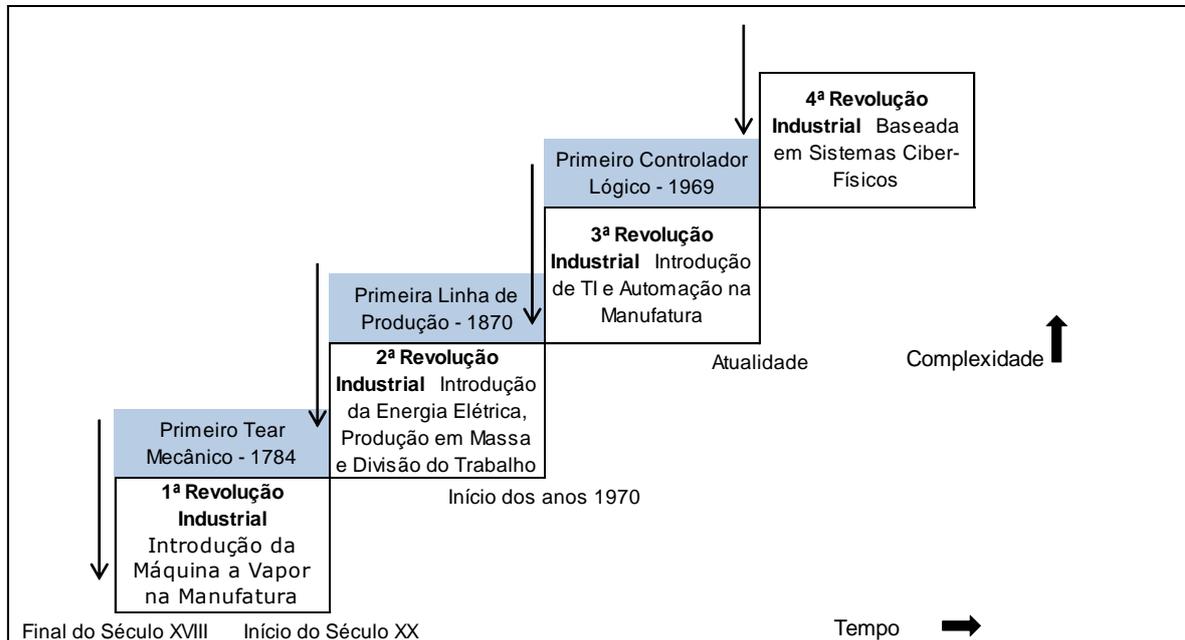
O trabalho está dividido em cinco capítulos, a saber: (a) essa introdução; (b) a fundamentação teórica utilizada no trabalho; (c) a metodologia de pesquisa aplicada na condução do estudo; (d) apresenta os resultados desta pesquisa e; (e) as considerações finais, conclusões e sugestões de pesquisas futuras.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1 Indústria 4.0

Com o desenvolvimento e domínio de novas tecnologias de produção, foi possível conquistar as revoluções industriais no decorrer da história (ver Figura 1). No século XVIII, ocorreu a 1ª. Revolução Industrial, com a invenção da máquina a vapor. Posteriormente, a 2ª. Revolução Industrial veio com a introdução da produção em massa na linha de montagem por Henry Ford, no século XX. A 3ª. Revolução Industrial se deu após a Segunda Guerra Mundial, com a introdução dos controladores lógicos programáveis (PLC) e da tecnologia da informação (TI) no chão de fábrica. O desafio que se apresenta pode ser chamado de 4ª. Revolução Industrial, onde máquinas inteligentes e componentes inteligentes se comunicam entre si, sem a intervenção humana (Kagermann *et al.*, 2012).

Figura 1 - As Quatro Revoluções Industriais



Fonte: Adaptado de Kagermann *et al.* (2012)

A Indústria 4.0 é derivada do termo alemão “*Industrie 4.0*”, que surgiu em 2011 na Feira de Hannover como sinônimo de Sistemas de Produção Ciberfísica (CPPS). Um fator que destaca a Indústria 4.0 são os modelos tecnológicos de produção inovadores, chamados smart factories, que se conectam e se associam por meio de sistemas virtuais e físicos que são articulados às redes e plataformas digitais com amplitude global, resultando assim em cadeias de valor revolucionárias e inovadoras. Deste modo, a indústria 4.0 está pautada nos seguintes pilares: Big Data, Internet das coisas, Fábricas Inteligentes e os sistemas cyber-físicos, onde convivem em um cenário de conexão imediata de ambiente, máquina e ser humano, intercambiando informações em tempo real com as partes interessadas, gerando grande quantidade de dados, que devem ser usados de maneira efetiva e segura, uma vez que sua nova plataforma de existência é a nuvem (Vogel-Heuser; Hess, 2016).

- Big Data - surgiu como alternativa para o processamento de dados complexos e visa capturar, armazenar, compartilhar, transferir e permitir a visualização de dados em diferentes ambientes e contextos. Os dados são elementos chave para a sociedade contemporânea. O Big Data inclui informações a partir de uma multiplicidade de fontes, incluindo mídia social, smartphones, compartilhamento de dados, sensores e dispositivos que interagem diretamente com o consumidor. O termo Big Data é

---

capitalizado para distingui-lo de um termo meramente descritivo para uma grande quantidade de dados, a fim de enfatizar uma mudança na qualidade dos dados e não apenas a quantidade. O uso do Big Data encontra obstáculos devido ao entrelaçamento dos dados nos sistemas administrativos, falta de padrões de governança, baixa confiabilidade e consequências do mau uso dos dados. Além disso, existem grandes incoerências das informações coletadas que, conseqüentemente, dificultam a análise posterior. Em muitos casos, os dados necessitam ser previamente transformados para que possam ser usados, em um processo financeiramente dispendioso. Ao contrário do movimento ocorrido na década de 1980 – em que os trabalhadores foram substituídos por máquinas – a Indústria 4.0 preconiza uma maior integração do homem à estrutura ciberfísica em que o esforço físico será substituído pelo trabalho mental. Além disso, as habilidades e talentos individuais podem ser plenamente aproveitados e o trabalhador assumirá responsabilidade em uma área de atuação mais ampla e terá papel de solucionador de problemas quando confrontado com problemas complexos. Entretanto, ao mesmo tempo em que existe a tendência de estimular a capacitação dos trabalhadores, gerar mais 2 milhões de novos empregos, 5.1 milhões postos de trabalhos poderão ser perdidos, principalmente nas atividades administrativas e de escritório (Kitchin, 2014; Chandler, 2015; Desouza e Smith, 2014; Wef, 2016).

- 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. É como um mundo em que objetos físicos estão perfeitamente integrados na rede de informação e onde os objetos físicos podem tornar-se participantes ativos nos processos de negócio. Os serviços estão disponíveis para interagir com esses “objetos inteligentes” através da Internet, consultar e alterar seu estado e qualquer informação que lhes estejam associadas, levando em conta questões de segurança e privacidade (Haller, 2010; Maslari *et al.*, 2016);
- Sistemas Ciber-físicos (CPS) – funcionam como a integração entre computação e processos físicos, são a próxima geração de sistemas de engenharia de computação,

---

na qual a comunicação e o controle de tecnologias estarão fortemente integrados. O objetivo principal do CPS na produção é criar uma grande malha de controle para todos os subsistemas, que permite ao usuário controlar um processo de produção industrial altamente complexo sem o gerenciamento de cada subsistema. O potencial econômico e social desses sistemas é muito maior do que o que tem sido realizado e grandes investimentos estão sendo feitos em todo o mundo para desenvolver a tecnologia. A integração da digitalização com a operação industrial resultou no conceito de Indústria 4.0, em alusão ao que seria a 4ª Revolução Industrial. Está característica engloba, não somente a integração, mas o controle da produção por meio de sensores e equipamentos conectados em rede e a fusão do mundo real com o virtual, criando, assim, os chamados sistemas Ciberfísicos. Ainda, de forma incremental, ocorre a aplicação da inteligência artificial (Artificial Intelligence - AI) onde, no contexto de indústria inteligente, máquinas e insumos se relacionam cognitivamente ao longo das operações industriais com elevada escala e flexibilidade no processo de fabricação. Esta relação ocorre de forma relativamente autônoma e integrada (Lee, 2008; Poovedran, 2010; Kim e Kumar, 2012; Schuh *et al.* 2014; Freitas *et al.*, 2016).

- Smart Factories (Fábricas Inteligentes) – a integração dos conceitos definidos anteriormente em um ambiente fabril na intenção de otimizar os processos produtivos é a base do conceito das fábricas inteligentes, ou *Smart Factories*. São como uma solução que provê flexibilidade e adaptabilidade aos processos produtivos para resolver problemas de forma dinâmica e reduzir os custos com matéria-prima e recursos energéticos. Alguns dos recursos que uma *Smart Factory* deve possuir são máquinas inteligentes com comunicação M2M, Processos Produtivos Inteligentes (CPPS's), Engenharia e Logística Inteligentes fundamentadas no Big Data, Cloud Computing, Smart Grid para melhor controle do uso de recursos energéticos na produção. E uma das características que as *Smart Factories* deverão ter com relação a forma de produção é justamente a Cadeia de Suprimentos Conectada. Desta forma, é possível concluir que as Smart Factories serão uma espécie de hub das tecnologias fundamentais para a Indústria 4.0 e que será a partir delas que a Indústria 4.0 irá se consolidar dentro dos modelos de produção (Radziwon *et al.*, 2014; Shrouf *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2017).

---

Países como Alemanha, China e Estados Unidos já possuem empresas que estão aplicando os conceitos propostos pela Indústria 4.0 e outras que começam a implementar seus fundamentos. As aplicações da Indústria 4.0 no Brasil ainda são recentes, em razão disso considera-se importante entender e identificar quais serão os impactos causados nos diversos setores industriais do país (Santos, 2016).

## 2.2 Cadeia de suprimentos e Indústria 4.0

O estado da arte da gestão da cadeia de suprimentos, baseada na Indústria 4.0, é o uso dos sistemas ciberfísicos (CPS), para monitorar e controlar os processos físicos, geralmente com loops de feedback onde os processos físicos afetam os cálculos e vice-versa. Este “CPS” utiliza a tecnologia RFID (Identificação por Radiofrequência) para identificar, detectar e localizar o item e enviar os dados para um computador que possa coletar e analisar cada informação relevante. Estes sistemas são capazes de se comunicar com outros sistemas, ou com seres humanos, usando a internet como meio de comunicação para que processos possam ser coordenados através do compartilhamento de dados em tempo real (Herman *et al.*, 2015).

Muitas empresas de transporte e logística estão usando sistemas RFID para alcançar perto de 100% de envio, recebimento e exatidão do pedido, precisão de inventário de 99,5% e 30% de pedidos processados mais rápido, além de redução dos custos de mão de obra. Sistemas RFID melhoram a visibilidade em toda a cadeia de suprimentos, já que é uma forma automatizada de saber o que você tem e onde está. Hoje em dia, os sistemas RFID são usados para rastreamento de ativos e gestão de armazéns, utilizando internet, a fim de conectar os sistemas através de toda a cadeia de suprimentos e trocar dados em tempo real (Motorola, 2014).

A construção de uma cadeia de suprimentos em nível global, que seja eficiente, é um requisito para o desenvolvimento da Indústria 4.0, e para isso cinco são as necessidades básicas que precisam ser atendidas para a consolidação dessa globalização:

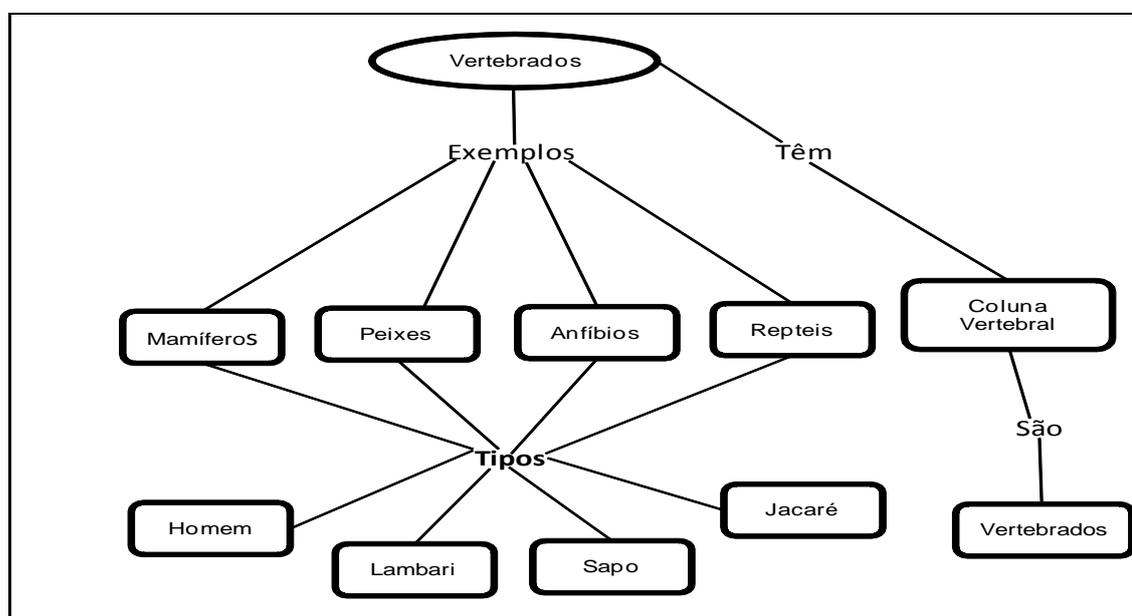
- Consolidar os canais de operação de entrega;
- Satisfazer os requisitos de clientes em vários níveis;
- Construir um sistema logístico rápido e eficiente;
- Coordenação interna das funções;
- Desenvolver uma estratégia competitiva para toda a cadeia de suprimentos (WU, 2013).

### 2.5 Mapas conceituais

Num sentido amplo, os mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conceitos incluídos numa estrutura hierárquica de proposições. Conceitos representam regularidades percebidas em acontecimentos, objetos ou seus registros, designados por um rótulo. Esse rótulo pode ser uma palavra, na maioria das vezes, ou um símbolo (Novak, 2018). Os conceitos estão normalmente contidos dentro de círculos, retângulos ou outros símbolos, e as proposições constam de dois ou mais conceitos unidos por palavras de enlace, formando uma unidade semântica (Moreira e Masini, 1982).

Os mapas conceituais foram desenvolvidos com o intuito de propor uma forma de instrumentalização da teoria da aprendizagem significativa (Novak, 2018; Novak e Cañas, 2008; Novak e Gowin, 1984). Os mapeamentos conceituais envolvem a identificação de conceitos ou ideias pertencentes a um determinado tema, e a descrição das relações existentes entre essas ideias a partir de uma forma representada por um desenho esquemático (Ruiz-Primo *et al.*, 1996; Sherratt e Schlabach, 1990). A partir da compilação das relações de construtos, torna-se possível a elaboração de um mapa conceitual, com o intuito de apresentar, de forma clara e direta, tais relações (Nunes, 2015), conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 - Exemplo de mapa conceitual



Fonte: Elaborado pelo autores

---

Uma das principais funções da mente humana é a interpretação do significado de informações adquiridas, transformando-as em conhecimento. A apresentação desse conhecimento se torna mais fácil quando realizada em formato gráfico, no qual o mapa conceitual pode ser uma ferramenta apropriada para essa arquitetura (De Oliveira Lima, 2008).

### 3 Metodologia

Essa pesquisa foi desenvolvida junto aos gestores do setor de Aquisição de Suprimentos da empresa objeto de estudo<sup>1</sup>, com o objetivo de, posteriormente, ter em mãos informações que servirão de base na busca de um aprimoramento da operação logística da empresa. Sob o ponto de vista da natureza, trata-se de uma Pesquisa Aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos e envolve verdades e interesses locais. Quanto aos fins e objetivos, classifica-se como exploratória, pois possui a finalidade de proporcionar mais informações sobre o assunto que vai ser investigado, possibilitando sua definição e seu delineamento (Prodanov e Freitas, 2013). Como procedimentos possui formas de pesquisas bibliográficas, DSR (*Design Science Research*) e estudos de caso (Marconi e Lakatos, 2009; Nunes, 2015). Quanto à abordagem do problema, a pesquisa é classificada como qualitativa, que se caracteriza quando há uma relação dinâmica entre o mundo real e não envolve números (Reis, 2008).

O procedimento técnico de pesquisa aplicado no desenvolvimento desse estudo foi a Design Science Research (DSR). Quando se deseja estudar o projeto, a construção ou a criação de um novo artefato e fazer pesquisas direcionadas à solução de problemas, aplica-se a DSR. Este é um processo em que se aplica o conhecimento para projetar e criar artefatos e, em seguida, usar vários métodos rigorosos para analisar a eficácia desse artefato. Seu objetivo é desenvolver conhecimento para resolver problemas de construção, ou para ser utilizado na melhoria do desempenho de entidades já existentes (Manson, 2006; Dresch e Lacerda; Antunes Jr, 2014). O Quadro 1 apresenta, de maneira sintética, as categorias possíveis da DSR.

---

<sup>1</sup> Empresa fabricante de equipamentos para automação industrial, com 36 anos de atuação nos mercados nacionais e internacionais de automação de processos, localizada no Vale dos Sinos – RS.

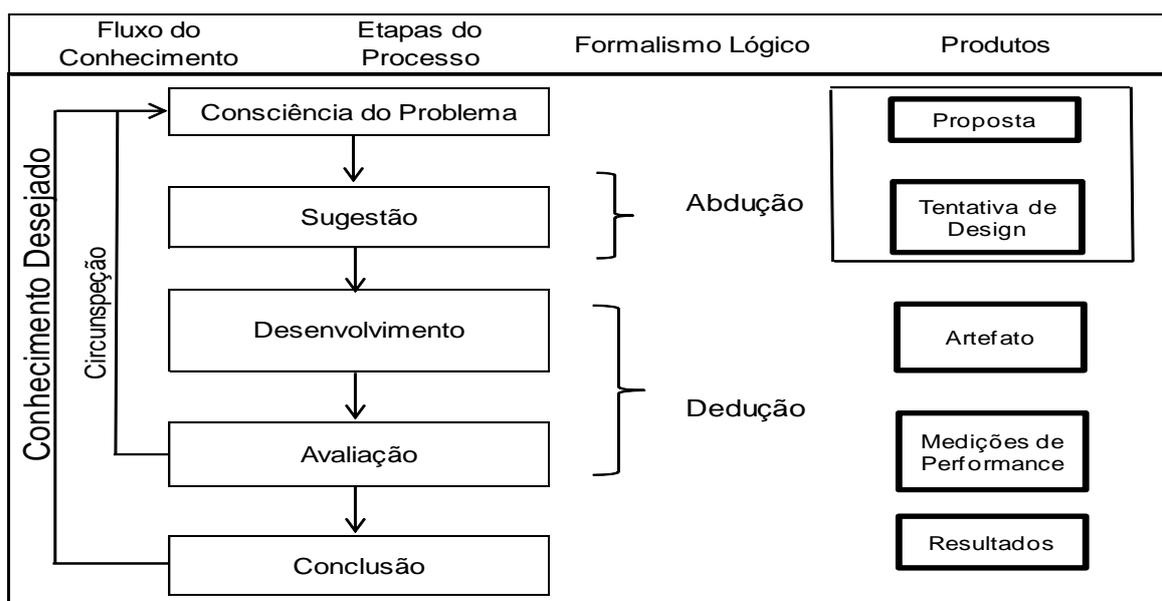
Quadro 1 - Descrição, sintética, dos artefatos de um estudo de Design Science Research

Artefatos	Descrição
Construtos	O vocabulário conceitual de um domínio
Modelos	Um conjunto de proposições ou declarações expressando relação entre construtos
Métodos	Um conjunto de passos usados para desempenhar uma tarefa
Instanciações	A operacionalização dos construtos, modelos e métodos
Aprimoramento da Teoria	Melhoria no entendimento a partir do estudo de um artefato

Fonte: Manson (2006, apud Dupont, 2011)

Para que o método da DSR possa ser aplicado, Vaishnavi e Kuechler (2007) desenvolveram uma metodologia geral, refinada e estendida a partir do modelo de argumentação do Ciclo de Design (Figura 3) por Takeda *et al.* (1990, apud Manson, 2006).

Figura 3 - Metodologia da Design Science Research

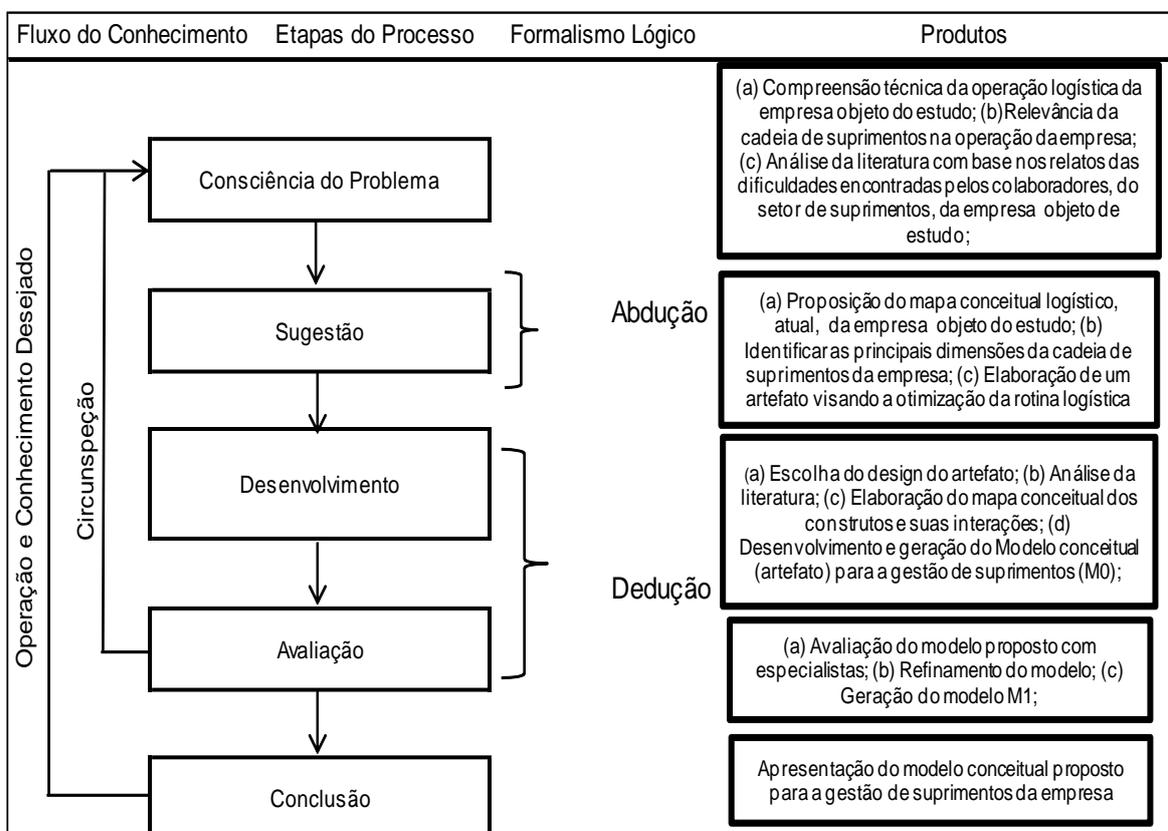


Fonte: Nunes (2015)

### 3.3 Método de trabalho

Buscando alcançar o objetivo geral e os específicos, do estudo, um método foi criado, baseado na Design Science Research (Figura 4). Esse método foi estruturado através da metodologia proposta por Vaishnavi e Kuechler (2007) de acordo com os seguintes passos, sugeridos pelos autores: i) Conscientização do Problema; ii) Sugestão; iii) Desenvolvimento; iv) Avaliação; e v) Conclusão.

Figura 4 - Método de Trabalho



Fonte: Adaptado de Nunes (2015)

A seguir, detalham-se as etapas do método de trabalho baseado no método da DSR.

### 3.3.1 Conscientização do problema

A organização objeto de estudo é uma empresa brasileira do setor de automação industrial. Foi fundada em 1982 e é fabricante de Controladores Lógicos Programáveis e outros equipamentos utilizados no controle de processos e considerada uma das principais empresas do Brasil no setor da automação industrial brasileira, possuindo subsidiárias na Alemanha, Estados Unidos e Argentina.

Quanto à sua rotina logística, objeto de estudo do presente artigo, podemos definir da seguinte maneira: após a consolidação do plano de produção, elaborado em conjunto pelos setores de Vendas, Produção e Marketing, são abertas as ordens de produção (OPs) no sistema corporativo da empresa e executado o cálculo do MRP, também no sistema corporativo. O

---

processo do MRP avalia as necessidades de compra para atender as produções planejadas levando em conta o lead time de cada componente e lotes mínimos de compra, gerando assim as necessidades de compras para serem avaliadas pela equipe de Suprimentos da empresa.

A equipe de Suprimentos analisa essas necessidades firmando as demandas pertinentes para dar início ao processo de compra. Para os itens que a empresa já possui negociação com algum fornecedor, a ordem de compra é gerada de forma quase automática, pulando todo o processo de cotação/negociação. Para outros itens o comprador, via sistema, pode disparar um processo eletrônico de cotação com os fornecedores pertinentes e escolher aquele com melhor condição para atender a demanda. Todo o processo desde a análise da sugestão de compra pelo MRP, cotação, negociação, emissão da ordem de compra (OC), aprovação da OC e envio da OC para o fornecedor é realizada através do sistema. Esse processo envolve os setores de PCP, Suprimentos, Contabilidade e Gestão da Fábrica.

Uma vez que a OC foi gerada, é responsabilidade da equipe de Suprimentos realizar follow-up periódico com o objetivo de garantir a chegada dos insumos dentro das condições requeridas (custo, prazo e qualidade). O processo de PCP ao analisar as demandas de produção possui informação de forma on-line dos pedidos de compra emitidos e da data prevista de chegada à empresa. Isso possibilita cadenciar a fábrica e priorizar as ordens de produção que devem ser produzidas. Também se torna possível antecipar qualquer problema que impacte no atraso de alguma produção e atuar em conjunto com a equipe de aquisição para minimizar os problemas.

Considerando que uma grande parcela do faturamento da empresa é resultante da venda de produtos, a cadeia de suprimentos assume papel de suma importância. Vale ressaltar também que a maior parte dos insumos utilizados nos produtos são importados e o fator logístico é crítico na composição do custo e prazo de produção. Além disso, o volume financeiro que “circula” pelo processo de aquisição é elevado, reforçando a necessidade de um processo controlado e auditado. Um baixo desempenho na cadeia de suprimentos tem reflexo direto no faturamento, custo da produção e estoque da empresa.

Para um melhor entendimento acerca de possíveis pontos de melhoria, em todo esse processo, foram contatados os gerentes (cujos perfis compõem o Quadro 2), diretamente, ligados a cadeia de suprimentos da empresa objeto de estudo, onde, através de um e-mail, foi feita uma breve apresentação do estudo proposto e o seguinte questionamento: Ao seu ver, quais as principais dificuldades encontradas na rotina logística da empresa?

Quadro 2 - Perfil dos envolvidos na gestão da cadeia de suprimentos

Gerente	Processo Que Gerencia	Formação	Tempo Na Função
G1	Produção/PCP	Graduado em Administração e MBA em Gestão de Projetos	12 anos
G2	Suprimentos/PCM	Graduado em Administração e MBA em Gestão da Produção	8 anos

Fonte: Autores

Por se tratar dos gerentes a frente dos processos que compõem a cadeia de suprimentos, foi considerado, pelo autores do estudo (em que um deles faz parte do quadro da empresa estudada e tem contato direto com os indivíduos) que esses profissionais são as autoridades, no que tange o total entendimento acerca das operações por trás dos processos, e que se alguém pode opinar com propriedade ao ser questionado sobre como funciona, e até mesmo de pontos a melhorar, estas são as pessoas mais indicadas a fazê-lo.

No retorno obtido, os pontos mencionados como sendo os mais delicados, podendo ser considerados como dificuldades do processo como um todo, foram os seguintes: (a) demora na liberação dos insumos pela Receita Federal; (b) “*Lead time*”, de matéria prima, elevado; (c) desabastecimento no mercado de componentes eletrônicos causado por aumento de demanda de grandes empresas de bens de consumo e empresas automobilísticas; (d) divergências no estoque e; (e) obsolescência de componentes.

### 3.3.2 Sugestão de artefato

Nessa etapa, baseando-se na questão de pesquisa e aproveitando os relatos das dificuldades encontradas na rotina da cadeia de suprimentos da empresa objeto de estudo, percebeu-se a oportunidade de apresentar um possível modelo logístico alternativo ao já existente, visando possibilitar um melhor fluxo de informações e, se possível, que corrija ao menos um dos problemas relatados no tópico anterior.

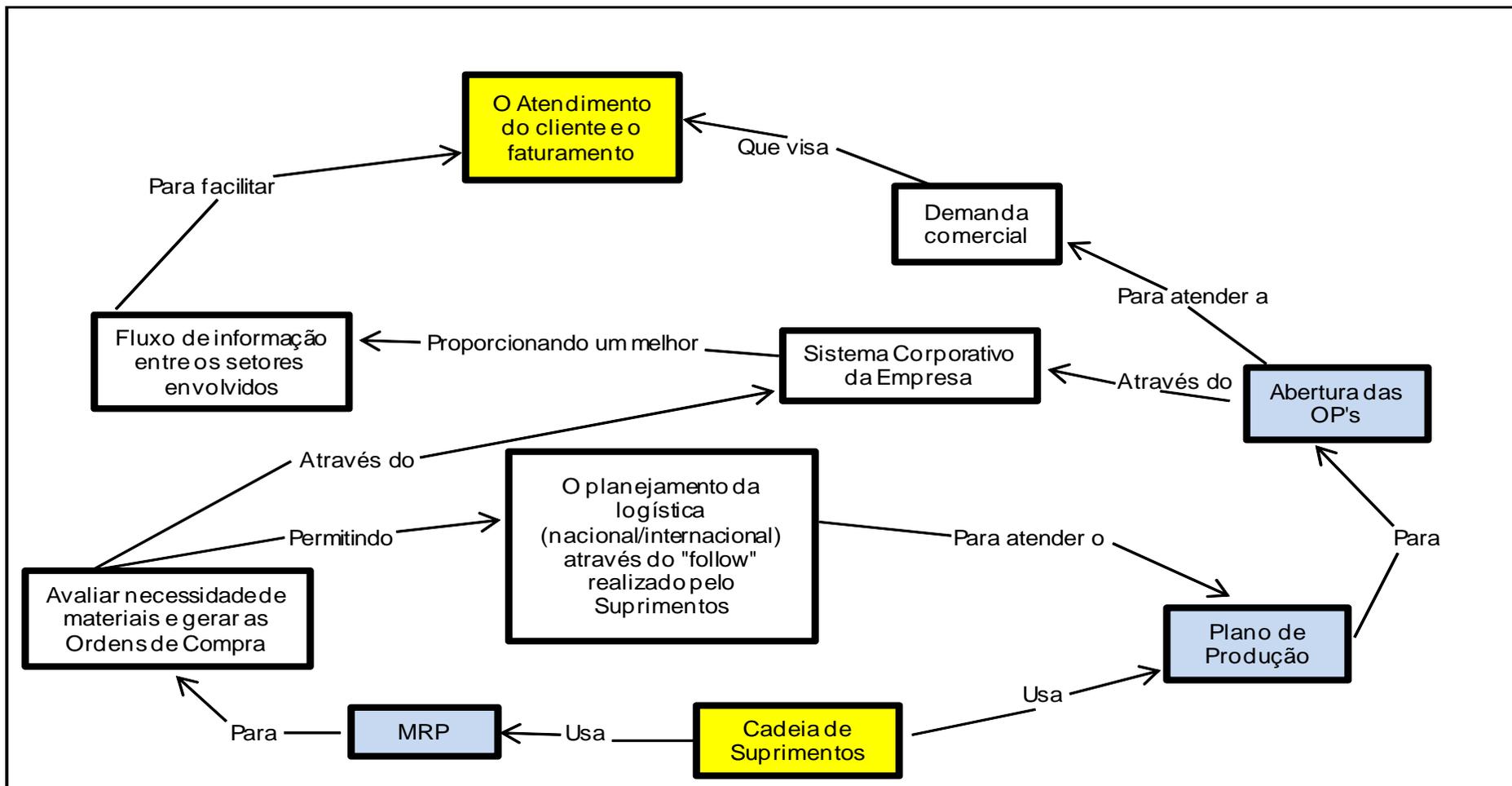
Para auxiliar no desenvolvimento desse modelo, a proposta do presente estudo é a construção de dois mapas conceituais (especificamente da cadeia de suprimentos da empresa estudada): um que ilustre a cadeia, atual, da empresa, de maneira conceitual, apresentando processos, desde o planejamento de materiais, sistema corporativo da empresa até o atendimento às demandas de clientes e faturamento (Figura 5); e o outro, proposto, que represente a cadeia de suprimentos baseada na Indústria 4.0, e as relações entre seus construtos (Figura 6), visando proporcionar novas alternativas na busca da melhoria dos processos.

---

A proposição do mapa conceitual visa auxiliar, de maneira simplificada, no entendimento dos conceitos da Indústria 4.0, que ainda não são tão difundidos pela literatura, buscando apresentar que parte do processo cada construto pode auxiliar, além de facilitar o entendimento, por parte dos gestores envolvidos, na qual o seu processo pode sair beneficiado com essa tecnologia e servindo para auxiliar nas discussões empíricas, realizadas na empresa objeto de estudo.

Os construtos, da Indústria 4.0, abordados na elaboração do mapa conceitual com intuito de estabelecer a interação com a logística são: Internet das Coisas (*IoT*), Sistemas Ciber Físicos (*Cyber-Physical Systems*) e Fábricas Inteligentes (*Smart Factories*) (Silva *et al.* 2017). Para justificar a escolha dos conceitos destacados, estima-se que, dentro do ambiente industrial, o IoT proporcione oportunidades econômicas e logísticas de grande impacto, devido a sua grande capacidade de troca de informações e autogerenciamento; os Sistemas Ciber Físicos (*Cyber-Physical Systems*) permitem integração entre computação e processos físicos, na qual a comunicação e o controle de tecnologias estão fortemente conectados e, para a integração dos conceitos definidos anteriormente, na intenção de otimizar os processos produtivos, o conceito das fábricas inteligentes, ou *Smart Factories*, funciona como uma solução que visa aliar flexibilidade e adaptabilidade aos processos produtivos para resolver problemas de forma dinâmica e reduzir os custos com matéria-prima e recursos energéticos (Lee, 2008; Haller, 2010; Poovedran, 2010; Kim e Kumar, 2012; Schuh *et al.*, 2014; Radziwon *et al.*, 2014; Shrouf *et al.*, 2014; Maslaric *et al.*, 2016).

Figura 5 - Mapa Conceitual atual da Cadeia de Suprimentos da empresa objeto do estudo



Fonte: Autores

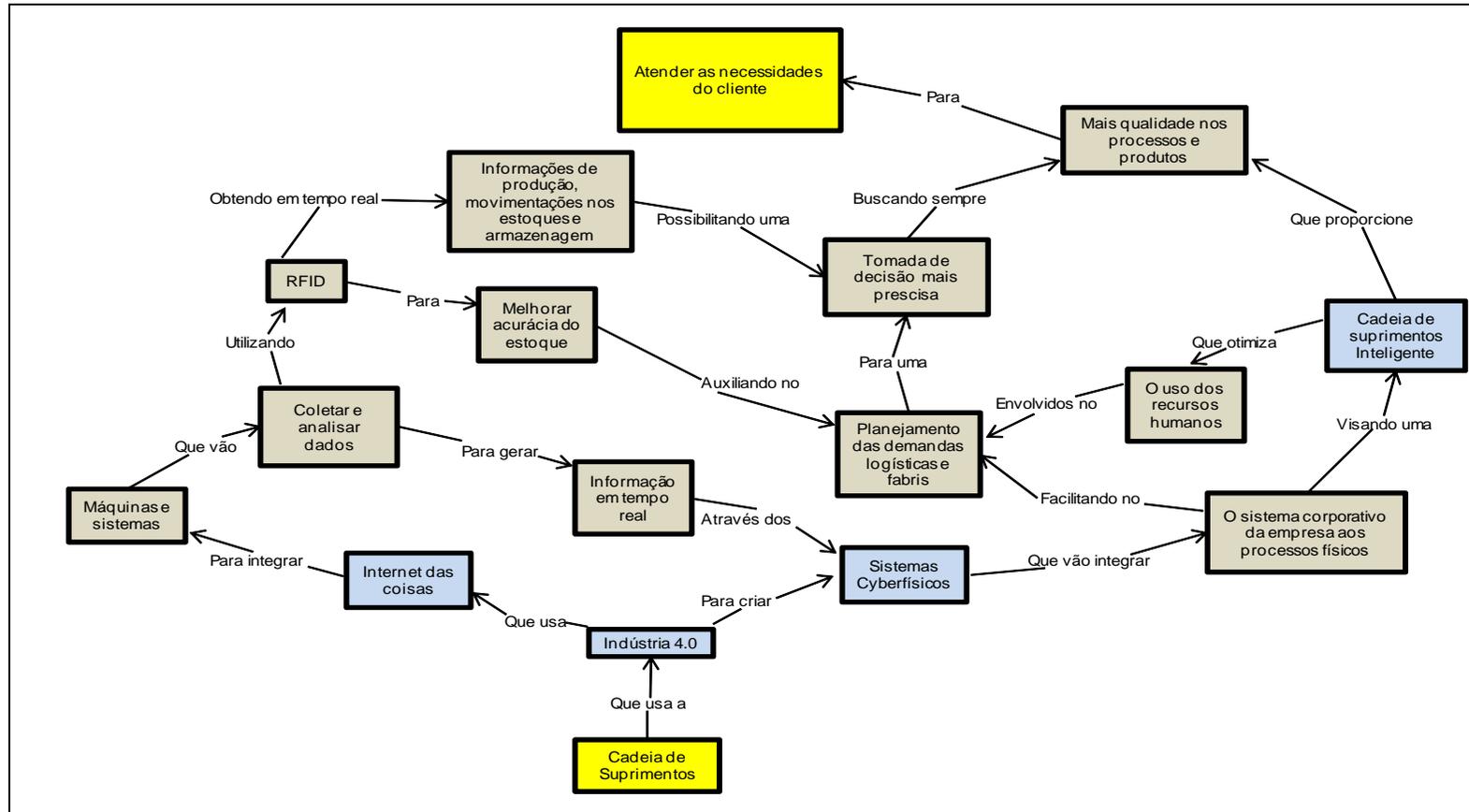
---

### 3.3.3 Desenvolvimento

Nesta etapa, com base nos depoimentos dos gestores envolvidos na cadeia de suprimentos, da empresa objeto de estudo e no referencial teórico, verificou-se a oportunidade de construir um modelo que fosse capaz de propor o processo de maneira conceitual (Figura 6 e Figura 7) para descrever as dimensões principais de um novo sistema logístico, que vise apresentar inter-relações, entre os construtos abordados, que busquem diminuir os impactos causados pelas dificuldades encontradas na atual rotina logística. Para tal, os seguintes construtos da Indústria 4.0 servirão como referência, principal, na busca de processos, premissas e tecnologia que permitam chegar a esse objetivo:

- Internet das coisas (IoT) – onde objetos físicos estão perfeitamente integrados (dispositivos móveis e sistemas) para que possíveis desvios no processo sejam corrigidos e, na fábrica, as próprias máquinas realizem a manutenção, através de uma tomada de decisão autônoma (Lee *et al.*, 2014; Roblek *et al.*, 2016).
- Sistemas Ciber Físicos - através dos quais, é possível a coleta e análise de dados para gerar informações e instruções em tempo real. Ao incluir essa tecnologia, a comunicação avançada entre máquinas é o mesmo que o seu diálogo com os seres humanos. Isso demonstra a possibilidade de uma produção totalmente automatizada e autônoma, sem intervenções humanas. Os sistemas de produção ciber físicos transformam as indústrias em nada mais do que fábricas inteligentes (Brettel *et al.*, 2014; Lee *et al.*, 2014; Hermann *et al.*, 2016; Roblek *et al.*, 2016; Almada-Lobo, 2016; Roblek *et al.*, 2016);
- Fábricas Inteligentes – que irão aproveitar ao máximo o capital humano (Gorecky *et al.*, 2014; Russwurm, 2014), para que os cenários de produção, gerados pela tecnologia, sejam desenvolvidos, planejados e controlados, garantindo uma alta qualidade e rentabilidade (Lee *et al.*, 2015; Sommer, 2015), tornando seus produtos diferenciados (BRETTEL *et al.*, 2014). Processos realizados em fábricas inteligentes podem obter dados de fornecedores, clientes e da própria empresa, os quais podem ser avaliados para posteriormente serem integrados à produção real. Nela, a cadeia de suprimentos é toda integrada. (BLANCHET *et al.*, 2014).

Figura 6 - Mapa Conceitual da Cadeia de Suprimentos, baseado na Indústria 4.0



Fonte: Autores

---

A partir da elaboração do mapa conceitual, tornou-se possível a construção do modelo (M0) proposto, ou seja, o artefato que descreve os construtos de um sistema logístico, baseado na Indústria 4.0 e na cadeia de suprimentos da empresa objeto de estudo, e as suas principais inter-relações.

### 3.3.4 Avaliação

Para atender a metodologia da DSR sugerida por Vaishnavi e Kuechler (2007), faz-se necessária a avaliação do mapa conceitual (artefato) criado durante a etapa de desenvolvimento. Assim sendo, nesta etapa foram desenvolvidos os critérios para avaliação do mapa conceitual proposto, conforme a seguinte ordem: (i) elaboração de um protocolo de pesquisa que contemple as perguntas a serem respondidas pelos especialistas; (ii) desenvolvimento de alguns critérios para a escolha dos especialistas que avaliariam o artefato proposto (M0); (iii) definição das regras para validação do mapa conceitual proposto, com base nas respostas dos especialistas.

Para avaliação do modelo proposto, elaborou-se o protocolo de pesquisa, composto por uma breve apresentação da pesquisa, uma contextualização da cadeia de suprimentos da empresa objeto de estudo junto com quatro questões, estas foram as questões encaminhadas aos especialistas: (i) o mapa conceitual proposto é adequado para representar uma cadeia de suprimentos?; (ii) existe alguma particularidade no mapa conceitual proposto que aumentaria a qualidade de um sistema logístico, se mais detalhado?; (iii) existem detalhes no mapa conceitual proposto que estão desalinhados com uma cadeia de suprimentos? e; (iv) existe algum outro elemento ou assunto que você gostaria de sugerir para melhorar essa descrição?

O critério de escolha dos especialistas foi a publicação de artigos relacionados à gestão da cadeia de suprimentos e Indústria 4.0, a partir de 2012. A partir desse ano, já começaram a surgir os primeiros sinais da Indústria 4.0, inclusive relacionada à gestão da cadeia de suprimentos. Conforme o método de trabalho definido, os especialistas referenciados (Quadro 3 e Quadro 4) na descrição anterior devem atender os seguintes critérios: (a) ter a formação acadêmica mínima de mestre em área relacionada às observações; (b) possuir experiência acadêmica ou profissional, relevante, no tema da observação, em especial os temas da logística ou cadeia de suprimentos e Indústria 4.0, ou possuir publicações relacionadas ao tema observado na avaliação do modelo (M0).

Quadro 3 - Informação sobre os especialistas acadêmicos e suas publicações

Nome	Apresentação	Publicações	Anos das Publicações
A1	Mestre em Engenharia da Produção pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS e Formação Superior em Gestão da Produção pela Universidade FEEVALE	2	2017
A2	Mestre em Engenharia da Produção pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS e Formação Superior em Engenharia da Produção também pela UNISINOS	1	2017

Fonte: Autores

Quadro 4 - Informação sobre os especialistas - profissionais da área

Nome	Apresentação	Experiência na Área
A3	Ocupa o cargo de Gerente de Produção e PCP na empresa objeto do estudo. Formação Superior em Administração de Empresas pela Universidade Luterana do Brasil ULBRA com MBA em Gestão de Projetos pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos UNISINOS.	12 anos
A4	Ocupa o cargo de Gerente de Logística e PCM na empresa objeto do estudo. Formação Superior em Administração de Empresas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS com MBA em Gestão da Produção pela UNISINOS.	8 anos

Fonte: Autores

Os convites para a participação na pesquisa foram enviados via e-mail para os especialistas que compõem os quadros 3 e 4. Foi estabelecido que o especialista que não respondesse, seria considerado como não participante.

Dos quatro convidados obteve-se retorno de três: um pesquisador (A1) e dois profissionais, ligados à gestão da cadeia de suprimentos da empresa objeto de estudo (A3 e A4). Aos três que receberam e aceitaram o convite, foi enviado o mapa conceitual proposto (M0).

Ficou estabelecido que, além de especialistas acadêmicos, seria importante para a condução da pesquisa a participação de profissionais ligados a gestão da cadeia de suprimentos. Nesse caso, como o foco é uma empresa em específico, optou-se pela tentativa direta junto aos profissionais ligados a cadeia de suprimentos da empresa objeto de estudo.

Para análise das respostas enviadas pelos especialistas, as observações encontradas foram classificadas a partir de duas opções gerais, a saber: (i) divergências graves: observações que alterassem significativamente o mapa conceitual proposto, inserindo ou excluindo os construtos essenciais para sua sustentação; (ii) divergências leves: observações ou sugestões que não comprometessem a robustez conceitual proposta.

Definiu-se que no caso de divergências graves, a proposta de mapa conceitual seria refinada e enviada novamente aos mesmos especialistas acadêmicos para uma nova avaliação. Caso as divergências fossem consideradas como leves, não seria necessário o envio novamente.

#### 4. Avaliação da proposta do mapa conceitual

No capítulo anterior, foi desenvolvido o modelo (M0) proposto para representar o mapa conceitual da cadeia de suprimentos, da empresa objeto de estudo, baseado na Indústria 4.0. Neste capítulo será tratada a avaliação do Modelo M0, de acordo com o método de trabalho utilizado.

Os três especialistas que responderam à pesquisa concordaram, em geral, com o Modelo M0 proposto, porém, fizeram algumas ressalvas importantes sobre tópicos que poderiam ser abordados no mapa conceitual. Para o especialista (A1), embora tenha considerado que as relações apresentadas entre as operações representem, de maneira consistente, uma cadeia de suprimentos, enfatizou que tópicos importantes, como melhoria de resposta da cadeia de suprimentos, aumento de produtividade e diminuição de custos acabaram ficando de fora. Os outros dois especialistas (A3 e A4) na condição de representantes da cadeia de suprimentos da empresa objeto de estudo, consideraram o modelo proposto (M0) como adequado e perfeitamente alinhado à realidade da empresa, porém, também fizeram as seguintes sugestões, sobre tópicos que poderiam ser incluídos para qualificar, ainda mais, o modelo proposto:

- a) Integrar os sistemas cyberfísicos com a cadeia de fornecedores e clientes, porém deixando claro que para “externar” a rede, primeiro é indispensável operar todos os sistemas de maneira a atender as necessidades internas;
- b) Na “caixa” Tomada de decisão mais precisa e Mais qualidade nos processos e produtos, acrescentar que um outro impacto positivo da Indústria 4.0 pode ser a obtenção de um processo produtivo mais flexível;
- c) Na “caixa” Melhorar a capacidade de resposta da cadeia de suprimentos, pode ser incluída a melhoria na capacidade de resposta da cadeia de suprimentos frente às necessidades internas e externas (que muitas vezes oscilam);
- d) Na ultima caixa do modelo (M0), também seria importante acrescentar a capacidade de atuar e pensar estrategicamente;

Para fins de registro, uma observação foi feita em relação ao mercado brasileiro que, na opinião do especialista (A3), ainda apresenta restrições na cadeia logística (principalmente nos aspectos externos à empresa) que requerem cuidados especiais e planos de contingência visando evitar o desabastecimento da linha de produção e estoques. Como esse tema (Indústria 4.0)

ainda é pouco explorado, nosso mercado ainda não está preparado para prover informações para um sistema 100% eficiente e integrado.

A partir das observações e ressalvas feitas em relação ao Modelo M0, um refinamento se fez necessário, conforme os critérios estabelecidos no método de trabalho utilizado. As avaliações feitas pelos especialistas são relevantes, porém não impactam de maneira a desabilitar o modelo proposto (M0). No entanto, o refinamento do Modelo M0 é reconhecido como necessário, gerando uma nova proposição denominada (M1). Em relação às observações e sugestões dos especialistas, estas foram consideradas leves, de acordo com os critérios estabelecidos no método de trabalho, pois não acarretam na descaracterização, por parte do modelo apresentado (M0), de uma representação conceitual de uma cadeia de suprimentos. Portanto, após a execução do refinamento, entende-se desnecessário um novo envio do artefato (M1) para nova avaliação junto aos especialistas.

Após as observações efetuadas pelos especialistas, considerou-se como legítima a inserção do que foi sugerido no contexto do modelo (M1) que segue em negrito e com as “caixas” coloridas de maneira diferenciada. A partir disso, foi desenvolvido o novo modelo (M1), apresentado na Figura 7.

Esse novo modelo (M1) considera as ressalvas dos especialistas em seu conceito em decorrência, principalmente, do fato de a literatura oferecer sustentação para as mudanças sugeridas. Após a aceitação do modelo proposto (M1) cabe então uma análise acerca de como e em que processos a relação entre seus construtos poderia auxiliar a cadeia de suprimentos da empresa objeto de estudo e, principalmente, como poderia amenizar as dificuldades levantadas pela gestão dos processos envolvidos ((a) demora na liberação dos insumos pela Receita Federal; (b) “*Lead time*”, de matéria prima, elevado; (c) desabastecimento no mercado de componentes eletrônicos causado por aumento de demanda de grandes empresas de bens de consumo e empresas automobilísticas; (d) divergências no estoque e; (e) obsolescência de componentes).

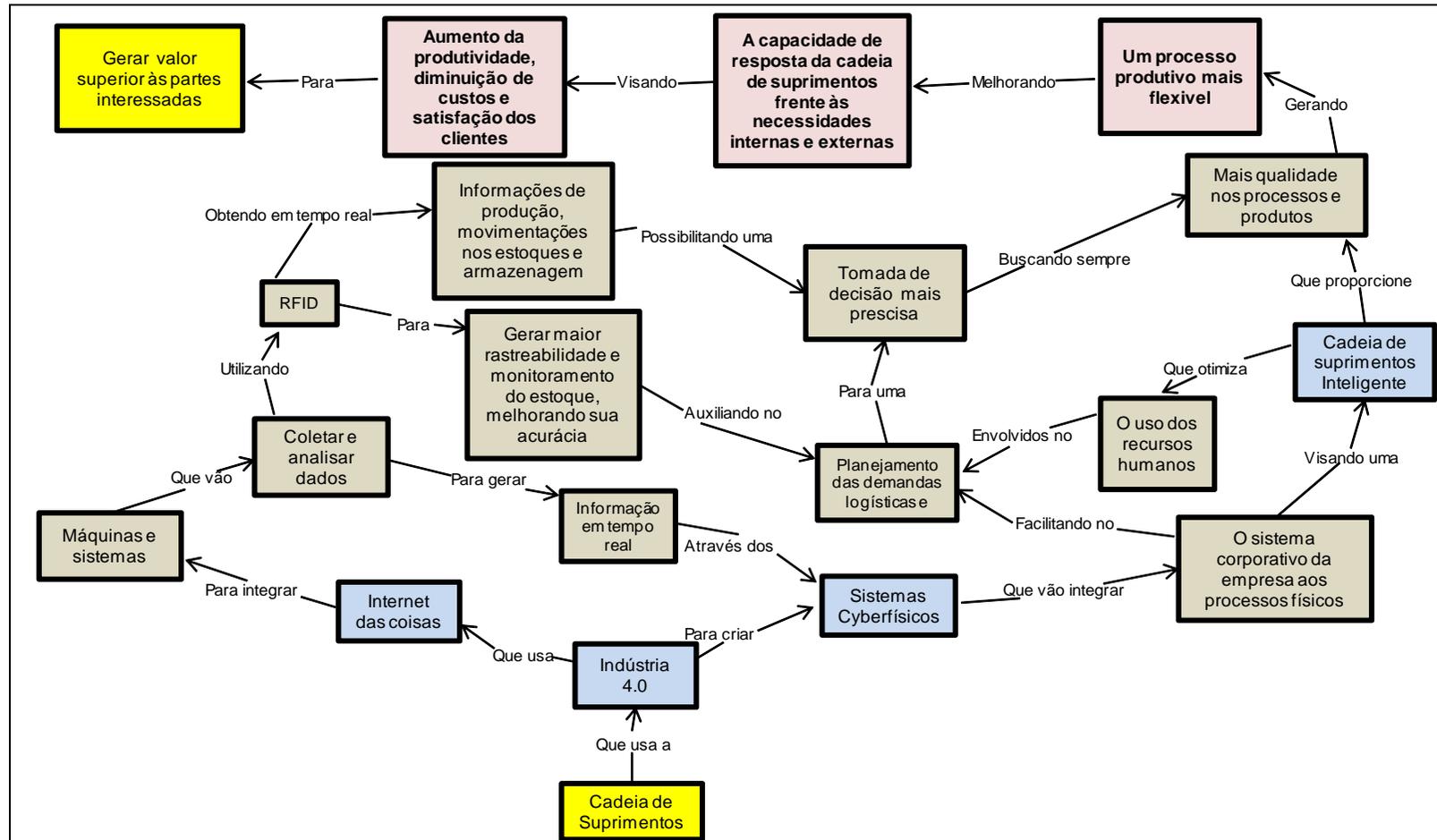
Ao buscar no tema do estudo, possíveis soluções para auxiliar na resolução das dificuldades levantadas pelos gestores, não foram encontradas relações entre a Indústria 4.0 e sua capacidade de acelerar os processos de órgãos como a Receita Federal. Já para os problemas de “lead time” elevado e obsolescência, a IoT pode oferecer um suporte a fim de diminuir o primeiro e prever o segundo, pois está relacionada com os Sistemas Cyberfísicos, através dos quais pode coletar e analisar dados para gerar informações e instruções em tempo real, tais como prever consumos que não sejam impactados, não disponibilidade de componentes ou

---

verificar a exata posição onde o insumo se encontra (nos pontos possíveis, desde a compra até a chegada do item) e assim agir pro-ativamente para agilizar o processo de chegada do item (Brettel *et al.*, 2014; Hermann *et al.*, 2016; Roblek *et al.*, 2016). Outros pontos que podem ser melhorados são os problemas das divergências de estoque e possíveis desabastecimentos na cadeia, que com tecnologias combinadas com a Indústria 4.0, como o RFID por exemplo, permitem a digitalização do processo da cadeia de suprimentos, e o fornecimento de informações em tempo real sobre os status de armazenamento e movimentações, para o caso das divergências, além das atividades logísticas em geral, como o potencial desabastecimento na cadeia externa, de algum componente fundamental para confecção do produto (Lee *et al.*, 2004; Geisberger e Broy, 2012).

A automação industrial, como outros mercados, e os insumos envolvidos no processo, precisam cada vez mais de flexibilidade e respostas, em tempo real, às mudanças e uma posição mais próxima das preferências do cliente (Uckelmann, 2008). Para isso, todas as partes do processo devem ser tão autônomas quanto possível, possibilitando o aproveitamento total da tecnologia disponível no ambiente da cadeia de suprimentos (Almada-Lobo, 2016; Hermann *et al.*, 2016; Schuh *et al.*, 2014).

Figura 7 - Mapa conceitual (M1) da cadeia de suprimentos, da empresa objeto de estudo, baseada na Indústria 4.0



Fonte: Elaborado pelo autores

---

## 5. Considerações finais

O presente estudo teve como objetivo, a proposição de um mapa conceitual para a representação, conceitual, da cadeia de suprimentos de uma empresa de automação industrial do Rio Grande do Sul, que fosse baseado nos pilares da Indústria 4.0. Para atender aos objetivos norteadores da pesquisa, foi necessário a compreensão de como funciona, atualmente, a cadeia de suprimentos da empresa objeto de estudo, para traçar um paralelo de como pode vir a ser, com a implementação da Indústria 4.0 em sua estrutura, mesmo que de maneira conceitual.

Para auxiliar na construção dessa visão futura, procurou-se levantar quais são as dificuldades enfrentadas no que tange sua operacionalização e como poderiam ser amenizados ou até resolvidos com o auxílio das tecnologias envolvidas na transição para uma Cadeia de Suprimentos Inteligente. Mesmo que de maneira teórica, a premissa trazida com a adoção da Indústria 4.0 na condução dos processos é muito animadora, pois desde sempre o que se busca na condução de qualquer organização é a otimização dos recursos, e se toda essa tecnologia pode auxiliar na qualidade dos serviços e produtos oferecidos, possibilitar maior flexibilidade no ambiente logístico e fabril, diminuir o tempo de resposta na condução dos processos permitindo, assim, a correção de desvios em tempo real, além de propiciar um melhor desenvolvimento, planejamento e controle de cenários complexos, o desafio é transformar, o quanto antes, a ideia conceitual em forma real de operar. O desafio para a indústria, é acompanhar essas inovações que irão repercutir não somente na cadeia de suprimentos, mas também nos modelos de ensino, negócio, nos hábitos de consumo e em aspectos sociais e culturais nos próximos anos, a boa notícia é que com um cenário econômico que limita a expansão de faturamento, muitas empresas estão buscando melhorar sua eficiência produtiva para aumentar a rentabilidade de um volume de faturamento, que em sua grande parte, estão em queda.

Por se tratar de um estudo que envolve as práticas, pessoas e rotinas de um processo e empresa específicos, não se pode generalizar quaisquer resultados ou conclusões nele apresentados, além de a abordagem ter ficado, somente, no sentido conceitual, não se obtendo nenhum ganho mensurável realmente. Assim, trata-se de um mapa proposto e não definitivo para as relações da Indústria 4.0 e a cadeia de suprimentos.

---

Mesmo considerando as limitações do estudo, o referencial teórico sustenta que os conceitos e todas as tecnologias que permeiam a Indústria 4.0 visam diminuir custos, facilitar processos, aumentar a qualidade dos produtos e serviços e melhorar o tempo de resposta no que tange a circulação de informação entre setores. Posto isso, para trabalhos futuros as sugestões são as seguintes: (a) a condução da pesquisa para um campo mais amplo, abordando sobre os impactos que a Indústria 4.0 pode trazer para as demais áreas de uma empresa (Produção, Financeiro, Fiscal, Recursos Humanos, etc...) ou para a empresa como um todo e; (b) sustentando-se na literatura, ampliar e buscar melhorias no artefato proposto, bem como a inclusão de novas relações e interpelações entre os constructos abordados.

## REFERÊNCIAS

Almada-Lobo, F. (2016). The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). *Journal of Innovation Management*, 3(4):17.

Anderl, R. (2014). Industrie 4.0: Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production. In: *International Seminar on High Technology*, 19, Piracicaba.

Act Beyond Mainstream Industry. (2014). The new industrial revolution How Europe will succeed. Think Act. Roland Berger: Munique.

Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International journal of mechanical, industrial science and engineering*, 8(1): 37-44.

Chandler, D. (2015). A world without causation: Big data and the coming of age of posthumanism. *Millennium*, 43(3): 833-851.

de Oliveira Lima, G. Â. B. (2008). Mapa conceitual como ferramenta para organização do conhecimento em sistema de hipertextos e seus aspectos cognitivos. *Perspectivas em ciência da informação*, 9(2).

De Souza, K. C., & Smith, K. L. (2014). Big data for social innovation. *Stanford Social Innovation Review*, 12(3): 38-43.

Dresch, A., Lacerda, D. P., & Júnior, J. A. V. A. (2015). *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman Editora.

Dupont, A. C. (2011). Proposição de um método para concepção da estratégia de produção: uma abordagem a partir do conceito de subunidades estratégicas de negócios. *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas)*. UNISINOS, São Leopoldo.

Freitas, M. M. B. C., de Farias Fraga, M. A., & de Souza, G. P. (2016). Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade: uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. *Caderno PAIC*, 17(1):237-261.

- 
- Geisberger, E., & Broy, M. (Eds.). (2012). *AgendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. Springer-Verlag, 1.
- Gorecky, D., Schmitt, M., Loskyll, M., & Zühlke, D. (2014). Human-machine-interaction in the industry 4.0 era. In *12th IEEE international conference on industrial informatics (INDIN)*, 289-294.
- Haller, S. (2010). The things in the internet of things. In: *Internet of Things Conference (IoT 2010)*. Tokyo, Japan, November, 5(8): 26-30.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: *49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)*, 3928-3937.
- Kagermann, H. et al. (2013). Recommendations for Implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: securing the future of German manufacturing industry. *Final report of the Industrie 4.0 working group*. Forschungsunion, 2013.
- Kitchin, R. (2014). *The data revolution: Big data, open data, data infrastructures and their consequences*. Sage, ISBN 978-1-4462-8747-7.
- Kim, K. D., & Kumar, P. R. (2012). Cyber-physical systems: A perspective at the centennial. In: *Proceedings of the IEEE*, 100:1287-1308.
- Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial marketing management*, 29(1): 65-83.
- Lee, E. A. (2008). Cyber physical systems: Design challenges. In *2008 11th IEEE International Symposium on Object and Component-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC)*, 363-369. IEEE.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 3: 18-23.
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia Cirp*, 16: 3-8.
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (2004). Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. *Management science*, 50(12): 1875-1886.
- Manson, N. J. (2006). Is operations research really research?. *Orion*, 22(2):155-180.
- Marconi, M. D. A., & Lakatos, E. M. (2001). *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Atlas, 6.
- Maslarić, M., Nikoličić, S., & Mirčetić, D. (2016). Logistics response to the industry 4.0: the physical internet. *Open engineering*, 6(1): 511-517.
- Moreira, M. A., & Buchweitz, B. (1982). *MASINI, EFS Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.
- MOTOROLA. (2014). *Advantages of RFID in transportation and logistics*.
- NOVAK, J. D. (2018). The theory underlying concept maps and how to construct them. [on line].
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. *Florida Institute for Human and Machine Cognition*, 1-36.
-

- 
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University.
- Nunes, F. D. L. (2015). *Sistema Hyundai de produção: uma proposição de modelo conceitual*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) UNISINOS, São Leopoldo.
- Poovendran, R. A. D. H. A. (2010). Cyber–physical systems: Close encounters between two parallel worlds [point of view]. *Proceedings of the IEEE*, 98(8): 1363-1366.
- Prodanov, C. C., & de Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição*. Editora Feevale.
- Reis, L. G. (2008). *Produção de monografia da teoria à prática o método educar pela pesquisa (MEP)*. Senac. 2. ed. Brasília: Senac.
- Roblek, V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A complex view of industry 4.0. *Sage Open*, 6(2): 16-21.
- Russwurm, S. (2014). Industry 4.0-from vision to reality. *Background Information*, 1.
- Ruiz-Primo, M. A., & Shavelson, R. J. (1996). Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6): 569-600.
- Santos, P. R. (2018) *Indústria 4.0 – sistemas inteligentes para manufatura do futuro*. Disponível em: <<http://www.revistaferramental.com.br/pt/artigos/industria-40sistemas-inteligentes-para-manufatura-do-futuro/8>>. Acesso em: 26 fev. 2018.
- Schuh, G., Potente, T., Thomas, C., & Hempel, T. (2014). Short-term cyber-physical Production Management. *Procedia Cirp*, 25: 154-160.
- Sherratt, C. S., & Schlabach, M. L. (1990). The applications of concept mapping in reference and information services. *Rq*, 30(1): 60-69.
- Shrouf, F., Ordieres, J., & Miragliotta, G. (2014). 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. In *2014 IEEE international conference on industrial engineering and engineering management*, 697-701. IEEE.
- Da Silva, A. C. S et al. (2017). Indústria 4.0: Proposta de Mapa Conceitual. 2017. In: *XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*.
- Silveira, C. B., & LOPES, G. C. (2018). O que é Indústria 4.0 e como ela vai Impactar o mundo. 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria4-0/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.
- Sommer, L. (2015). Industrial revolution-industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution? *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(5):1512-1532.
- Uckelmann, D. (2008). A definition approach to smart logistics. In *International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking Springer*, Berlin, Heidelberg, 273-284.
- Vaishnavi, V; Kuechler, W. (2018). *Design Research in Information Systems. 2007*. Disponível em: <<http://home.aisnet.org>> Acesso em Mai/2018
-

Vogel-Heuser, B., & Hess, D. (2016). Guest editorial Industry 4.0—prerequisites and visions. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 13(2):411-413.

World Economic Forum. (2016). The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. In *Global Challenge Insight Report*, World Economic Forum, Geneva.