

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARCELO ALVES PEREIRA

Desafios da Logística 4.0

CURITIBA

2019

MARCELO ALVES PEREIRA

Desafios da Logística 4.0

Artigo apresentado como requisito para obtenção do título de
Especialista em Engenharia de Produção.

Universidade Federal do Paraná

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gechele Cleto

CURITIBA

2019

Resumo: Desafios da Logística 4.0

O mundo passa por grandes transformações, não obstante a Logística. Existe a necessidade da implementação das novas tecnologias da Indústria 4.0, como a Internet das Coisas, Big Data, Sistemas Físico-Cibernéticos e a computação em nuvem. Graças a essas tecnologias, bem como a seus subsistemas e componentes, a integração total da cadeia logística torna-se possível. Entretanto, observa-se que não estão totalmente claros e identificados os reais impactos, positivos ou negativos, que as tecnologias da Indústria 4.0 causam na Logística. O objetivo deste trabalho é de identificar e apresentar uma análise dos desafios que as empresas deverão enfrentar ao implantar as tecnologias da Indústria 4.0 na Logística. Para isso, foram selecionados e analisados, por meio de uma revisão sistemática da literatura, os trabalhos mais relevantes sobre o tema. A revisão feita apresenta oito desafios agrupados em quatro macro grupos: desafios técnicos, desafios financeiros e legais, desafios tecnológicos e desafios socioculturais.

Observa-se que estes desafios requerem grande atenção por parte da academia e da indústria com o objetivo de eliminá-los e, assim, permitir melhor aproveitamento dos recursos e otimizar o desempenho das operações.

Palavras-chave: DESAFIOS DA LOGISTICA 4.0; LOGISTICS 4.0, INDUSTRY 4.0 IN LOGISTICS

1. Introdução

Antes de desvendar o que se trata a Logística 4.0, é preciso entender o conceito de Indústria 4.0, ou a Quarta Revolução Industrial. O termo popularizou -se nos últimos anos e tem o intuito de inserir a completa automação nas fábricas, através de sistemas ciberfísicos capacitados para realizar auto diagnósticos, autoconfiguração e auto otimização.

Tudo é embasado em tecnologia de ponta, como Inteligência Artificial, Big Data, Internet das Coisas e Computação em Nuvem, a fim de realizar uma junção em redes inteligentes incorporadas a cadeia de suprimentos (*Supply Chain*).

Neste cenário, as indústrias passam a ser mais enxutas, personalizadas e eficientes, fabricando apenas o que é necessário para ser comercializado de forma rápida. Por conta do avanço das indústrias, o armazenamento e distribuição destes produtos devem evoluir juntos e é aí que entra a Logística 4.0 como uma evolução da logística tradicional, partindo da necessidade do aumento no investimento em tecnologia com o intuito de expandir a fração do mercado que é controlada pela empresa (*Market Share*).

Esta evolução tecnológica traz benefícios para os processos e resultados em qualquer setor do mercado, e na logística não é diferente. Vejamos alguns segundo Revista Logística e *Suplain Chain* – 2018 – IMAM.

- ✓ **Redução de perdas:** A perda de mercadorias é um dos principais empecilhos da logística. Afinal, avarias e extravios impactam o aumento dos custos e interferem negativamente nos resultados. Com a aplicação da tecnologia, o monitoramento de armazenagem e distribuição são facilitados.
- ✓ **Precisão na análise de dados:** Investimento em tecnologia de ponta para obter informações faz com que a logística se torne mais eficiente. Os sistemas utilizadores de *Machine Learning*, ou seja, com capacidade de identificar padrões e evoluir por conta própria, têm grandes insights que automatizam os processos.
- ✓ **Redução de custos:** A redução de perdas, otimização do transporte e automatização resultam em uma grande redução de custos operacionais. Por este motivo, a empresa torna-se mais competitiva.
- ✓ **Satisfação do Cliente:** Ao realizar a implementação da Logística 4.0 a empresa presta um serviço de excelência, aumentando a satisfação do cliente.

Nas palavras de Klaus Schwab (2016, p. 1) “estamos no início de uma revolução que está mudando fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos um com o outro”. Trata-se da Indústria 4.0: um novo modelo de produção em que máquinas, ferramentas e processos estarão conectados à internet através de sistemas ciber-físicos, interagindo entre si e com a capacidade de operar, tomar decisões e se corrigir de forma praticamente autônoma.

É importante dizer que o momento 4.0 não é uma tendência e sim uma realidade. Quem quiser dominar o mercado e sair na frente da concorrência investirá na adoção

de tecnologia, e no desenvolvimento de profissionais com visão analítica, potencialização dos resultados apurados com conceitos de *Big Data* e *Cloud Computin*.

Na indústria 4.0 com seus sensores e sistemas de controle permitindo que as máquinas se mantenham conectadas a diversas plantas, redes, transportadores, seres humanos e etc. Exigirá uma logística no mesmo viés: conectada, tecnológica, rápida e inteligente.

Essa evolução não só é possível, mas necessária. Grandes corporações já buscam essa mudança de cultura e integração com o novo momento 4.0.

No modelo “antigo” ou tradicional era aceitável:

- Grandes estoques;
- Perdas gigantescas de inventários;
- Perda de ativos;
- Erros de controle de temperaturas de produtos específicos;
- Lead time estendido;
- Centros de distribuição off-line e obsoleto;
- Desculpas para erros de carregamento e entregas no transporte;
- Concorrência baixa e sem know-how.

No novo momento, moderno e 4.0 o foco é puramente estratégico:

- Estoques zero;
- Lead time curto;
- Alta conectividade;
- Informações em tempo real e ao alcance de um clique;
- Virtualização por meio de sistemas de monitoramento dos processos e operações;
- Centros de distribuição mais inteligentes;
- Eficiência operacional na medida em que a IoT (internet das coisas) conecta em tempo real os milhões de embarques rastreados e acondicionados;
- Gerenciamento e gestão de armazém com sistema moderno e de WiFi/LAN;
- Visão integrada da cadeia de suprimentos, foco nos serviços e etc.

Em um universo cada vez mais 4.0 não podemos esperar nada diferente, a logística moderna é conectada fortemente a indústria e com o cliente. Ela é rápida, eficiente, informativa, com dados em nuvem e conexão via satélite. Capaz de oferecer não só entregas mais rápida, sem erros, defeitos ou avarias, mas uma experiência aos seus clientes.

Esta nova revolução industrial digital mantém a promessa de maior flexibilidade em fabricação, customização em massa, maior velocidade, melhor qualidade e melhor produtividade. No entanto, para capturar esses benefícios, as empresas precisarão investir em equipamentos, tecnologias de informação e comunicação (TICs) e análise de dados bem como a integração de fluxos de dados em toda a cadeia de valor global.

Com o advento da quarta revolução industrial, dada como resultado da ascensão do uso da internet para conectar o mundo físico ao mundo virtual (DAVIES, 2015), observam-se grandes oportunidades em integrar e conectar empresas e seus respectivos recursos de modo a conferir aumento no desempenho no que se refere à tempo, dinheiro e uso de recursos (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2017). Schrauf e Bertram (2016) observam que integrar os processos e tornar as informações transparentes ao longo da cadeia logística possibilita às empresas empregarem ações de maneira colaborativa. Isso propicia o aumento na flexibilidade, produtividade e qualidade, bem como no envolvimento entre clientes e fornecedores, possibilitando a otimização de seus processos de negócio (DAVIES, 2015; RUßMANN et al., 2015).

A digitalização dos processos e atividades da logística, resultado da aplicação das tecnologias da Indústria 4.0, vem ganhando cada vez mais atenção tanto por parte da indústria quanto da academia (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2017). No entanto, ainda se observa que não estão totalmente claros e identificados os reais impactos de tais tecnologias (TJAHJONO et al., 2017), sejam eles positivos ou negativos.

Com esta pesquisa espera-se compreender melhor os obstáculos do uso das tecnologias da Indústria 4.0 dentro da logística. Uma vez identificados os problemas, novos estudos poderão focar na minimização e/ou eliminação dos mesmos, conferindo melhores resultados na integração e utilização da potencialidade oferecida pelas inovações tecnológicas. Este trabalho foi estruturado em cinco itens, incluindo este

introdutório. O item 2 apresenta a revisão bibliográfica, contemplando uma discussão sobre os temas pertinentes para o trabalho. O item 3 apresenta os procedimentos metodológicos. O item 4 descreve os resultados obtidos no trabalho. Finaliza-se com a apresentação das conclusões e das oportunidades de pesquisas futuras no item 5.

2. Revisão da literatura

O mundo pós Segunda Guerra Mundial, presencia até os dias de hoje a evolução da logística e de suas aplicações Segundo Novaes (2007, p.31), a logística foi, por muito tempo, confundida com transporte e armazenagem de produtos; e atualmente a concepção é muito diferente, sendo então considerada como ponto nevrálgico na cadeia produtiva integrada sendo hoje a proposta de agregar de maneira estratégica todos os componentes da cadeia de suprimentos.

A logística, por sua vez, é parte da gestão de cadeia de suprimento. Para Bowersox, Closs e Cooper (2002, p. 04) é “o trabalho requerido para mover e posicionar estoques dentro da cadeia de suprimentos”. Ou seja, as atividades de logística incluem transportes de insumos e produtos, gestão de frotas e manuseio de materiais, planejamento de oferta/demanda, e até gestão de serviços logísticos (CORRÊA e XAVIER, 2013).

Quanto a definições, Ballou (2010) trata a logística empresarial como o conjunto de atividades responsáveis por todas as tarefas de deslocação e armazenagem, que simplificam o fluxo de produtos desde a compra da matéria prima até sua utilização final, bem como os fluxos de conhecimentos, com o objetivo de alcançar melhores níveis de serviços aos clientes e reduzir custos. Novaes (2007, p.35), explica que a logística é muito ampla, por envolver elementos humanos, materiais, tecnológicos e de informação; e que visam otimizar recursos, procurando a melhor forma de aumentar a eficiência e melhorar o nível de serviço, ao mesmo tempo que reduz continuamente os custos. Christopher (2009, p.3) define Logística da seguinte forma:

É o processo de gerenciamento estratégico da compra, do transporte e da armazenagem de matérias-primas, partes e produtos acabados (além dos fluxos de informação relacionados) por parte da organização e de seus canais de marketing, de tal modo que

a lucratividade atual e futura sejam maximizadas mediante a entrega de encomendas com o menor custo associado.

Ao mesmo passo que Bowersox, Closs e Cooper (2006), relacionam a logística ao planejamento e à gestão de sistemas orientados ao controle do transporte e da localização geográfica dos estoques de materiais, visando à minimização dos custos. Ballou (2006), define como aspectos integrantes de um sistema logístico: prestação de serviços aos clientes, previsão de demanda, informações de distribuição, administração de estoque, manuseio de materiais, processamento de pedidos, itens de reposição e atividades de suporte, definição dos locais para fábrica e armazenagem, embalagem, manuseio de materiais, transporte e armazenagem e estocagem. O autor afirma ainda que a logística não trata somente de uma atividade, mas sim, de uma sequência de atividades, denominadas atividades logísticas e que estão separadas em dois grandes grupos: as atividades primárias (principais) e as atividades secundárias (de apoio). Nas atividades principais, encontram-se aquelas de maior importância nas empresas e com custos mais expressivos no orçamento final. Já as atividades de apoio vêm somar aos principais valores, mas seus custos são menos relevantes que as demais

O paradigma da Indústria 4.0 foi mencionado pela primeira vez em 2011, na Alemanha (ROBLEK *et al.*, 2016; SCHWAB, 2016, p. 16), e, nos últimos anos, tem se popularizado como uma forma de descrever a tendência da digitalização e automação do ambiente de manufatura (OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016).

Autores como Kubinger e Sommer (2016) e Schwab (2016) se referem a esse fenômeno como a Quarta Revolução Industrial.

É relevante apresentar a visão de diferentes autores sobre o que é a Indústria 4.0:

O paradigma da Indústria 4.0 descreve a iminente quarta revolução industrial e vislumbra as *smart factories* nas quais humanos e robôs trabalharão cada vez mais próximos (WEISS *et al.*, 2016).

A quarta revolução industrial é caracterizada pelas tendências tecnológicas de digitalização, autonomização, transparência, disponibilidade de informação em tempo real e colaboração (PFOHL et al., 2017).

O conceito de Indústria 4.0 combina as conquistas tecnológicas dos últimos anos com a visão de futuro onde há sistemas de produção inteligentes e automatizados, nos quais um mundo real está ligado a um mundo virtual, assegurando um uso mais eficiente da informação disponível (ZAWADZKI; ZYWICKI, 2016).

A Indústria 4.0 vem sendo encarada como a 4ª Revolução Industrial, pois igualmente às anteriores, a inovação tecnológica é o ponto de partida para romper com velhos paradigmas e remodelar drasticamente os sistemas de produção.

A revolução que se presencia agora teve início em 2011 quando o governo alemão apresentou na Feira de Hannover uma série de estratégias voltadas à tecnologia capazes de transformar a organização das cadeias de valor globais por meio do surgimento de “fábricas inteligentes”. Desde então, o interesse acadêmico, científico, empresarial e político sobre o tema tem se expandido rapidamente, muito em função do fato de que pela primeira vez uma revolução industrial está sendo observada antes de se tornar, concretamente, realidade.

Apesar da origem alemã, o modelo tem se espalhado pelo mundo com a adoção de medidas semelhantes em diversos países. Os EUA, por exemplo, anunciaram em 2011 a *Advanced Manufacturing Partnership (AMP)*, que consiste na união entre universidades, indústrias e o governo federal para promover investimentos em tecnologias em ascensão no país e, em 2014, sua sucessora, a *Accelerating US Advanced Manufacturing (AMP 2.0)*, trazendo uma série de ações adicionais que deveriam ser adotadas para alavancar a capacidade de manufatura avançada do país. Também se destacam ações em andamento na China, que apresentou em 2015 o *Made in China 2025*, um programa estratégico para atualizar a indústria no país com diversas metas estabelecidas para 2020 e 2025 e na Coreia do Sul, onde foi criado o *Korea Advanced Manufacturing System (KAMS)*, projeto que tem como objetivo desenvolver novos

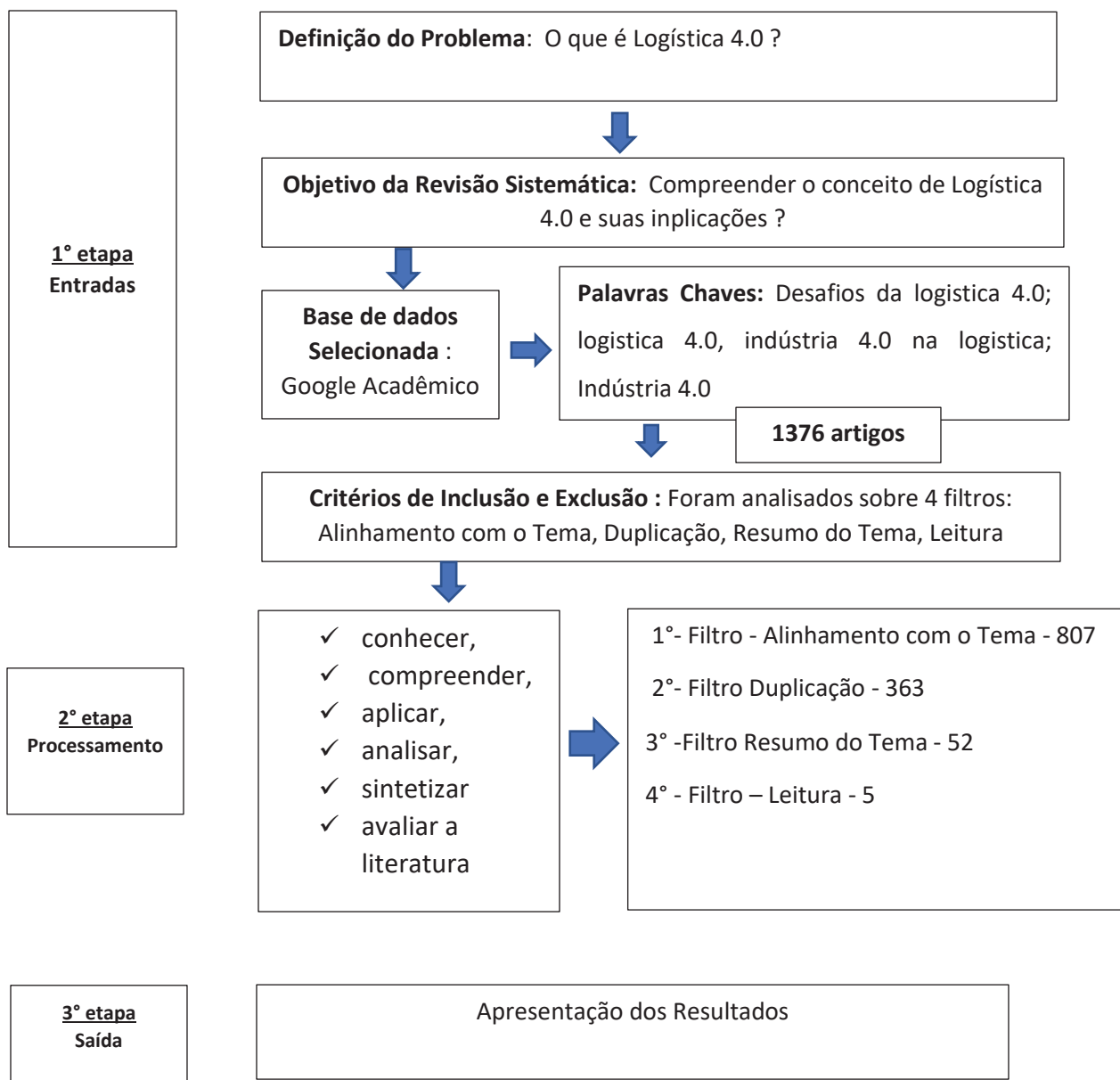
processos e tecnologias para o gerenciamento e a integração dos sistemas de produção (CNI, 2016; FIRJAM, 2016).

Uma das mudanças geradas pela Indústria 4.0 é a interação do ser humano com a indústria, definitivamente migrando de atividades manuais e operacionais para processos produtivos mais complexos, onde será necessário cada vez mais mão de obra especializada, demandando mais formação profissional.

O foco principal da Indústria 4.0 é criar indústrias com processos inteligentes com características de adaptabilidade e maior eficiência de recursos da produção (JASIULEWICZ-KACZMAREK; SANIUK; NOWICKI, 2017).

3. Método

O presente trabalho utiliza o método desenvolvido por Levy e Ellis (2006), e consiste de três etapas estruturadas para coletar, conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar a literatura. A primeira etapa, denominada “Entradas”, trata das definições de buscas; a segunda, denominada “Processamento”, de conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar os trabalhos e; a terceira, “Saídas”, e apresentar os resultados obtidos.



Fonte: Elaborado pelo autor

4. Resultados e discussão

Usando-se de palavras-chave apresentadas no esquema anterior, foram identificados 807 artigos na base de dados, a partir desta seleção aplicou-se os filtros e os critérios mencionados chegando-se a um final de 52 sendo o objetivo foi ler ao menos 25% dos materiais selecionados.

Com as leituras constatamos uma indicação de interesse crescente pelo tema e uma ansiedade e busca de soluções para minimizar estes desafios e potencializar os benefícios deste conceito.

O Quadro abaixo resume os desafios identificados pela revisão sistemática da literatura os quais as empresas enfrentam e/ou deverão enfrentar ao implantar as tecnologias da Indústria 4.0 na Logística.

Autores / Desafios	Desafios de armazenar, distribuir e compartilhar dados	Segurança e Privacidade	Investimento financeiro	Política	Falta de capacidade de interpretar e combinar os dados	Medo de mudança	Relação Máquina x Homem	Falta de iniciativa, habilidade/ou conhecimentos insuficientes obter dados de qualidade
Benabdellah et al. (2016)	x	x					x	
Bhargava et al. (2013)		x						
Burmester et al. (2017)		x						
Büyüközkan e Göçer (2018)		x	x	x	x		x	
Ch e Rao (2018)		x						
Chamekh et al. (2017)		x						
Chang et al. (2018)		x						
Corici et al. (2016)		x						
Haddud et al. (2017)	x	x	x		x	x	x	
Hallman et al. (2014)		x						x
Kynast e Marjanovic (2016)		x					x	
Lópes et al. (2012)	x	x						
Tjahjono et al. (2017)				x			x	
Wu et al. (2016)								x
Zhong et al. (2016)	x	x						

Quadro 1: Elaborado pelo autor

Ao analisar os desafios apresentados no Quadro 1, podemos classificá-los em quatro macro grupos, conforme ilustrado na Figura 1; são eles: desafios técnicos, desafios socioculturais, desafios tecnológicos e desafios financeiros e legais.

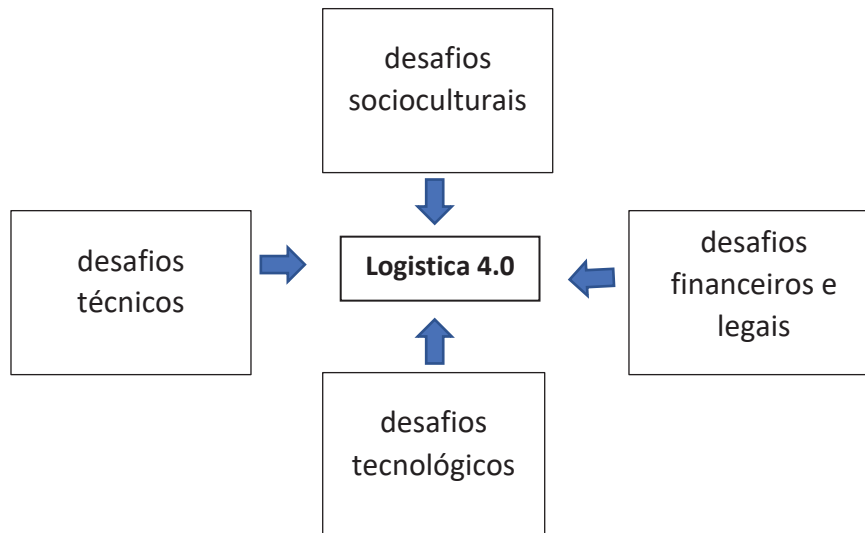


Figura 1: Macro grupos - Elaborado pelo autor

Iniciamos citando os desafios socioculturais. Dentre esses desafios, estão a falta de iniciativa em desenvolver a tecnologia (WU et al., 2016), habilidades e/ou conhecimentos insuficientes para análise de dados (HALLMAN et al., 2014) e a falta de capacidade em combiná-los para obtenção de informações precisas (HADDUD et al., 2017). Destacado por Benabdellah et al. (2016), Kynast e Marjanovic (2016), Haddud et al. (2017) e Büyükközkán e Göçer (2018) os desafios do homem em trabalhar e cooperar com a tecnologia. Os autores aqui citados, alertam para a carência que observamos em algumas CIAS, muitas que implantam as novas tecnologias esquecem de capacitar a mão de obra operante e perdem com esta falta de análise, em uma esfera maior acabam suprimindo esta mão de obra do seu quadro, gerando com isto, uma desconfiança da funcionalidade e aplicabilidade desta tendência mundial. Podemos exemplificar com um caso de sucesso de um grupo empresarial Brasileiro do segmento de prestação de serviços onde inovou aplicando a fiscalização de telhados e chaminés e locais de difícil acesso por Drones, antes o serviço era praticado por colaboradores, andaimes, cadeirinhas de balanço e impactava em risco de queda, maior custo de implementos entre outros. A empresa desenvolveu a tecnologia de visualização e inspeção por drones

e capacitou os antigos colaboradores que hoje exercem a função de operadores de veículos não tripulados.

Nos desafios financeiros acrescenta-se o elevado investimento necessário para implementar tais soluções (LÓPES et al., 2012; KYNAST; MARJANOVIC, 2016; HADDUD et al., 2017; TJAHJONO et al., 2017; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018), e as políticas legislativas, que devem ser levadas em consideração uma vez que pessoas e equipamentos trabalharão em colaboração (TJAHJONO et al., 2017; Kynast e Marjanovic, 2016), fazendo necessária legislações que garantam sua segurança e integridade dentro desse novo ambiente. É necessário que haja um incentivo por parte do governo para que, o parque industrial possa ser elevado aos patamares europeus, berço da 4.0. Sejam estes desafios através de linhas de financiamento a pequenas indústrias, sejam com desonerações fiscais.

No que tange aos desafios tecnológicos, constatou-se como dificuldades a própria necessidade de se desenvolver as tecnologias alavancadas pela Indústria 4.0, visto que, elas ainda encontram-se em seu estágio “embrionário” e requerem avanços para criar uma segurança e gerar maiores benefícios (WU et al., 2016; KYNAST; MARJANOVIC, 2016). Observa-se que a cultura da Indústria 4.0 e como consequência a Logística 4.0 ainda se encontra muito superficial, firmando-se apenas em Dashboard, automação, robotização e outros precisando com isto de uma análise melhor das informações extraídas e por conseguinte uma estratégia que possa agregar real valor às CIAS e às operações.

Fechamos falando sobre os desafios técnicos, como desafios em armazenar, descobrir e compartilhar dados (BENABDELLAH et al., 2016; ZHONG et al., 2016; HADDUD et al.).

O importante destacar aqui o tópico “segurança e privacidade”, a segurança em utilizar as tecnologias (Big Data, RFID, Internet das Coisas, Sistemas Físico-Cibernéticos, dentre outros) é o desafio com maior quantidade de publicação e preocupação tanto por parte das empresas quanto da academia. Existem métodos, ferramentas e propostas sugeridos nas publicações de modo a minimizar os possíveis impactos deste

desafio; entretanto ainda não temos um sistema capaz de eliminar falhas definitivamente.

Conforme tabela 1 observamos uma convergência quase unânime dos autores pesquisados quanto a questão Segurança e Privacidade o que realmente faz sentido. No mundo corporativo esta preocupação passa a ser quase um segredo de estado, ninguém que ter seus dados ou de seus clientes expostos, e uma violação destas informações impacta negativamente a relação comercial entre empresas, além de expor a trâmites jurídicos desnecessários.

5. Conclusão

Inúmeros desafios são identificados ao se analisar o conceito Logística 4.0. Fazer as atividades internas, sistemas e demais recursos da empresa, bem como de seus clientes e fornecedores conversarem entre si, apesar de possibilitar obtenção de benefícios como desempenho, qualidade e custos, pode trazer às empresas grandes desafios também; Em especial no que tange à segurança e privacidade. Como escrito acima em relação à segurança e privacidade, verifica-se vários estudos que apresentam, ferramentas e sistemas que visam diminuir os riscos na obtenção de dados, vazamento e divulgação não autorizada de informações, inserção de softwares maliciosos, entre outros, entretanto nenhum consegue eliminar os riscos por completo. Adicionalmente, ao passo que sistemas e equipamentos diferentes são integrados, tanto internamente quanto entre clientes e fornecedores, são observadas maiores potencialidade para falhas e riscos.

O Relatório WEF (2017) observa que a Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial exigirá novos níveis de habilidades dos trabalhadores como soluções de problemas, criatividade e imaginação. Nesta exigência natural da evolução, as pessoas precisam estar preparadas para essa nova era, notável não ser uma tendência, mas sim uma realidade. O entendimento da população precisa ser adequado para a nova realidade, contudo nas leituras realizadas, observamos que ainda se necessita muito a ser estudado e levantando acerca da Indústria 4.0 e da logística 4.0. As organizações estão se adequando a era 4.0, os profissionais também necessitam se adaptar e entender o seu real significado. Diante dessa fatídica realidade os processos serão

totalmente automatizados, alguns surgirão, e outros deixarão de existir, os profissionais devem ser fluentes em tecnologia e aprender sempre ao longo da vida. A Internet das Coisas, que viabiliza cada vez mais, as trocas de informações em tempo real, é uma das grandes responsáveis por esta nova revolução. As tarefas manuais e repetitivas já vêm sendo substituídas por mão de obra automatizada, e com a Indústria 4.0 isso tende a prosseguir. Por outro diverso lado, as demandas em análise e desenvolvimento oferecerão oportunidades para profissionais tecnicamente capacitados, com desenvolvimento

Os profissionais de logística e as empresas devem operar na revisão contínua dos processos internos, na busca pelas oportunidades de implementação de tecnologia e automação e na constante capacitação e motivação das equipes que atuam diretamente ou indiretamente nestes processos.

Este estudo contribuiu para a identificação dos desafios referentes à Logística 4.0. Podendo evoluir junto às empresas o quanto desses desafios são percebidos pelas elas como fator de preocupação e de decisão quanto ao processo de implementação das mesmas.

REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. Logística Empresarial, Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física. São Paulo: 1ª Ed. Atlas, 2010.

BENABDELLAH, Abia Chaouni; BENGHABRIT, Asmaa; BOUHADDOU, Imane. Big data for supply chain management: opportunities and challenges. 2016 IEEE/ACS 13th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA), p. 1-6, 2016.

BHARGAVA, Bharat; RANCHAL, Rohit; OTHMANE, Lofti Ben. Secure information sharing in digital supply chains. 2013 IEEE 3rd International Advance Computing Conference (IACC), p. 1636-1640, 2013.

BOWERSOX, Donald J; CLOSS, David J; COOPER, M. Supply chain logistics management. Edição Internacional. Nova York: Editora McGraww Hill/Irwin, 2002.

BÜYÜKÖZKAN, Gülçin; GÖÇER, Fethullah. An extension of MOORA approach for group decision making based on interval valued intuitionistic fuzzy numbers in digital supply chain. 2017 Joint 17th World Congress of International Fuzzy Systems Association and

9th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (IFSA-SCIS), p. 1-6, 2017.

BÜYÜKÖZKAN, Gülçin; GÖÇER, Fethullah. Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, v. 97, p. 157-177, 2018.

CH, Mohan Kumar; RAO, Kameswara M. Critical review attacks and countermeasures in internet of things enabled environments. *International Journal of Engineering & Technology*, p. 163-167, 2018.

CHAMEKH, Marwa; HAMDY, Mohamed; ASMI, Sadok El. A new architecture for supply-chain management. 2017 14th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), p. 77-82, 2017.

CHANG, Po Yeuan; HWANG, Min Shiang; YANG, Chao Chen. A Blockchain-Based Traceable Certification System. *International Conference on Security with Intelligent Computing and Big-data Services*. Springer, Cham, p. 363-369, 2017.

CHAN, Felix T. S. Performance measurement in a supply chain. *The international journal of advanced manufacturing technology*, v. 21, n. 7, p. 534-548, 2003.

CHRISTOPHER, M. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: criando redes que agregam valor*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Desafios para Indústria 4.0 no Brasil*. Brasília: CNI, 2016.

CORICI, Andreea Ancuta.; EMMELMANN, Marc; LUO, Jingjing; SHRESTHA, Ranjan; CORICI, Marius; MAGEDANZ, Thomas. IoT inter-security domain trust transfer and service dispatch solution. 2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT), p. 694-699, 2016.

CORRÊA, Henrique L; XAVIER, Lúcia H. *Sistemas de logística reversa: criando cadeias de suprimento sustentáveis*. 1. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

DAVIES, Ron. *Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth*. Briefing from EPRS. European Parliamentary Research Service, 2015. Disponível em: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)_568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)_568337_EN.pdf) Acesso em: 20 maio 2019.

HADDUD, Abubaker; DESOUZA, Arthur; KHARE, Anshuman; LEE, Huei. Examining potential benefits and challenges associated with the Internet of Things integration in supply chains. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 28, n. 8, p. 1055-1085, 2017

HALLMAN, Steve; RAKHIMOV, Jasur; PLAISENT, Michel; BERNARD, Prosper. BIG DATA: Preconditions to Productivity. 2014 IEEE 13th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom), p. 727-731, 2014.

JASIULEWICZ-KACZMAREK, M.; SANIUK, A.; NOWICKI, T. The Maintenance Management in the Macro-Ergonomics Context. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, v. 487, p. 35-46, 2017.

KYNAST, Moritz; MARJANOVIC, Oliveira. Big Data in Supply Chain Management—Applications, Challenges and Benefits. *Twenty-second Americas Conference on Information Systems*, 2016.

LEVY, Yair; ELLIS, Timothy J. A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Informing Science*, v. 9, p. 181-212, 2006.

LÓPEZ, Tomás Sánchez, RANASINGHE, Damith; HARRISON, Mark; MCFARLANE, Duncan. Adding sense to the internet of things—an architecture framework for smart object systems. *Pers Ubiquitous Comput*, v. 16, n. 3, p. 291-308, 2012.

NOVAES, A. G. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição*. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

KUBINGER, W.; SOMMER, R. Fourth industrial revolution-impact of digitalization and Internet on the industrial location. *Elektrotechnik und Informationstechnik*, v. 133, n. 7, p. 330-333, 2016.

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*, v. 83, p. 121-139, 2016.

PFOHL, H. C.; YAHSI, B.; KURNAZ, T. Concept and Diffusion-Factors of Industry 4.0 in the Supply Chain. In: *Dynamics in Logistics*. Springer International Publishing, 2017. p. 381-390.

ROBLEK, V.; MEŠKO, M.; KRAPEŽ, A. A Complex View of Industry 4.0. *SAGE Open*, v. 6, n. 2, p. 1-11, 2016.

RUßMANN, Michael; LORENZ, Markus; GERBERT, Phillip; WALDNER, Manuela; JUSTUS, Jan; ENGEL, Pascal; HARNISCH, Michael. *Industry 4.0 - The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. The Boston Consulting Group, 2015. Disponível em: https://www.bcg.com/ptbr/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx Acesso em: 20 maio 2019.

SANTOS, Paulo Roberto dos. *Indústria 4.0 – sistemas inteligentes para manufatura do futuro*. 2016. Disponível em: <https://www.revistaferamental.com.br/pt/artigos/industria-40-sistemas-inteligentes-para-manufatura-do-futuro/8> Acesso em: 26 abr. 2010.

SCHWAB, K. *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro, 2016. 1 p.

SCHRAUF, Stefan.; BERTTRAM, Philipp. *Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused*. PwC, Germany, 2016.

TJAHJONO, Benny; ESPLUGUES, C.; ARES, E.; PELAEZ, G. What does Industry 4.0 mean to Supply Chain? *Procedia Manufacturing*, v. 13, p. 1175-1182, 2017.

WEISS, A.; HUBER, A.; MINICHBERGER, J. IKEDA, M. First Application of Robot Teaching in an Existing Industry 4.0 Environment: Does It Really Work? *Societies*, v. 6, n. 3, p. 20, 2016.

World Economic Forum – WEF. (2017). System Initiative on shaping the Future of Production: Impact of the Fourth Industrial Revolution on Supply Chains. WEF. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Impact_of_the_Fourth_Industrial_Revolution_on_Supply_Chains_.pdf> Acessado em 26 de abril 2019.

WU, Lifang.; YUE, Xiaohang; YEN, Alan Jin; YEN, David C. Smart supply chain management: a review and implications for future research. *The International Journal of Logistics Management*, v. 27 n. 2, p. 395-417, 2016.

ZAWADZKI, P.; ŻYWICKI, 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.

ZHONG, Ray Y.; NEWMAN, Stephen T.; HUANG, George Q.; LAN, Shulin. Big Data for supply chain management in the service and manufacturing sectors: Challenges, opportunities, and future perspectives. *Computers & Industrial Engineering*, v. 101, p. 572-591, 2016.