

LOGÍSTICA 4.0: Uma Breve Revisão da Bibliográfica

Tiago Resende Pacheco,
UFMS - Universidade Federal de MS
tiago-pacheco@hotmail.com

João Gilberto Mendes dos Reis,
Universidade Paulista – UNIP
betomendesreis@mns.com

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo observar o que se tem publicado acerca do tema Logística 4.0, bem como a análise dos caminhos em que a pesquisa tem tomado. Para atender este objetivo, foi realizada a pesquisa bibliográfica nas principais bases de pesquisas e depois feita uma filtragem dos artigos por relevância, foram analisados e extraídos os principais insights dos textos para a discussão. A necessidade de estudos relacionados à Logística se apresenta bastante relevante, por ser um pilar importante e indispensável para o setor produtivo. A sua inovação, acompanhando conceitos da Indústria 4.0, surge como uma provável solução para os gargalos do setor, justificando a necessidade da construção de uma definição na busca da compreensão da Logística 4.0. Foram extraídos poucos artigos, na busca se apresentaram 42 artigos com o descritor “*Logistics 4.0*” dos quais apenas 12 se qualificaram para a construção deste texto, o que acarretou certa dificuldade diante da baixa quantidade de trabalhos, se comparado por exemplo, ao tema: Logística Reversa. Em conclusão, trata-se de algo inevitável que vem abrangendo e transformando o mercado, sob pressão da demanda consumidora, impactando em todas as áreas do desenvolvimento sustentável, seja o setor econômico, ambiental ou social de forma integrada.

Palavras-chave: Logística 4.0; *Cyber Physical Systems - CPS*; *Internet of Things - IoT*.

1 INTRODUÇÃO

A Logística tem grande importância para as cadeias produtivas sendo responsável pela movimentação e armazenagem de produtos entre os diversos agentes de uma cadeia. Segundo Reis (2015) gerenciar a Logística é crucial para as organizações, fator que fora negligenciado por décadas.

Com o surgimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) nas últimas décadas e sua implementação nos modelos de negócios de forma compulsória, sob ordens da demanda, foram surgindo novos conceitos de gerenciamento a serem considerados no setor logístico, com uma nova estrutura baseada em Internet of Things and Services – IoT&S que trata da interação das coisas (equipamentos, máquinas, produtos etc..) com o homem e principalmente com outras coisas, por meio da conectividade da internet.

A Logística pode ser considerada um dos pilares da cadeia de valor, sendo que a falha em sua condução, compromete todo o resultado. Assim a Logística 4.0 surge como uma ferramenta de mudança e melhoria baseada na implementação de tecnologia inovadora, para garantir a sobrevivência da cadeia de valor em ambientes cada vez mais competitivos e diante de uma demanda cada vez mais exigente em busca de um consumo mais sustentável (Wang, 2016).

O aprofundamento nos estudos sobre a interação homem-máquina e novas opções de modelos de negócio, impulsionado por uma drástica mudança no comportamento do consumidor, onde tem se preferido alugar ao invés de comprar um produto ou serviço com o apoio contundente da supervalorização das redes sociais digitais, geram um conglomerado de novos conceitos que compõem o 4.0 (Barreto; Amaral; Pereira, 2017).

A finalidade deste trabalho foi investigar o que existe de tecnologia para a Logística 4.0, fazendo um levantamento teórico acerca do que se tem publicado e discutido sobre o tema, por meio das bases de pesquisa e da mídia especializada.

Existe a necessidade de levantar quais são as ações aplicadas às operações logísticas para atender a um novo modelo de negócio com foco na sustentabilidade e na necessidade da demanda e na conectividade, cada vez mais complexa e com expectativas cada vez mais altas.

Com base na quantidade de trabalhos de pesquisas encontrados até o momento abordando a Logística 4.0, pode-se observar a existente carência sobre o assunto. Foram poucos

os trabalhos, se comparados com a linha de estudo da logística reversa por exemplo. Neste contexto, os estudos em Logística 4.0 e seus impactos relacionados ao agronegócio são fundamentais para compreensão do atual estágio do desenvolvimento da logística brasileira para o seguimento.

2 LOGÍSTICA

Para o Council of Supply Chain Management Professionals - CSCMP (2011) a Logística é parte integrante da cadeia de suprimentos, responsável por planejar, implementar e controlar o fluxo e o armazenamento de bens, serviços e informações relacionadas a produção, desde sua origem até chegar ao consumidor final complementada pela Logística Reversa, responsável pela destinação dos resíduos do consumo com o foco no interesse do cliente.

A Logística apresenta subdivisões, conhecidas como Logística de Abastecimento ou Logística Interna que compreende as atividades relacionada a aquisição de matéria prima até a manufatura do produto acabado e a Logística Externa abrangendo a distribuição física dos produtos acabados até os consumidores finais (Reis, 2015).

As atividades da Logística, ainda segundo Reis (2015), podem ser divididas em Atividades Chaves: Transportes; Gestão de Estoques; Processamento de Pedidos e Atividades de Apoio: Armazenagem; Manuseio de Materiais; Compras; Embalagem; Gestão da Informação.

3 LOGÍSTICA 4.0

Citada formalmente pela primeira vez na Alemanha durante a Feira de Hannover em 2011, a Indústria 4.0 representa a quarta revolução industrial, agora baseada nas indústrias inteligentes, enquanto a Logística 4.0, é a logística dentro da indústria 4.0. A Logística em seu conceito tradicional, compreende ao gerenciamento do fluxo do produto desde sua origem até o consumidor final, com o foco no interesse do consumidor. Também são divididas em logística de entrada, de saída, de fabricação, de descarte e de informações que veremos mais adiante diferir da definição em construção da Logística 4.0 (Glistau; Coelho Machado, 2018).

Segundo Wang (2016), a logística evoluiu atendendo a necessidade do mercado de forma acoplada com o crescimento da indústria. A logística sofreu a primeira revolução no final

do século XIX, com a mecanização do transporte e o motor a vapor, definimos assim a primeira revolução como a Logística 1.0.

Na sequência, em 1960, por meio da automação dos sistemas de manuseio, graças à implementação da energia elétrica foi então que acontece a segunda revolução, a Logística 2.0. Na década de 1980, com o advento dos sistemas de informação, surge a terceira revolução, a Logística 3.0 com a implementação de softwares de gestão, principalmente os de armazenamento (WMS) e os de transporte (TMS) (Wang, 2016).

Atualmente estamos vivenciando a migração da Logística 3.0 para a Logística 4.0, que provavelmente será aparentemente calma para os consumidores, principalmente as gerações mais novas que já nasceram na era da informação, porém disruptiva para os modelos de negócios atuais, que apesar de já haver implementado muitas tecnologias, elas ainda não são totalmente integradas, autônomas e nem autogerenciáveis (Wang, 2016).

De acordo com Ten Hompel e Kerner (2015), o planejamento logístico está se tornando cada vez mais complexo e dependente de inúmeras variáveis, que em conjunto permitem calcular os prováveis cenários futuros em busca do melhor desempenho de toda a cadeia de valor, sendo que quanto maior a robustez do cálculo, maior a probabilidade do cenário remeter a condição real, favorecendo o apoio a tomada de decisão.

Para enfrentar este momento de mudanças, nos é apresentada a Logística 4.0 baseada em IoT&S como solução provável para os gargalos existentes na Logística Tradicional, movida pela força da demanda, promovendo a necessidade de reavaliação dos conceitos logísticos tradicionalmente aplicados bem como a desconstrução destes (Ten Hompel; Kerner, 2015).

A Logística 4.0, diferente da logística tradicional que é focada em processos rígidos, faz uso de conceitos e ferramentas de serviços que são baseados em *Big Data*, responsável pelo armazenamento e disponibilização de grande quantidade de dados, que tem sido cada vez mais adotados por fornecer insumos para o cálculo de cenários futuros e apoiar a tomada de decisão, observada a necessidade de aprimorar a qualidade na sua utilização, quanto capacidade de aplicação de *Data Mining and Machine Learnig* para traduzir os dados em informação útil e funcional (Ten Hompel; Kerner, 2015).

Existem concentrações de dados armazenados e inertes por falta de capacidade de manipulação, atrasando o desenvolvimento e a melhoria da cadeia de valor, por falta de eficiência ao acessar informações capazes de apoiar a tomada de decisão dos executivos (Ten Hompel; Kerner, 2015).

Distanciando ainda mais do modelo tradicional de logística, Ten Hompel e Kerner (2015) aborda a autonomia e o autocontrole do fluxo da cadeia de valor. Estamos entrando no conceito *M2M*, onde temos como base o alinhamento de dois conceitos, a robótica e as tarefas.

Cita-se algumas das principais características da Logística 4.0 :

- Identificação Automática;
- Localização em Tempo Real;
- Detecção Inteligente (Exemplos: sensores de temperatura e umidade);
- Rede de Internet Sem Fio (A esperada 5G);
- Análise de Grande Quantidade de Dados;
- Comércio Orientado a Serviços (Wang, 2016).

Neste novo modelo logístico, tem-se o homem como o agente que insere a tarefa ou objetivo no sistema e o robô que irá executar a tarefa, sendo que para executar essa tarefa, será necessário gerar uma outra atividade para outro robô e assim por diante até que o processo finalize. Cada robô interage entre sistemas completos na busca por atingir seu próprio objetivo, que conseqüentemente irá perpetuar o fluxo da cadeia de valor de forma autônoma. O autocontrole, responsável por monitorar o andamento dos processos, sendo que, havendo uma inconformidade, o próprio sistema, de forma dinâmica e instantânea, deve ser capaz de resolver o problema buscando outro caminho ou forma de execução a fim de atingir seu objetivo (Timm; Lorig, 2016).

Ten Hompel e Kernel (2015), apontam em seu trabalho, uma fragilidade distinta ao modelo de logística tradicional, trata-se da vulnerabilidade da Logística 4.0 no quesito segurança da informação, fator que deve ser extremamente combatido e que muitas vezes é negligenciado enquanto as formas e métodos de ataques de *crackers*, que são criminosos cibernéticos, vem se aprimorando a cada evolução tecnológica. Assim cabe também a linha de defesa se aprimorar e aplicar técnicas e ferramentas ao nível em que a execução do crime se torne mais cara do que o benefício almejado.

Para Barreto, Amaral e Pereira (2017), algumas aplicações tecnológicas vão tornando o sistema logístico mais flexível e eficiente, facilitando a tomada de decisão e construindo uma cadeia de valor orientada a demanda. Algumas aplicações que são utilizadas são:

- *Enterprise Resource Planning – ERP* que são *softwares* responsáveis por integrar vários sistemas numa mesma plataforma;
- *Warehouse Management System – WMS* que são *softwares* responsáveis por gerenciar o armazenamento;

- *Transportation Management System – TMS* que são *softwares* para gerenciamento de transportes;
- *Intelligent Transportation System – ITS* que são sistemas, principalmente integrados a veículos que são capazes de otimizar a condução de forma autônoma.
- *Vehicular Ad-Hoc Networks – VANETs* que são redes de veículos inteligentes, abrangendo toda uma infraestrutura capaz de proporcionar a melhor performance na condução de determinado veículo.

Tem Hompel e Kerner (2015) salienta o surgimento de novas tecnologia trazem maior precisão, dada a possibilidade de especificidade na cadeia de valor, com o apoio a tomada de decisão, com informações úteis é possível saber exatamente o produto ou serviço que gera maior retorno com o menor esforço, e permitir estratégias para maior concentração desse esforço no que realmente promove o desenvolvimento da cadeia. O manuseio rígido de fluxo de materiais é contrário a evolução da Logística 4.0, que prega maior flexibilidade e maior personalização no atendimento ao cliente.

Em nível de estratégia, o que deve ser executada é a ação de dividir os problemas em tarefas e, indo mais além, dividir as tarefas em subtarefas, o que proporciona uma minimização da complexidade e uma otimização na resolução dos problemas independentemente da sua complexidade promovendo maior flexibilidade de como lidar com os desafios da inovação (Tem Hompel; Kerner, 2015).

Strandhagen et al. (2017) apresenta as principais tendências, baseadas na individualização e personalização de produtos e serviços, que são conceitos como *One to One*, entrega personalizada com drones e a servitização, que é o comércio orientado a serviços onde os fornecedores disponibilizam produto condicionados a assinaturas ou taxas de uso, simplificando o usuário paga pelo que usa, ao invés de despende de maior capital para aquisição do produto que provavelmente seria subutilizado, hoje com o apoio de algumas ferramentas tecnológicas como:

- IaaS = Servidores de hospedagem como serviço (infraestrutura);
- PaaS = Plataformas como serviços;
- SaaS = Softwares como serviço;
- Acessibilidade: acesso ao produto qualquer horas e qualquer lugar;
- Drones: entrega de produtos;
- Impressão 3D: o cliente produz o próprio produto;

- Previsibilidade: clientes conectados aos fabricantes por meio de sensores;
- Autonomia: M2M, máquina se comunicando com máquina em busca de seus objetivos, automação da produção e automação do transporte.

Quando trata-se de mudança, neste caso profunda, se refere a necessidade de reconsiderar conceitos básicos de logística e mudança de paradigma, que é a resposta que o mercado espera, dado o dinamismo ao qual avança, onde a cadeia de suprimentos exige cada vez mais, novos requisitos, alterando e em vezes substituindo os tradicionais, como mais flexibilização, adaptabilidade, proatividade e auto-organização. O que se observa, é que o foco na resolução de problemas trazem mudanças, porém tímidas e lentas, enquanto a implementação de tecnologia de inovação por muitas vezes ocasionam as grandes mudanças, que trazem grandes impactos, e surgem de repente (Wang, 2016).

Ainda segundo o trabalho de Wang (2016), a Logística 4.0 apresenta percentuais de redução de custo de cerca de 20% na cadeia de suprimentos, qualidade, manutenção e de cerca de 30% de redução nos custos com estoque. Totalmente disruptiva, estamos vivenciando a 4ª revolução que vem trazendo novos conceitos e quebrando paradigmas da logística tradicional e está baseada principalmente em conectividade e IoT&S acessível a todos e a qualquer momento e lugar.

A Logística 4.0 em um contexto de cadeia de valor, podem ocasionar grandes mudanças como:

- Alteração drástica do perfil de colaboradores;
- Mudança na dinâmica de armazenamento de todo o legado da cadeia de suprimentos, agora baseadas no *just-in-time and just-in-sequence* com o *Radio Frequency Identification – RFID* possibilitando o rastreamento de cada etapa do processo e a localidade de cada item e se já foi entregue, possíveis atrasos entre outras variadas funcionalidades, o que proporciona maior transparência do processo para o cliente o que contribui e retorna como valor percebido;
- Pagamento automático de pedágios;
- Coleta de dados rodoviários em tempo real;

- Conceito *Machine for Machine* – *M2M*, quando a comunicação ocorre entre máquinas e sistemas sem a interferência direta do homem (Barreto; Amaral; Pereira, 2017).

Bujak (2018) entende que estamos vivendo transformações rápidas, cujo a sua principal força motriz é a implementação dessa inovação tecnológica sob força da demanda. O uso da telemática, que se refere a comunicação à distância de dois ou mais equipamentos ou conjuntos de sistemas fornecido por uma rede de telecomunicação, somada a evolução da cadeia de materiais, com materiais inteligentes compostos por funcionalidades como a atuação térmica e hidrofóbica citada no trabalho de Glistau e Coello Machado (2018), proporciona as mudanças de paradigmas eminentes que estão ocorrendo na atualidade inclusive a necessidade de melhor observar seus impactos.

Em um contexto de evolução, é importante abordar mais alguns desafios e tendências da Logística 4.0, como a necessidade de ferramentas que permitam a prototipação de um sistema baseado na sustentabilidade, nos produtos bem-acabados e em um nível de serviço e qualidade adequados ao consumidor final. Tendências de uma maior individualização e flexibilização dos produtos, que poderão gerar uma maior demanda por transporte, onde a Logística 4.0 se posiciona como a chave para otimizar de forma integrada esse transporte a cadeia de valor, que será mais econômico e sustentável (Strandhagen et al., 2017).

A Logística 4.0 é sedenta por evolução, na verdade se trata do futuro ocorrendo agora e que logo será passado dada sua rapidez. Para sua concretização e validação, ainda precisamos evoluir muito em infraestrutura digital, precisamos de uma internet mais rápida, de maior cobertura sem fio, sensores mais precisos e potentes quanto a capacidade de armazenar dados e emitir sinais (Wang, 2016). Ten Hompel e Kerner (2015), observaram que mesmo antes de haver tecnologia que suportasse a Logística 4.0, já haviam previsões referente a este fenômeno, hoje uma realidade palpável, porém seu alcance ainda não é mensurável.

3.1 SOLUÇÕES

Data Mining e Machine Learning

Com base em novos conceitos de aplicação de *Data Mining e Machine Learning* é possível fazer o levantamento dos dados específicos em uma rede robusta de dados, traduzi-los

em informação adequada e, por último com o aprendizado de máquina, construir um cenário que permita ao gestor otimizar a tomada de decisão, como por exemplo, apontar as melhores rotas reduzindo tempo de espera de carga e descarga e tempo de transporte do produto, o que, conseqüentemente, pode reduzir a pegada de carbono deixada pela logística (Strandhagen et al., 2017).

Ainda para Strandhagen et al. (2017), ao se estabelecerem processos de coleta de dados e processá-los fornecendo informação útil para uma rede integrada de uma cadeia de valor, descentralizada e orientada a serviços de forma autônoma, será possível escolher as melhores ação para otimização da cadeia de valor de determinado produto.

Sustentabilidade

Em resposta à crescente demanda por produtos de origem sustentável, a Logística 4.0 se apresenta como provável solução para este gargalo, em sintonia com a Agenda 2030 da ONU para o Desenvolvimento Sustentável. Através da Logística 4.0 é possível melhorar os modelos de negócios atuais, os tornando mais flexíveis (Strandhagen et al., 2017).

Rakita et al. (2016) entende a dinâmica da Logística 4.0 como promotora da sustentabilidade, principalmente por mitigar os custos com armazenamento e a redução do desperdício de tempo e de produto ou serviço. Trata-se da evolução da cadeia de suprimentos para uma cadeia de demanda controlada pelo consumidor, baseada na possibilidade, dada a eficiência da troca de informação, de produzir apenas o que será consumido.

Strandhagen et al. (2017), em complemento ao entendimento de Rakita et al. (2016), apresenta a troca de informações adequadas em tempo real, promovida por produtos inteligentes, embalados por materiais inteligentes integrada a uma rede sendo os dados hospedados e acessados em servidores na nuvem, otimiza toda a cadeia de valor, por combater principalmente o efeito chicote, conhecido na logística como o interstício onde há sobra ou falta de suprimentos e matéria prima.

E como ferramenta de sustentabilidade, podemos observar que a Logística 4.0 traz consigo conceitos que atendem mais especificamente os Objetivos 09 – **Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar**

a inovação e 12 – Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas - ONU.

Alguns resultados referentes a sustentabilidade também são percebidos quanto a capacidade que a Logística 4.0 tem de impactar o desenvolvimento, abrangendo seus três prismas, o social, o econômico e o ambiental, e que, segundo Strandhagen et al. (2017) explana em seu trabalho, isso ocorre de forma integrada.

Exemplo: Ao mesmo tempo em que um pedido de medicamentos é feito em uma rede baseada em Logística 4.0, esse pedido é imediatamente transmitido às unidades produtivas envolvidas, que remeterão suas demandas simultaneamente aos fornecedores de insumos para então iniciar a produção. Todo o processo é executado independente da hora e dos locais de pedido e produção, pois toda a cadeia é autônoma e trabalha enquanto as pessoas descansam e esperam pela entrega do produto.

Uma produção sob demanda reduz o custo de armazenamento, o transporte inteligente reduz custos de tempo de espera do transportador, logo reduz a pegada de carbono além de prestar um serviço com maior transparência e qualidade com o foco no cliente proporcionando o aumento do valor percebido para o produto ou serviço. O resultado é a redução dos custos no âmbito econômico, redução da emissão de poluentes no âmbito ambiental e otimização da distribuição e acesso aos medicamentos no âmbito social.

Wrobel-Lachowska et al. (2018) vem corroborar com o tema trazendo o entendimento de que a entrada das TICs nos negócios, tem rompido barreiras em serviços antes exclusivos a pessoas de classe econômica média alta, que com a quebra de paradigma trouxe mais liberdade para as pessoas das classes médias e média baixas terem acesso a produtos e serviços diversos, relacionados a saúde, a lazer entre outros, promovendo impacto social positivo.

Strandhagen et al. (2017) complementa o entendimento de integralidade dos impactos na sustentabilidade da cadeia de valor, com a possibilidade de atender aos requisitos da Logística Verde e Sustentável com base na rastreabilidade da origem do produto comprovada. Por meio da digitalização é possível promover a individualização do produto e agilizar o fluxo de informações acerca da origem do produto, métricas para aumento da eficiência e a economia compartilhada onde a compra é substituída por algo como um aluguel, assinatura ou taxa de uso.

O modelo logístico 4.0 se propõe a converter os modelos de negócios, baseados no consumo de produtos, aquisição e compra de bens e serviços, em um modelo orientado aos serviços, onde o cliente assume o papel de projetista de seu produto ou serviço, de acordo com sua necessidade (Strandhagen et al., 2017).

A pressão sobre o trade logístico para que se adeque aos critérios dessa nova demanda, tem sido o grande impulsionador de toda uma mudança que em ambientes competitivos, as organizações se reinventam periodicamente na busca pela excelência, para sua sobrevivência, principalmente neste momento em que vivenciamos no mundo o advento do consumo sustentável, replicado pelas redes sociais e a internet (Strandhagen et al., 2017).

O papel do homem na Logística 4.0

A pesquisa apontou a atenção dos pesquisadores quanto ao papel do homem meio a este processo, onde Glistau e Coello Machado (2018) salienta a mudança necessárias das condições de trabalho, que complementa o entendimento de Ten Hompel e Kerner (2015), que afirma que o papel das pessoas dentro da logística deve ser repensada, a fim de capacitar as pessoas para as novas funcionalidade exercidas pelo homem na Logística 4.0, onde seu papel será parte integrante da rede virtualizada e orientada a missões ou tarefas, a princípio, tendo como principal função emitir as tarefas e objetivos que alimentaram os *Cybe Physical Sytems* - CPSs.

Barreto, Amaral e Pereira (2017) entendem que existe a preocupação, de que a tecnologia e a Logística 4.0 tenham como objetivo simplesmente substituir o agente humano por robôs e máquinas dentro da cadeia de valor, porém o objetivo não é este, mas sim o de evitar a imprecisão e tornar os processos mais rápidos baseado em uma logística integrada a produtos inteligentes e serviços inteligentes além de, segundo Oleskow-Szlapka (2018), otimizar a troca de informações em tempo real.

Uma revolução tecnológica, também traz necessidade de mudanças sociais que devem ser observadas cuidadosamente, pois seu impacto pode acarretar caos sociais e perder seu sentido de desenvolvimento onde o social faz parte do tripé de sustentabilidade. Observe que a maior parte dos trabalhos executivos serão delegados a softwares, enquanto parte dos trabalhos operários serão designados aos robôs e máquinas, normalmente impactando mais os trabalhadores mais maduros e idosos que possuem maior dificuldade de se adequarem diante

de inovações tecnológicas (Wrobel-Lachowska et al., 2018). Nos galpões de armazenamento já existem robôs fazendo o gerenciamento e o carregamento dos produtos mantendo todo o serviço e apresentando excelentes resultados, ou seja, uma tendência já validada (Strandhagen et al., 2017).

Com o consenso de que nunca o homem será substituído na sua totalidade por máquinas na indústria, é evidente a necessidade de capacitar o trabalhador para atuar em uma nova realidade de modelo de negócio que está em evolução (Schmidtke et al., 2018). O foco nos profissionais da logística será primordial para o bom desenvolvimento e amadurecimento da cadeia de valor na implementação da Logística 4.0, que exigirá alta qualificação e requisitos específicos da área de negócio na educação escolar (Wrobel-Lachowska; Polak-Sopinska; Wisniewski, 2017).

Quanto ao processo de implantação da Logística 4.0, Oleskow-Szlapka (2018), apresenta o Nível de Maturidade como uma ferramenta ou mecanismo norteador para estabelecer etapas, metas e a direção para a melhor transição da Logística Tradicional para a Logística 4.0. Essa ferramenta está baseada em regras de evolução com foco na qualidade dos serviços entregues ao cliente, onde é possível avaliar o nível em que se encontra determinado sistema logístico e determinar o nível ao qual deseja ser alcançado, além de determinar também o período estimado para execução das melhorias necessárias para a evolução do sistema.

Em uma realidade onde é cada vez mais difícil atender a expectativa da demanda, que busca cada vez mais por produtos individualizados e baseados em sustentabilidade e consumo consciente, processos de melhorias na qualidade dos serviços são necessários e o nível de maturidade foca e combate essa deficiência (Oleskow-Szlapka, 2018).

Internet of Things - IoT

Para Sacomano et al. (2018) a *IoT* consiste na conexão de objetos à internet de forma que possa executar sua função por meio de comandos remotamente através de outro dispositivo conectado a internet. A possibilidade das coisas e objetos se comunicarem entre si, permitindo por exemplo que um sensor possa informar remotamente a um computador as condições de determinado produto em tempo real, abre precedentes para essa nova era da logística.

Ainda Sacomano et al. (2018) aponta os principais fatores limitantes desta tecnologia:

- **Tecnologia:** O preços dos hardwares devem continuar caindo para possibilitar a aplicação da *IoT* em massa;

- **Interoperabilidade:** Deve-se definir padrões que permitam que os equipamentos se comuniquem entre si sem problemas por serem de fabricantes distintos;
- **Privacidade e Confidencialidade:** A proteção dos dados gerados é uma prioridade, que deve evoluir;
- **Segurança:** Os aparelhos conectados a rede se tornam brechas para possíveis acessos não autorizados;
- **Propriedade Intelectual:** Não se tem bem claro de quem serão os dados gerados pela rede;
- **Organização e Talento:** Será necessário um grande esforço para que as organizações se adequem ao novo modelos, bem como os seus colaboradores;
- **Políticas Públicas:** Quem será o responsável por prováveis danos, como por exemplo o causado por carros autônomos.

3.2 CYBER PHYSICAL SYSTEM - CPS

Este conceito representa a implementação da estrutura em dois níveis ou camadas, sendo a primeira, a camada física onde as coisas operam no mundo real e a segunda é a camada virtual, onde as coisas são representadas e controladas. Trata-se então da representação do ambiente físico como a planta de uma agroindústria, em um ambiente virtual com o objetivo de controlar e monitorar as coisas em tempo real (Sacomano et al., 2018).

A Logística 4.0 depende de infraestrutura por estar baseada em *Cyber Physical Systems* – CPS, ou seja, depende da virtualização do ambiente real, levar o mundo físico para o mundo virtual. Para sua implementação são necessárias algumas melhorias na infraestrutura existente, para que seja possível atingir a sua melhor performance por ser dependente de uma internet sem fio com velocidade e cobertura adequadas, que permita equipamentos, máquinas e robôs se comunicarem sem restrição. A disponibilidade de serviços como armazenamento em nuvem com acesso dinâmico e em tempo real para o processamento de dados baseados em conceitos de *Big Data and Data Mining* a fim de prover informação adequada ao apoio a tomada de decisão do gestor (Wang, 2016).

Segundo Rakyta et al. (2016) algumas tecnologias aplicadas atualmente na Logística 4.0 tem demonstrado maior eficiência, sendo elas:

- *Laser Guide Vehicles – LGV* que são veículos como empilhadeiras, por exemplo, com sistemas de laser para navegação, eliminando a necessidade de condutor;
- *Automation Guide Vehicles – AGV* que são veículos como carrinhos de transporte de cargas, com função automática de levar e trazer coisas, porém diferente do *LGV* apesar de não precisar de condutor, este necessita de ajuda como trilhos para guiar sua locomoção;
- Sistemas de Esteiras de Classificação Inteligentes que conduzem as mercadorias, as classificam e as embalam automaticamente;
- *Automated Storage and Retrieval Systems – AS/RS* quando toda a infraestrutura de armazenamento é automatizada, por robôs, *LGVs*, *AGVs* e esteiras inteligentes;
- *Voice-Directed Warehouse – VDW* é um sistemas integrados aos armazéns que atendem a comandos de voz para executar suas tarefas.

Wrobel-Lachowska et al. (2018) complementa lembrando que também são partes desta história de inovação a Nanotecnologia, o RFID, as Redes Cibernéticas, Dispositivos, Produtos e Embalagens e Materiais Inteligentes.

Para o futuro, espera-se o surgimento de redes globais de serviços, baseada na incorporação das máquinas e dos sistemas em ambientes CPS, onde o mundo real é virtualizado, e as trocas de informações ocorrem em tempo real, permitindo otimizar a cadeia de valor, em conjunto a disponibilização de produtos inteligentes e manufatura em nuvem, em resumo, será a era dos negócios puramente digitais (Strandhagen et al., 2017).

Para que esta transformação se efetive de forma genérica existem pré-requisitos, a necessidade de uma infraestrutura inteligente é essencial para o estabelecimento de uma zona logística 4.0. Para tanto são necessários avanços nas principais tecnologias básicas para sua implementação como uma rede sem fio de internet, RFID, materiais inteligentes, sensores e qualificação da mão de obra. Após esta estruturação, a redução das áreas de sombra de internet onde não há conexão, e a qualificação da mão de obra, os sistemas devem ser integrados a um CPS, onde permitirá ao objeto, seja produto ou serviço, se tornar o sujeito da cadeia de valor, capaz de executar de maneira pró ativa as ações autônomas que permitam o alcance de seu objetivo, que foi baseado em uma tarefa recebida por um agente seja humano ou outra máquina ou sistema. O conjunto de vários objetos forma a zona logística 4.0, conectada, autônoma e

flexível, orientada a serviço, baseada em uma cadeia de produção sob demanda, atendendo a principal tendência para os novos modelos de negócios (Schmidtke et al., 2018).

4 METODOLOGIA

A metodologia neste trabalho consiste de uma pesquisa bibliográfica em bases de dados e mídia especializadas. As principais bases utilizadas foram a Emerald Insight, IEEE Xplore, Scielo, Science Direct, Scopus e Web of Science, além de buscas no Google Scholar.

Após a leitura do material, foram divididos e filtrado de acordo com sua relevância sendo utilizados apenas os artigos que tratam diretamente do tema, para a construção deste texto, sendo exposto os principais insights de seus autores.

5 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Dada a quantidade de trabalhos publicados sobre o tema, fica evidente a necessidade de fomentar a pesquisa, grande dificuldade para realizar este trabalho, se dá por ainda estarmos iniciando os trabalhos acerca deste novo modelo de Logística. Utilizando o descritor “*Logistics 4.0*” para pesquisa nas principais bases de artigos científicos os resultados foram:

Tabela 1: Quantidade de Artigos Publicados por Base de Pesquisa.

Bases de Artigos	Quantidade de Artigos				
	Apresentados	Repetidos	Não Acessados	Não Citados	Citados
Emerald Insight	0	0	0	0	0
IEEE Xplore	3	0	0	1	2
Scielo	0	0	0	0	0
Science Direct	9	0	0	8	1
Scopus	21	2	7	5	7
Web of Science	9	3	4	0	2
Total	42	5	11	14	12

Fonte: Próprio Autor (2019).

Na Tabela 1, pode-se observar a quantidade de artigos publicados em cada base de dados, com a pesquisa pelo descritor “*Logistics 4.0*”. Ao tentar a mesma busca com o descritor traduzido “*Logística 4.0*”, não houve retorno de artigos. Na primeira coluna estão apresentadas

as bases pesquisadas, que foram escolhidas por atenderem e publicarem sobre o escopo da tecnologia ou da multidisciplinariedade. Na segunda coluna temos a quantidade de artigos encontrados por base, na terceira coluna as redundâncias de artigos que apareceram em uma ou mais Bases. Na quarta coluna, “NÃO ACESSADOS”, foram os artigos que não foram encontrados, por indisponibilidade ou por serem restritos a assinantes. “NÃO CITADOS”, a quinta coluna, nos mostra a quantidade de artigos que apesar de citarem a Logística 4.0 não a discutem de forma principal, enquanto a sexta e última coluna, compreende a quantidade de artigos, sobre o descritor, que foram utilizados para produção deste trabalho.

A tabela 2 apresenta a quantidade de artigos publicados por País.

Tabela 2: Quantidade de Artigos Publicados por País

País	Quantidade de Artigos
Cuba	1
Germany	4
Normay	2
Poland	4
Portugal	1
Serbia	1
Slovakia	1

Fonte: Próprio Autor (2019).

Obs: Alguns artigos compreendem autores de mais de um país.

Na Tabela 2 pode-se observar a publicação conforme o país de seus autores, com maior destaque para a Polônia e para a Alemanha com 4 artigos cada, seguido da Noruega com 2 e Cuba, Portugal, Sérvia e Eslováquia com 1 cada. Pelo fato de uma das primeiras vezes que foi citada a Indústria 4.0 ter sido na Alemanha e o seu destaque na publicação deste novo tema, pode-se entender que a Alemanha juntamente com a Polônia estão à frente das pesquisas na área, porém sem grandes distâncias aos demais, afinal todos estão iniciando quanto ao tema em formação ainda da sua real definição.

5 CONCLUSÕES

Como qualquer seguimento, a necessidade de evoluir também está presente na Logística, principalmente no que se refere a pesquisa e inovação. No Brasil ainda estão no começo as pesquisas relacionadas à inovação na logística, havendo a necessidade de uma provocação ou um ponta pé inicial, para que se vislumbre a criação de grupos de trabalho e

pesquisa para se discutir a Logística 4.0.

Este trabalho traz algumas indagações e os direcionamentos em que tem tomado as pesquisas relacionadas acerca do tema Logística 4.0. As tentativas de definição ainda um pouco dispersas entre os autores e as preocupações quanto a velocidade em que a demanda espera por uma resposta da cadeia de valor bem à frente da capacidade viabilizada pela infraestrutura disponível para que esse novo modelo de negócio ganhe o mercado. Além do estudo direcionado às tecnologias aplicadas, principalmente relacionadas ao conceito de *IoT&S* e o novo perfil de profissional necessário ao atendimento deste mercado, representam o começo de uma jornada.

Pode-se definir portanto, a princípio, a Logística 4.0 como todo o relacionamento autônomo necessário para o consumo e o adequado descarte de um produto ou serviço com o foco na sustentabilidade. Com as mudanças previstas e algumas imensuráveis ainda, a Logística está se tornando mais abrangente e profunda, sendo responsável pela gestão e melhoria da eficiência de micro processos dentro da cadeia de valor. Os relacionamentos da qual essa cadeia depende, seja um pedido de um minério, ou a próprio extração deste minério, ou ainda mais profunda se depender da separação ou manipulação de partículas, ali está a Logística que sendo autônoma e conectada, há então a presença da Logística 4.0.

A Logística 4.0 é algo inevitável, cabem aos modelos de negócios se adequarem para sobreviverem, com o seu foco no cliente, porém de forma mais abrangente também, onde o cliente está inserido em uma dinâmica, em se valoriza a sustentabilidade que prevê a ações de evolução positivas em três grandes áreas, a Econômica, a Social e a Ambiental.

REFERÊNCIAS

BARRETO, L.; AMARAL, A.; PEREIRA, T. Industry 4.0 implications in logistics: an overview. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1245–1252, 2017.

BUJAK, A. The Development of Telematics in the Context of the Concepts of “Industry 4.0” and “Logistics 4.0”. [s.l.] **Springer International Publishing**, v. 897, 2018.

FREITAS, H. et al. O Método de Pesquisa Survey. **Revista de Administração**, São Paulo v.35, n.3, p.105-112, julho/setembro 2000.

GLISTAU, E.; COELLO MACHADO, N. I. Industry 4.0, Logistics 4.0 and Materials - Chances and Solutions. **Materials Science Forum**, v. 919, p. 307–314, 2018.

OLESKOW-SZLAPKA, J. The Framework of Logistics 4.0 Maturity Model. **Spring Nature Switzerland**, n. 835, p. 771-781, 2019.

RAKYTA, M. et al. Proactive approach to smart maintenance and logistics as a auxiliary and service processes in a company. **Journal of Applied Engineering Science**, v. 14, n. 4, p. 433–442, 2016.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências Sociais. In: BEUREN, I. M. (Org.). **Como elaborar trabalhos monográficos em...** São Paulo: Atlas, p. 76-97, 2009.

REIS, J. G. M. et al. **Qualidade em Redes de Suprimentos: A Qualidade Aplicada ao Supply Chain Management**. São Paulo: Atlas, 2015.

SACOMANO, J. B. et al. **Indústria 4.0 Conceitos e Fundamentos**. São Paulo: Blucher, 2018.

SCHMIDTKE, N. et al. Technical potentials and challenges within internal logistics 4.0. Proceedings - GOL 2018: **4th IEEE International Conference on Logistics Operations Management**, p. 1–10, 2018.

STRANDHAGEN, J. O. et al. Logistics 4.0 and emerging sustainable business models. **Advances in Manufacturing**, v. 5, n. 4, p. 359–369, 2017.

TEN HOMPEL, M.; KERNER, S. Logistik 4.0: Die Vision vom Internet der autonomen Dinge. **Informatik-Spektrum**, v. 38, n. 3, p. 176–182, 2015.

TIMM, I. J.; LORIG, F. Logistics 4.0-A challenge for simulation. **Proceedings - Winter Simulation Conference**, v. 2016–Febru, p. 3118–3119, 2016.

WANG, K. Logistics 4.0 Solution. **International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation**, v. 13, n. 2, p. 7, 2016.

WROBEL-LACHOWSKA, M. et al. ICT in Logistics as a Challenge for Mature Workers. Knowledge Management Role in Information Society. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 605, p. VII–VIII, 2018.

WROBEL-LACHOWSKA, M.; POLAK-SOPINSKA, A.; WISNIEWSKI, Z. Challenges for Logistics Education in Industry 4.0. [s.l.] **Springer International Publishing**, v. 596, 2017.