



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina



AS MUDANÇAS TECNOLÓGICAS DA INDÚSTRIA DA QUARTA GERAÇÃO NO SETOR DE LOGÍSTICA

Londrina

2021

LAERTE DIAS DA SILVA JUNIOR

**AS MUDANÇAS TECNOLÓGICAS DA INDÚSTRIA DA QUARTA GERAÇÃO NO
SETOR DE LOGÍSTICA**

Projeto de pesquisa apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do câmpus Londrina

Orientador: Prof. Dr. Rogério Tondato

Londrina

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

AS MUDANÇAS TECNOLÓGICAS DA INDÚSTRIA DA QUARTA GERAÇÃO NO SETOR DE LOGÍSTICA

Por

Laerte Dias da Silva Junior

Monografia apresentada às 16 horas 15 min. do dia 13 de maio de 2021 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Eduardo José Pitelli	Membro
Prof. Dr. Bruno Samways dos Santos	Membro
Prof. Dr. Rogério Tondato	Orientador
Profa. Dra. Silvana Rodrigues Quintilhano	Professor(a) responsável TCCII



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) BRUNO SAMWAYS DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em (at) 13/05/2021, às 17:43, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) SILVANA RODRIGUES QUINTILHANO TON DATO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em (at) 14/05/2021, às 17:21, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) ROGERIO TONDATO, PROFESSOR(A) ORIENTADOR(A), em (at) 14/05/2021, às 17:24, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) EDUARDO JOSE PITELLI, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em (at) 14/05/2021, às 19:50, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site (The authenticity of this document can be checked on the website) https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_documento_externo=0, informando o código verificador (informing the verification code) 2028251 e o código CRC (and the CRC code) CBF37A2B.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade e experiência de ter cursado Engenharia de Produção na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, na qual fiz muitas amizades e construí tantas memórias maravilhosas na cidade de Londrina.

Aos meus pais pelo suporte durante estes anos vivendo em outra cidade, onde a distância nos aproximou e me fez enxergar o importante papel dos pais na construção da educação dos filhos. E as minhas irmãs Carla e Camila, que sempre me incentivou e apoiou nos momentos em que me vi perdido, elas me auxiliaram com palavras de carinho.

Aos professores do curso de Engenharia de Produção que durante estes anos proporcionaram um ensino de qualidade, com carinho e respeito pelos alunos. Se prontificando sempre a sanar as dúvidas geradas em sala de aula e também durante o estágio obrigatório. Em especial aos professores Rogerio Tondato, Silvana Quintilhano e Edilson Giffhorn.

RESUMO

O mundo está vivenciando a transição da terceira geração para a indústria de quarta geração, onde essa indústria é caracterizada pelos incríveis avanços da tecnologia da informação ao longo de toda cadeia de suprimentos. Desta forma, as empresas estão se transformando e incorporando estas tecnologias da indústria 4.0 em seus produtos e serviços, buscando alcançar o objetivo da vantagem competitiva por meio da redução de custos e da agregação de valor, a estratégia é introduzir a tecnologia da informação para auxiliar o gerenciamento logístico a alcançar o objetivo logístico. Neste sentido, o objetivo dessa pesquisa será analisar quais são as tecnologias que estão sendo utilizadas pelas empresas para melhorar a eficiência das operações logísticas, reduzindo seu custo e proporcionando melhor qualidade de atendimento para o cliente.

Palavra-chave: Indústria 4.0; Logística 4.0; Tecnologia da Informação; Cadeia de Suprimentos.

ABSTRACT

The world is experiencing the transition from the third generation to the fourth generation industry, where this industry is characterized by incredible advances in information technology across the entire supply chain. In this way, companies are transforming and incorporating these technologies from industry 4.0 in their products and services, seeking to achieve the objective of competitive advantage through cost reduction and added value, the strategy is to introduce information technology to assist the logistical management to achieve the logistical objective. In this sense, the objective of this research will be to analyze which are the technologies are being used by companies to improve their efficiency in logistics operations, reducing their cost and providing better quality of service to the customer

Keys-words: Industry 4.0; Logistic 4.0; Information Technology; Supply Chain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos formadores da Indústria 4.0	13
Figura 2. Tecnologias que estão transformando a produção industrial	15
Figura 3 - Braço robótico Pollux	16
Figura 4 - Fluxo de informações TMS	21
Figura 5 - Constelação de satélites ao redor da terra	22
Figura 6 - Modelo Tesla Semi.	26
Figura 7 - Período de pesquisas do tema "drone" na Web	26
Figura 8 - Modelo de taça desenvolvido pelo designer Maurício Klabin em 1998.....	30
Figura 9 – Quadro das funções do WMS	33
Figura 10 - Sistema conectado pelo JDLink™ da John Deere	39
Figura 11 - Robôs autônomos Amazon.....	40
Figura 12 - Sistema INSTANT	41

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
LISTA DE FIGURAS	7
SUMÁRIO	8
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	10
1.2 JUSTIFICATIVA	11
2 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	12
3 INDÚSTRIA 4.0.....	13
3.1 Robôs autônomos	15
3.2 Manufatura aditiva e híbrida	16
3.3 Realidade aumentada	17
3.4 Integração horizontal e vertical dos sistemas.....	17
3.5 Internet das coisas	17
4 Big Data & Analytics	18
4.1 Computação em Nuvem.....	18
4.2 Segurança Cibernética	18
4.3 Simulação virtual	19
5 Logística 4.0.....	20
5.1 Sistemas de gerenciamento de transporte	20
5.2 Sistema – Global Position Systems - GPS	22
5.3 Veículos autônomos com inteligência artificial	24
5.4 Entregas com drones	26
5.5 Software WMS (sistema de gerenciamento de armazém)	32
5.6 SRM (gestão de relacionamento com fornecedores)	35
6 DISCUSSÕES E RESULTADOS	38
7 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O mundo nos últimos séculos vem passando por evoluções tecnológicas. O primeiro período da Revolução Industrial teve início entre os anos de 1780 e 1860 na Inglaterra, com a utilização de máquinas a vapor nas fábricas e como fonte de energia o carvão e o ferro como matéria-prima. Ainda na Inglaterra entre os anos de 1850 e 1914 deu-se início à Segunda Revolução Industrial, foi o período da grande mudança da indústria devido à Segunda Guerra Mundial, com o aprimoramento das técnicas existentes e substituição do carvão pela eletricidade e o petróleo como fonte de energia, e a descoberta do processo de fabricação do aço industrializado.

A Terceira Revolução Industrial teve início na década de 60, conhecida como a revolução digital, com a utilização da tecnologia em todas as fases da produção. Atualmente o mundo está vivenciando a transição da terceira geração para a indústria de quarta geração, onde essa indústria é caracterizada pelos incríveis avanços da tecnologia da informação ao longo de toda cadeia de suprimentos.

Buscando aumentar a produtividade de suas empresas e se tornar ainda mais uma nação competitiva, a Alemanha iniciou o processo de incentivo à produção de novas tecnologias. Em 2011, na Feira de Hannover nasce um novo conceito de produção, a indústria 4.0. De acordo com a chanceler da Alemanha, Angela Merkel, a indústria 4.0 pode ser definida como a “transformação completa de toda esfera da produção industrial através da fusão da tecnologia digital e da internet com a indústria convencional” (GOMES, 2016).

É uma nova era da produção e distribuição de bens, conhecer as evoluções e tecnologias da indústria de quarta geração (ou indústria 4.0), proporciona aos profissionais da área logística a oportunidade de melhorar seus processos e equipamentos. Dado que a logística é a atividade de alto custo, os executivos continuarão a procurar por reduções de custo e aumento de produtividade nesta área (BALLOU, 1992).

A estratégia é introduzir a tecnologia da informação para auxiliar o gerenciamento logístico a alcançar o objetivo da vantagem competitiva através da redução de custos e da agregação de valor.

Esta pesquisa busca identificar as tecnologias e sistemas utilizados na área de logística desta nova indústria de quarta geração.

O percurso metodológico escolhido foi a análise bibliográfica. Com a pesquisa de artigos, teses, publicações em revistas e livros, que focaram nas tecnologias que auxiliam as empresas na área de logística.

A tendência do mercado está mudando, as empresas buscam a integração de suas áreas por meio da conectividade de máquinas, sistemas e produtos ao longo de toda cadeia de suprimentos. Esta integração coloca a logística como plano estratégico da companhia em que a produção e distribuição estão unificadas pela internet das coisas (*Internet of Things* - IoT), sensores, inteligência artificial, estrutura em nuvem e nanotecnologia.

Esta é uma nova era, a quarta revolução industrial, em que as organizações estão se atualizando e tornando-se competitivas em escala global. Observando esta mudança que a indústria da quarta geração ou como é conhecida a indústria 4.0 está provocando nas organizações é que se faz necessário observar quais os impactos no setor de logística, quais os desafios e oportunidades estão presentes na nova era da logística 4.0.

Como a *Jungheinrich*, uma empresa Alemã direcionada para soluções tecnológicas no setor de logística e pioneira na produção de empilhadeiras elétricas, utilizando baterias de lítio desde 2011, chega ao Brasil com a proposta de oferecer alto grau de automatização e conectividade, proporcionando as empresas brasileiras um aumento de performance, redução de custos e segurança dos operadores (ABRALOG, 2021).

Neste cenário de integração das pessoas, máquinas e armazéns, quais os recursos tecnológicos disponíveis que auxiliam as empresas a alcançar os objetivos estratégicos de redução de custo, aumento da eficiência e produtividade dos processos logísticos, segurança dos operadores?

1.1 OBJETIVOS

Identificar as tecnologias disponíveis da indústria de quarta geração que possam ser úteis para aplicação na área de logística para a redução do custo e melhorar a qualidade do atendimento ao cliente.

Como objetivos específicos tem-se:

- Identificar quais são as tecnologias utilizadas na indústria 4.0, explanando brevemente sobre sua aplicação;

- Realizar a análise bibliográfica sobre o assunto indústria 4.0 na área de logística;
- Discutir as tecnologias encontradas para aplicação da indústria 4.0 na área de logística.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo TABOADA (2002):

“A logística deixou de ser considerada apenas uma abordagem operacional e passou a ser uma abordagem estratégica, gerando o interesse das organizações pelo assunto. Isso se deve aos resultados e à complexidade da economia moderna, representada pelo rápido desenvolvimento da tecnologia da informação e pela crescente demanda para fazer a ponte entre a compra e a entrega de bens e serviços, impondo desafios às empresas brasileiras e exigindo constante reposicionamento empresarial (FARAH JÚNIOR, 2002).”

A Logística 4.0 propõe um ciclo logístico totalmente novo, alcançando conectividade plena, trazendo benefícios em termos de eficiência, agilidade, redução de custos e disponibilidade de informações, permitindo uma melhor tomada de decisão com base em dados, para que do fornecedor ao cliente final, todos os colaboradores se beneficiem, além de ser competitivo no mercado global. Para se destacar no novo mercado, é necessário investir em novos recursos técnicos e aplicar uma gestão inteligente de estoque para evitar perdas por grandes volumes de armazenamento. Para desenvolver este conceito, é necessário conectar toda cadeia logística, utilizar os meios digitais propostos pela indústria 4.0 para criar um padrão único para cada empresa, formar uma rede aberta, eficiente e sustentável, e garantir a interligação e participação de todo pessoal, compartilhando dados e tecnologia para realizar as operações.

Devido à grande disseminação e importância do assunto indústria 4.0, justifica-se essa pesquisa para conectar as oportunidades e tecnologias desta nova indústria que possam ser aplicadas no setor de logística e exploradas por alunos, pesquisadores e profissionais da área.

2 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Quanto à natureza da pesquisa, ela é qualitativa pois serão realizadas discussões a partir de literatura, revisões bibliográficas e abordagens conceituais. Segundo Godoy (1995, p. 58), descreve a pesquisa qualitativa como:

A obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo.

Quanto aos objetivos da pesquisa, se trata de uma pesquisa exploratória, pois proporciona maiores informações sobre o assunto que será investigado, propiciando melhores condições para delimitação do tema da pesquisa com base no problema proposto. Segundo Gil (2008, p. 27), descreve a pesquisa exploratória como:

Objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou descoberta de intuições.

Quanto ao método de pesquisa será utilizado o método teórico / conceitual, pois será realizado uma análise bibliográfica, com levantamento de informações relevantes ao problema. De acordo com o Berto *et al.* (1999), descreve o método teórico / conceitual como discussões conceituais a partir da literatura, revisões bibliográficas, modelagens conceituais, baseadas na percepção e experiências do autor.

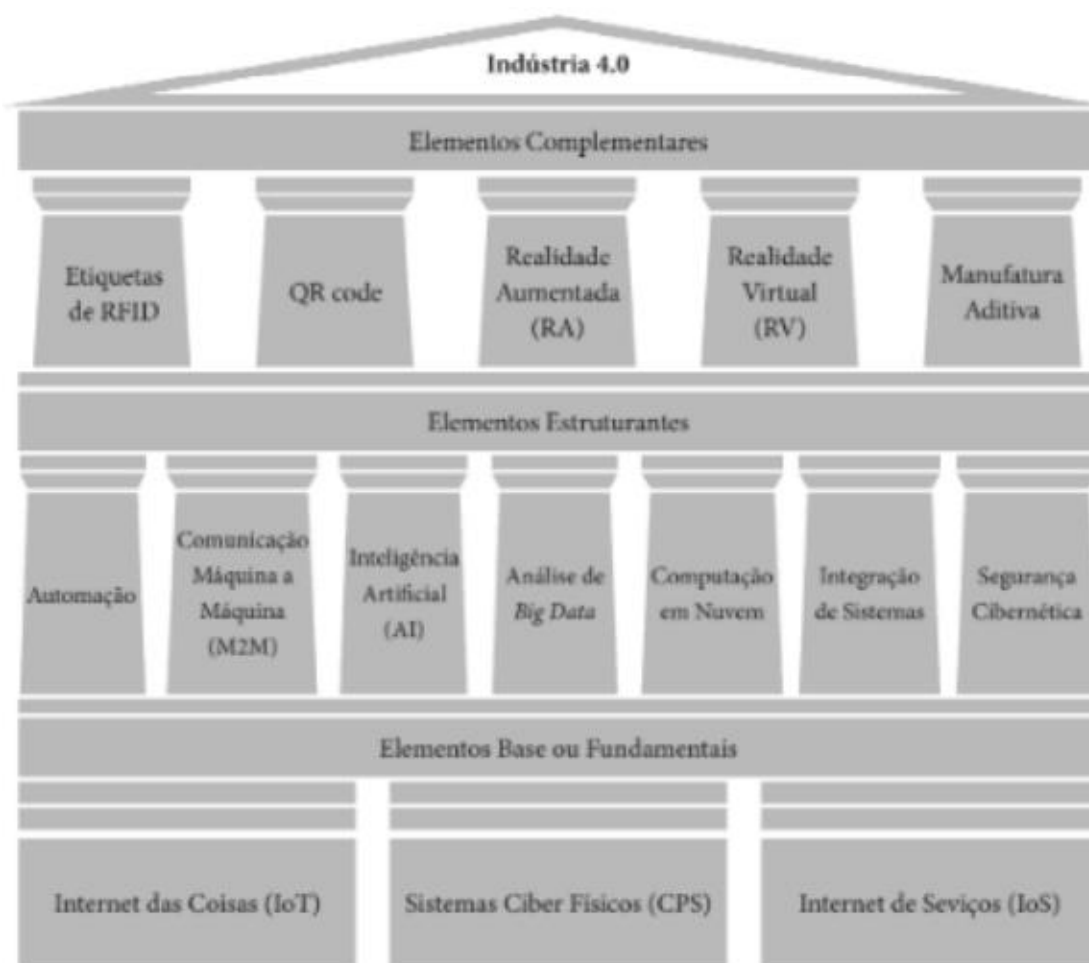
Metodologicamente esta pesquisa se dividirá em três etapas.

A primeira etapa propõe uma revisão do que será abordado no trabalho. A segunda etapa deste trabalho irá realizar uma busca exploratória das tecnologias utilizadas por indústrias pioneiras na indústria 4.0 na área de logística. A terceira etapa mostra quais tecnologias na indústria 4.0 estão disponíveis para aplicação na área de logística.

3 INDÚSTRIA 4.0

Sacomano *et al.* (2018) propõem uma classificação não-definitiva dos elementos que formam a Indústria 4.0, as tecnologias emergentes são divididas nas categorias: elementos base ou fundamentais, que representam a base tecnológica fundamental sobre a qual se baseia o conceito de Indústria 4.0, sem os quais não poderia existir (Figura 1).

Figura 1 - Elementos formadores da Indústria 4.0



Fonte: Sacomano *et al.* (2018)

Dados apresentados na *European Parliament Research Service* (2015), a indústria 4.0 terá um papel importante nas economias mundiais, fornecendo entre 6% a 8% de ganhos anuais de eficiência de fabricação.

A conectividade entre todos os setores e a automação dos processos da indústria permite uma produção e tomada de decisão mais eficiente e assertiva, com

menos desperdícios durante o processo, maiores níveis de qualidade, transmissão rápida e em tempo real de dados sobre o produto, maior flexibilidade na alteração de produção, permitindo que novos testes sobre produtos sejam realizados evitando impactar a produção como um todo.

Para isto, segundo Hermann, Pentek & Otto (2015), existem quatro componentes que sustentam esta nova indústria:

I. *Cyber Physical Systems* – CPS (Sistemas Cyber-Físicos)

Cyber Physical Systems são sistemas que incorporam toda uma rede de comunicação, com computadores embutidos e processos físicos que interagem entre si. Segundo Gomes (2016), são sistemas que permitem a fusão dos mundos físico e virtual, através de computadores embarcados e redes que controlam os processos físicos gerando respostas instantâneas.

II. Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT)

O termo Internet das Coisas, está relacionado aos objetos físicos e virtuais que estão conectados à internet. De acordo com Gomes (2016), é uma rede de objetos físicos, sistemas, plataformas e aplicativos com tecnologia embarcada para comunicar, sentir ou interagir com ambientes internos e externos.

III. Internet de Serviços (*Internet of Services* – IoS)

Internet of Services é uma evolução da Internet das Coisas, permitindo que por meio da combinação das duas, crie-se valor por meio da venda de produtos e serviços na internet. Segundo Gomes (2016, p:11):

Quando a rede da IoT funciona perfeitamente, os dados processados e analisados em conjunto fornecerão um novo patamar de agregação de valor. Novos serviços serão introduzidos ou existentes serão melhorados; a oferta por diferentes fornecedores e diversos canais produzirão uma nova dinâmica de distribuição e valor. Quando integrados, serão mais fáceis e simples de serem entendidos, já que a experiência como um todo se torna mais tangível. Quando isolados, serão mais complexos e mais difíceis de serem realizados. Presume-se que, com o desenvolvimento da Indústria 4.0 este conceito será expandido de uma única fábrica para toda a sua rede de produção e consumo.

IV. Fábricas Inteligentes (*Smart Factories*)

A Fábrica Inteligente é sem dúvida o componente mais importante da indústria 4.0. Segundo Burke et al. (2017), as *smart factories* são sistemas flexíveis que podem auto otimizar seu desempenho, auto adaptar-se, aprender com novas condições em tempo real, e executar, de forma autônoma, processos inteiros de produção.

Esta nova indústria tem como base nove avanços tecnológicos que serão discutidos a seguir, de acordo com o relatório (*Boston Consulting Group, 2015*) formulado pelo BCG, os 9 (nove) pilares da indústria 4.0.

A Figura 2 mostra os 9 (nove) pilares da indústria 4.0.

Figura 2. Tecnologias que estão transformando a produção industrial



Fonte: Boston Group Consulting (2015)

3.1 Robôs autônomos

A indústria 4.0 está proporcionando as empresas a oportunidade de aplicação de robôs autônomos ou colaborativos, visto que sua aplicação vem aumentando com os anos, segundo Cedric Craze, diretor da empresa *Pollux*, a aplicação robótica no

Brasil é de 10 robôs para cada 10.000 colaboradores, enquanto que em países desenvolvidos como Coreia do Sul e Japão esta relação passa para 350 a 450 robôs para cada 10.000 colaboradores (Figura 3). Estes robôs estão sendo cada vez mais utilizados dentro da indústria, a sua utilização no chão de fábrica proporciona a empresa uma maior segurança para o colaborador, qualidade, eficiência, precisão e produtividade no final do processo (PEDERNEIRAS, 2019).

Sua aplicação está presente em indústrias farmacêuticas, automotivas, moveleiras, aeronáuticas, dentre outras. Por realizarem tarefas de risco ou repetitivas, proporcionam aos empregadores a oportunidade de focar na melhoria das habilidades de seus empregados, diversificando seus conhecimentos.

Figura 3 - Braço robótico Pollux



Fonte: Industria 4.0 (industria40.ind.br)

3.2 Manufatura aditiva e híbrida

A manufatura aditiva e híbrida, também conhecido como processo de impressão 3-D, é uma das tecnologias com maior potencial de expansão em escala global. De acordo com o *EUROPEAN COMMISSION (2016)* ela irá impulsionar a transição da produção em massa para a personalização em massa em vários setores líderes.

Refere-se a um grupo de tecnologias, dentre as quais destaca-se a *3D printing*, que cria produtos através da adição de materiais camada a camada em vez de processos de usinagem (subtração) (COTTELEER, 2014).

No ambiente industrial a utilização de impressoras 3-D melhora a logística, reduzindo os inventários, visto que a produção do item é imediata. No entanto, há desafios a serem vencidos, como a questão da disponibilidade de material devido à

sua limitação para esta aplicação, o alto custo para utilização em produções em massa e a restrição no tamanho dos componentes a serem impressos (DELOITTE, 2015).

Com a indústria 4.0, esses métodos de fabricação de aditivos serão amplamente utilizados para produzir pequenos lotes de produtos personalizados que ofereçam vantagens de construção, com *designs* complexos e leves (BCG, 2015), permitindo que as pessoas utilizem da impressão 3-D em suas casas para imprimir um produto que ela mesma desenvolveu ou que seja fruto de uma compra, proporcionando o encurtamento da distância entre empresa e cliente.

3.3 Realidade aumentada

A realidade aumentada é capaz de suportar uma grande variedade de aplicações, como indicar o local correto em que se deve realizar uma inspeção de rotina, itens em armazéns, informações de indicadores em tempo real, posicionamento de um item para montagem ou treinamentos de segurança para o operador. A simulação virtual é uma tecnologia importante para a indústria 4.0, segundo o relatório da BCG, trabalhadores poderão receber instruções para reparos em tempo real, já que observarão o sistema real que necessita de reparo. Outro apresentado como exemplo é o software “*Comos*” desenvolvido pela Siemens, um módulo para treinamentos de operadores em um ambiente 3D realístico para treinar os colaboradores da fábrica em casos de emergência (BCG, 2015).

3.4 Integração horizontal e vertical dos sistemas

Atualmente nas empresas o nível de integração é modesto, não obstante pelo fato de estarmos conhecendo os benefícios e desafios do novo modelo de indústria. Com a Indústria 4.0, as empresas, departamentos, funções e capacidades tornar-se-ão muito mais coesas, à medida que as redes universais de integração de dados entre empresas evoluírem e permitirem cadeias de valor verdadeiramente automatizadas (BCG, 2015).

3.5 Internet das coisas

Com o advento da internet, a distância entre as pessoas e os equipamentos reduziu drasticamente, uma nova forma de gerenciamento a distância surge. A medida que os sensores são frequentemente utilizados nos equipamentos e conectados a dispositivos móveis e computadores se comunicam em tempo real a tomada de

decisão se torna mais rápida e assertiva, pois os processos de produção estão mais visíveis e seu monitoramento é instantâneo, reduzindo as falhas nos equipamentos e melhorando no nível de qualidade nos itens produzidos. O número de dispositivos com a tecnologia deve aumentar de 27 bilhões em 2017 para 64 bilhões em 2025 (BARLETA; PÉREZ; SANCHEZ, 2019).

4 BIG DATA & ANALYTICS

O *Big Data & Analytics* permite que seja analisado um enorme volume de informação que é gerado da produção da indústria 4.0.

Em um contexto da Indústria 4.0, a coleta e avaliação abrangente de dados de muitas fontes diferentes – equipamentos e sistemas de produção, bem como sistemas de gerenciamento corporativos e de clientes – se tornarão padrão para apoiar a tomada de decisões em tempo real (BCG, 2015).

Associado ao *Big Data* está o *Machine Learning*, um sistema de aprendizado da máquina que utiliza um método de análise de dados que automatiza a construção de modelos analíticos. Devido ao volume de dados gerados pelo sistema de aprendizado da máquina, o *Big Data* permite que dados virtualizado sejam armazenados de maneira eficiente e econômica melhorando a velocidade e confiabilidade da rede. No entanto, não é necessário o uso do *Big Data* para trabalhar com o *Machine Learning* (IBM, 2021).

4.1 Computação em Nuvem

As empresas já estão usando software baseado em nuvem para alguns aplicativos corporativos e analíticos, mas com a indústria 4.0, mais empreendimentos relacionados à produção exigirão maior compartilhamento de dados entre sites e os limites da empresa (BCG, 2015). A nuvem reduz o investimento em tecnologia e recursos, permitindo que os espaço de armazenamento e capacidade processamento seja contratado por demanda, proporcionando flexibilidade, agilidade e adaptabilidade (VERLÁSQUEZ, 2018).

4.2 Segurança Cibernética

Com o crescente número de equipamentos ou ferramentas conectadas à rede, os riscos para os usuários também aumentam, para isto deve-se atentar-se a segurança dos dados armazenados. Segundo Santos (2017) no contexto de indústria

4.0, onde a comunicação autônoma entre dispositivos impera, devem ser estabelecidos procedimentos que assegurem um nível de segurança adequado aos riscos que este representa e à natureza dos dados a serem protegidos. Isso envolve salvaguardar a propriedade intelectual, dados pessoais e privacidade, operabilidade, proteção ambiental, saúde e segurança dos trabalhadores (EUROPEAN PARLIAMENT, 2016).

4.3 Simulação virtual

A simulação virtual já vem sendo aplicada no desenvolvimento de produtos e processos de fabricação na indústria, permitindo adaptações ou alterações antes de ser fabricado. Essas simulações alavancarão os dados em tempo real para espelhar o mundo físico em um mundo virtual, que pode incluir máquinas, produtos e seres humanos. Isso permite que os operadores testem e otimizem as configurações da máquina para o próximo produto em linha no mundo virtual antes da troca física, reduzindo assim os tempos de configuração da máquina e aumentando a qualidade (BCG, 2015).

5 LOGÍSTICA 4.0

O termo “logística 4.0” nasceu por consequência da quarta revolução industrial, ou indústria 4.0, permitindo relacionar a área da logística à indústria 4.0. Frente os desafios de redução de custos, capacidade de flexibilidade, gerenciamento de estoques e embarques, planejamento de rotas mais eficientes, a nova logística 4.0 chega para ajudar os profissionais a melhorar estes serviços.

De acordo com Názaro (1999), o fluxo de informações é um elemento de grande importância nas operações logísticas. Pedidos de clientes e de ressuprimento, necessidades de estoque, movimentações de armazéns, documentação de transporte e faturas são algumas das formas mais comuns de informações.

Gomes (2016) complementa, os envolvidos nas redes logísticas devem ser capacitados a operar qualquer tipo de sistemas, módulos de cargas e protocolos de qualquer lugar do mundo, resultando em uma rede logística mais eficiente e capaz de atender as necessidades do setor 4.0.

A logística 4.0 faz uso de sistemas *Cyber-Physical System* (CPS), que possibilita a comunicação entre o ser humano e a máquina, controlando e monitorando os processos físicos. Este sistema faz uso da tecnologia de Identificação por Frequência de Rádio, ou *Radio Frequency Identification* (RFID) que possibilita ao usuário fazer a identificação, localização, enviar os dados para um computador que irá analisar a informação. Esses sistemas são capazes de se comunicar com outros sistemas ou com seres humanos usando a internet como meio de comunicação e, assim, os dados poderão ser compartilhados ao vivo e os processos poderão ser coordenados (HERMAN *et al.*, 2015).

5.1 Sistemas de gerenciamento de transporte

O TMS, é uma solução tecnológica que moderniza os processos logísticos de transporte em todos os elos da cadeia de suprimentos. Aumentando a eficiência do processo, pois permite alterar a rotina de movimentação dos produtos.

O processo de distribuição de cargas tem problemas de perdas de mercadoria e envios de pedidos incorretos aos destinatários, por exemplo. Este é um cenário rotineiro entre as empresas de logística.

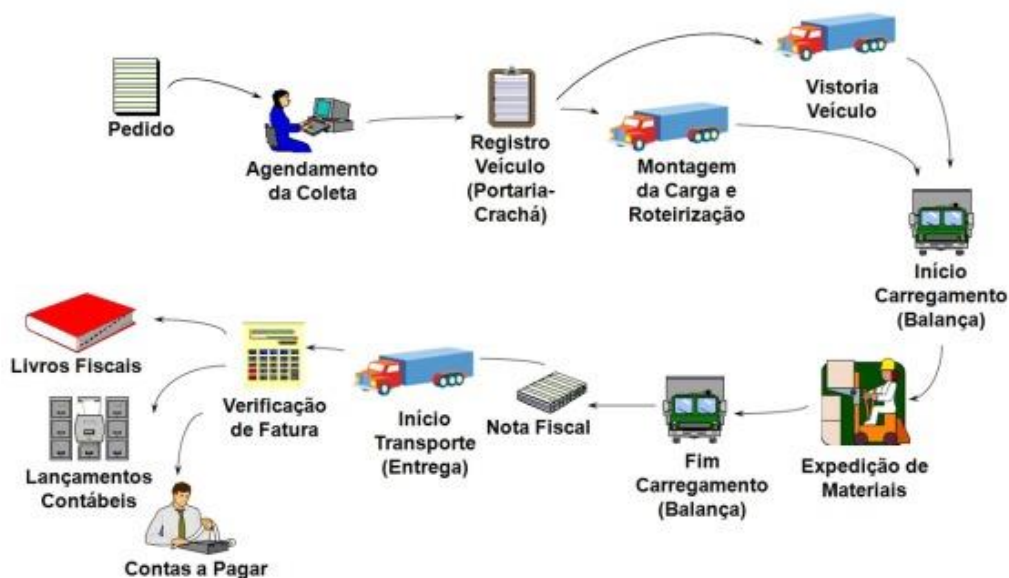
Segundo Festa e Assunção (2012), a aplicação do *Transport Management System* (TMS) se dá em três níveis da organização: estratégico, gerencial e

operacional. Proporcionando a coleta, armazenagem, registro e transferência da informação, e identificar em quais dos níveis a informação será utilizada na organização.

Conforme Rodrigues (2000), na grande maioria das indústrias, o custo logístico representa um dos elementos mais importantes da atividade de transporte. Para nações desenvolvidas, os custos logísticos representam aproximadamente 60% do custo total, e entre 9% a 10% do produto nacional bruto (PNB), onde a contratação de serviços de transporte deve prezar pela eficiência e qualidade, baseando-se nos relacionamentos de parceria.

O sistema é projetado para identificar e controlar custos inerentes a cada operação, medir seu desempenho, simular modelos de carga, monitorar eventos de carga e descarga de veículos, rastreamento, problemas de conhecimento e listas de entregas, taxas e registro tarifário. Ele também pode oferecer suporte ao dimensionamento da frota e pesquisa de acondicionamento, gerenciar a manutenção da frota e usar tecnologia de *Global Positioning System* (GPS) para gerenciar veículos por meio de interfaces externas, como ilustrado na figura 4.

Figura 4 - Fluxo de informações TMS



Fonte: Goettems (2014)

Após a implementação na empresa, o TMS passará a operar em caminhões via GPS e no sistema de contas a pagar por meio da web, integrando os ambientes interno e externo, aumentando os ganhos entre contratantes e contratados.

Nassar e Vieira (2014) apontam dificuldades enfrentadas pelas empresas do setor no monitoramento do trajeto, não havendo o controle e monitoramento eficaz do deslocamento dos veículos no trânsito. Como resultado da falta de eficiência o excesso de carga transportadas nas rodovias causam danos a estrutura viária, prejudicando a segurança e o planejamento das rotas.

Segundo Moraes e Tavares (2011), quando implementado o TMS tem como objetivo reduzir os números de erros durante a execução dos processos na cadeia de produtiva, proporcionando uma eficiência nas atividades e na produtividade, gerando análise e gestão dos processos envolvidos no fluxo.

Como oportunidade a rápida, a transmissão de informação em nível tático para as operações, reduz o ruído na comunicação durante a atividade. A comunicação unificada e verticalizada, reduz custos na geração e transmissão de informação.

5.2 Sistema – Global Position Systems - GPS

O GPS (*Global Position System*) foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos para aplicação militar, afim de garantir o posicionamento de alvos, com base na localização rápida de transporte militar e de mísseis, tendo como base uma rede de satélites que orbitam ao redor da terra. Devido a precisão fornecida pelos seus dados, logo tornou-se indispensável e com inúmeras aplicações como, na Cartografia e na Geografia (Figura 5).

Figura 5 - Constelação de satélites ao redor da terra



Fonte: Carvalho e Araújo (2008)

O GPS é amplamente utilizado pelas empresas logísticas, pois ele fornece dados relevantes e úteis para a tomada de decisão, proporcionando agilidade nas entregas.

O receptor instalado nos veículos de transporte de carga capta informações dos satélites posicionados em diferentes pontos da órbita da terra e um computador que calcula o posicionamento terrestre (latitude, longitude e velocidade), permitindo localizar a qualquer instante o veículo (AMARO, 2002).

Após determinada a posição o receptor envia ao satélite as informações necessárias que retransmite aos sistemas da empresa, em que as informações de posição são sobrepostas em um mapa digitalizado, permitindo que a empresa visualize o veículo em tempo real através da internet. (AMARO, 2002).

O congestionamento do tráfego é um dos principais problemas que afetam as grandes cidades. Devido ao seu tamanho populacional e sua influência econômica, social, cultural, ambiental e política, esse tipo de aglomeração urbana tem recebido considerável atenção (ANDRADE; *et al.*, 2017).

Nesses centros urbanos, o consumo e a circulação de produtos estão aumentando, então soluções devem ser buscadas para usar de forma mais eficaz a escassa infraestrutura rodoviária urbana. É importante destacar também a tendência de crescimento do transporte urbano de veículos de carga, que não é apenas impulsionado pelo crescimento econômico, mas também por outros fenômenos, como o crescimento do e-commerce, que permite às pessoas comprar e receber produtos sem sair de casa. Para as cidades, esse é um desafio, cujo objetivo é adequar a demanda de abastecimento à movimentação de pessoas que precisam atravessar a estrada (ANDRADE; *et al.*, 2017).

Outras funções além de informar o posicionamento dos veículos o GPS possui funções de segurança como as que serão descritas a seguir.

Em caso de roubo a empresa contratada rastreia o veículo e realiza o bloqueio, acionando o alarme sonoro e seguindo gradativamente com a interrupção do funcionamento do motor.

O sistema anti-furto para a proteção de veículos estacionados, sendo acionado instantes após o desligamento do motor. Remotamente a empresa contratada controla as funções de habilitar ou desabilitar o veículo.

Há também a função pânico, onde em situação de emergência o motorista aciona um botão localizado no interior do veículo, esta função envia um sinal a central de emergência indicando o acionamento. A empresa buscará a localização do veículo e entrará em contato com o proprietário.

O GPS auxilia na redução dos custos de transporte fornecendo informações importantes para as empresas logísticas, gerando oportunidade de redução do tempo de trânsito, identificando os melhores horários de transporte, otimizando rotas, proporcionando segurança aos motoristas e evitando furtos e roubos de carga.

5.3 Veículos autônomos com inteligência artificial

O primeiro automóvel com combustão interna foi desenvolvido no ano de 1885 pelo engenheiro alemão Karl Benz, posteriormente no ano de 1888 nasce na Alemanha o primeiro veículo movido a bateria, o *Flocken Elektrowagen*. A ideia de utilizar diferentes meios combustíveis somada a busca pelo desenvolvimento de tecnologias que proporcionem o aumento da qualidade e segurança do produto é antiga (KOCH, 2020).

A internet mudou a indústria automobilística, permitiu a integração dos sistemas e sensores que tornaram a vida das pessoas mais fáceis. Pensar que se poderia falar ao telefone pelos sistemas de áudio do carro poderia ser algo inimaginável a alguns séculos atrás.

A cada ano uma nova tecnologia é acrescentada ao automóvel, é uma corrida de investimento em tecnologia pelas montadoras, afim de chamar a atenção dos consumidores. O avanço tecnológico é importante tanto para a segurança do cliente como do meio ambiente.

Os automóveis estão a cada dia mais autônomos, com funções que permitem o usuário:

- Ligar o carro sem a chave: o sistema percebe a proximidade do motorista, abre as portas e libera a ignição sem a chave;
- Reconhecimento de voz: o usuário consegue solicitar informações sobre notícias, previsão do tempo e alterar a música.
- Assistente de estacionamento: o assistente é acionado pelo motorista e sensores na dianteira e traseira do veículo são acionados e inicia a sequência de estacionamento.
- Ajuste elétrico e memória dos bancos: o sistema permite armazenar as configurações dos bancos, assim quando houver outra pessoa utilizando o veículo, basta acionar a configuração específica para aquela pessoa que o sistema realiza a configuração da posição dos bancos.

- Automóveis movidos a energia elétrica: dispensando o uso de combustíveis fósseis, estes carros utilizam baterias que são recarregáveis em pontos específicos de recarga.

Um veículo autônomo pode se localizar de forma completamente autônoma. Lendo e interpretando o mundo ao seu redor em tempo real, o veículo autônomo é responsável por interagir com todos os elementos do entorno, e se integra ao sistema de transporte convencional de forma totalmente segura e otimizada para atender às necessidades de viagem dos passageiros (RODRIGUES, 2017).

Segundo Rodrigues (2017), este tipo de veículo integra uma série de sistemas, coleta informações circundantes fazendo o uso de sensores que interpreta e processa as informações por meio de alta capacidade de processamento e, finalmente, realiza processamento contínuo e em tempo real de elementos externos de acordo com os regulamentos de tráfego atuais, conforme especificado pelo fabricante.

A aplicação de veículos autônomos na logística traz não só benefícios importantes para as operações logísticas da empresa e toda a cadeia de abastecimento, mas também benefícios importantes para os colaboradores da empresa, como redução do cansaço e aumento da produtividade dos recursos humanos.

A Tesla empresa norte-americana do bilionário Elon Musk, desenvolveu o caminhão elétrico autônomo Tesla Semi que será lançado no fim de 2021, este veículo tem autonomia de aproximadamente 965 km totalmente carregado com uma carga de bateria (Figura 6).

Não apenas os caminhões podem conduzir de forma autônoma, mas também a empilhadeira autoguiada que está fase de teste, pode conduzir de forma autônoma. A velocidade com que as tarefas são processadas é quatro vezes maior que o tempo que o operador passa no depósito (RODRIGUES, 2017).

A utilização de veículos autônomos nas operações logísticas proporcionará economia de custos e frete, redução dos prazos de entrega e melhoria da qualidade, entregando aos clientes o nível de serviços logísticos gerados na cadeia de suprimentos.

Figura 6 - Modelo Tesla Semi.



Fonte: Tesla (www.tesla.com).

5.4 Entregas com drones

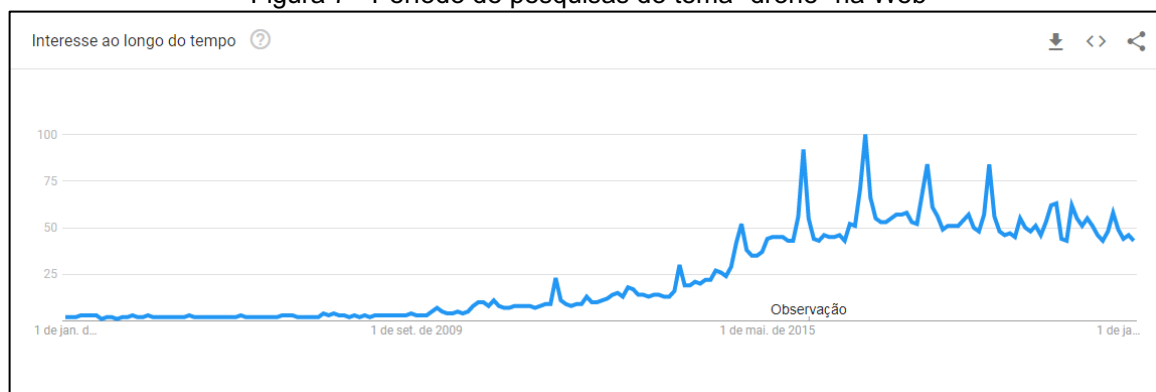
A utilização de drones é um assunto que vem ganhando força nos estudos do setor de logística, devido ao grande potencial de sua aplicação no setor.

O primeiro uso registrado de um veículo aéreo não tripulado (VANT) teve aplicação militar na Primeira Guerra Mundial. Em 2003, foi utilizado novamente na Segunda Guerra do Golfo e, desde então, outros países iniciaram sua aplicação para fins militares (PERES, 2015).

Em outras áreas os drones passaram a ser utilizados para realizar entregas de medicamentos em áreas de risco. Atualmente, estes veículos já fazem pequenas entregas de mercadorias vem sendo expandido para aplicações de vigilância, monitoramento e produção de imagens.

A popularização a respeito do tema se comprova por meio das buscas realizadas no site da *Google*. Utilizando a ferramenta *Google Trends* vê-se que os números de buscas aumentaram do ano de 2009, tendo alguns picos de pesquisas entre 2015 e 2020, onde a linha azul representa as pesquisas realizadas neste período a respeito do tema “drone”, como mostra a figura 7.

Figura 7 - Período de pesquisas do tema "drone" na Web



Fonte: Google Trends (2021)

De acordo com o Estudo do Ministério da Economia de 2016, a palavra drone que é vinda do inglês, tem tradução de zangão, ou zumbido, estando associado a qualquer tipo de veículo não tripulado. Um drone ou VANT são aeronaves não tripuladas pilotadas remotamente que, por design e recursos, mantém voo sustentado, utilizado inicialmente em aplicações militares de inteligência e reconhecimento.

A perspectiva do uso de aeronaves não tripuladas no setor de transporte é muito valorizada e se concentra na entrega de pedidos rápidos e baratos em áreas de difícil acesso; entrega de peças de reposição; na área médica, para o transporte de medicamentos e o uso de desfibriladores e usados para transporte de alimentos. As tendências futuras preveem que os drones reduzirão a demanda por helicópteros que possuem custos logísticos mais elevados.

Os principais elementos que promovem o desenvolvimento da indústria de VANT são: formulação e implementação de regulamentos para garantir a segurança e eficiência das operações; novas oportunidades tecnológicas que serão desenvolvidas, bem como o desenvolvimento de novas fontes de energia para equipamentos, motores e materiais estruturais. Por outro lado, ainda é uma indústria com obstáculos porque precisa garantir operações seguras, fazer cumprir o registro obrigatório de equipamentos e controlar a gestão do tráfego aéreo (ROMERO, 2015).

A principal vantagem de sua utilização é que eles podem entrar em áreas remotas e com rapidez para iniciar voo. De acordo com dados de autorização concedida pela *Federal Aviation Administration* (FAA) em 2015, a utilização de drones para fins de entretenimento, fotografia e vigilância têm sido amplamente utilizados (FAA, 2015).

As empresas veem a tecnologia como importante aliado na automação da cadeia logística, permitindo o desenvolvimento sustentável do negócio e atendendo às necessidades cada vez maiores dos consumidores.

Exemplos como a Amazon (*Amazon Prime Air Service*), BBC (*British Broadcasting Communication*), DHL *international* e Shell Oil, estão aplicando esta tecnologia em suas operações. Segundo o artigo publicado no site *Nevada Institute for Autonomous Systems*, estes casos de sucesso são citados a seguir:

- Amazon – Fase de testes em Cambridge, Reino Unido, calculam realizar entregas de ordem em ½ de hora. Prometendo transformar o e-commerce global.

- BBC – Aplica a tecnologia na cobertura jornalística.
- DHL – Precursores na utilização da tecnologia para entrega de produtos farmacêuticos e sangue na Alemanha.
- Shell Oil – Utiliza o drone para realizar inspeções de segurança e produção em suas refinarias.

A *SMX Systems* em parceria com a Prefeitura de Rifaina, no interior do Estado de São Paulo, realizou testes de entregas de mercadorias com o drone SMX-DLV-1 (homologado na Agência Nacional de Aviação Civil). O teste se mostrou promissor reduzindo o tempo de entrega de 15 minutos para 1,5 minuto.

A AES Tietê utiliza o drone para realizar inspeções aéreas, aquáticas e subaquáticas em todas as 12 usinas hidrelétricas. A Vale aplica a tecnologia para realizar o levantamento topográfico das minas a serem exploradas e de rochas que foram rejeitadas, levando um terço do tempo de um scanner.

Os modelos de drones variam de acordo com a capacidade transportada, entre 2kg à 150Kg.

Além do uso outras áreas, no setor comercial, auxiliam na segurança e gerenciamento de estoque, tendo mais vantagens do que desvantagens. Em primeiro lugar, o valor de se obter e treinar pessoal qualificado parece alto, mas utilizá-lo traz algumas oportunidades, como reduzir a possibilidade de mão de obra direta, além de fornecer uma visão ampla e detalhada de onde as pessoas estão monitorando, como Impressão 3D de peças

A tecnologia de Impressão 3D conhecida como Manufatura Aditiva na indústria 4.0, desenvolvida no final dos anos 1980, representa o conceito de fabricação de qualquer tipo de peça utilizando diversos materiais em seu processo, baseado na adição de material. A impressão 3D tem a capacidade de gerar fisicamente projetos para testes ou no desenvolvimento de novos produtos nas empresas.

A classificação dos métodos de impressão é realizada de acordo com o tipo do material e qualidade de superposição de material:

- Modelagem por fusão e deposição (FDM): utiliza *software* de modelagem tridimensional, produz objetos camada por camada, utilizando normalmente como material, o termoplástico.

- Sinterização Seletiva a Laser (SLS): utiliza *software* de modelagem tridimensional, tem como técnica a aplicação de laser UV direcionado na resina para endurecer seletivamente camada por camada.
- Estereolitografia (SLA): utiliza *software* de modelagem tridimensional, produz objetos por meio da aplicação de laser para cura do pó polimérico para formar uma única camada horizontal, o recipiente move-se para formar a próxima camada.

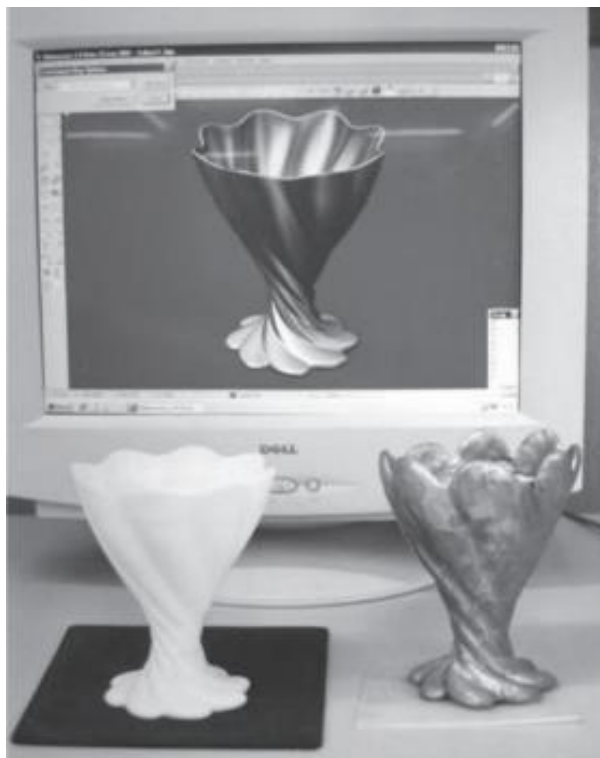
Segundo Volpato (2017) o sucesso comercial de uma empresa está relacionado à sua capacidade em identificar as necessidades dos clientes e, rapidamente, desenvolver produtos para supri-las. A utilização de protótipo físico é um importante aliado para melhorar a comunicação entre as equipes envolvidas no processo de desenvolvimento de produto, reduzindo a possibilidade de falhas e melhorando a qualidade do produto, atendendo aos requisitos dos clientes.

Esta flexibilidade permite aos profissionais a possibilidade de visualizar fisicamente os novos produtos, peças e modelos de corpos humanos para aprimorar ainda mais os projetos. Embora o conceito tenha sido aplicado a muitos anos por centros de pesquisa e laboratórios de tecnologia, somente agora sua aplicação está sendo utilizada nas operações industriais. Os benefícios desta tecnologia são muitos e estão sendo testados em empresas ao redor do mundo.

O baixo custo pode ser comprovado em vários experimentos de forças estrangeiras, como a aplicação da Força Aérea Britânica, a sua aplicação no caça a jato Tornado GR4, essas aeronaves obtiveram uma série de peças sobressalentes de impressão 3D, como a tampa do *cockpit* para furos de exaustão e hastes hidráulicas para os elementos estruturais da turbina. Todas as peças sobressalentes foram testadas e aprovadas em voo. O uso deste recurso reduziu os custos de manutenção em 1,2 milhões de libras em quatro anos (MCCORMICK; 2014).

Um dos benefícios do aprimoramento contínuo nas operações é a possibilidade de recriar produtos antigos que não estão mais disponíveis no mercado. Com o projeto do desenho do produto é possível produzi-lo em uma impressora 3D, com materiais de maior resistência para melhorar sua durabilidade. O estúdio do designer Maurício Klabin realiza impressões em 3D com tecnologia de alta resolução de peças em cera (Figura 8).

Figura 8 - Modelo de taça desenvolvido pelo designer Maurício Klabin em 1998



Fonte: Volpato (2017)

Com a impressão 3D, os desperdícios em testes e até mesmo na produção são reduzidos significativamente, pois utiliza apenas a quantidade necessária de matéria-prima para produzir o produto ou a peça.

Volpato (2017) aponta as principais vantagens e limitações da utilização da Manufatura Aditiva, respectivamente.

Vantagens:

- Liberdade geométrica na fabricação de peças;
- Baixo desperdício de material e eficiência energética;
- Dispensa a utilização de dispositivos de fixação;
- Não necessita de troca de ferramenta;
- Todo processo de fabricação da peça acontece em um único equipamento;
- Cálculos não tão complexos das trajetórias das ferramentas;
- Flexibilidade na produção de peças para inúmeras aplicações e com grande variação geométrica.
- Possibilidade de fabricação de peças com diferentes materiais e/ou densidades diferentes.

Limitações:

- Utilização de materiais com propriedades diferentes, os materiais utilizados pela tecnologia não são os mesmos dos processos tradicionais;
- Inferioridade na precisão e acabamento superficial quando comparado aos processos tradicionais;
- Limitação quanto ao material empregado, algumas impressoras 3D aceitam apenas materiais que foram desenvolvidos especificamente para aquela tecnologia;
- Custo elevado na aquisição, operação do equipamento, materiais e insumos, quando aplicado na indústria;
- Possibilidade de distorções e empenamentos resultantes dos processos térmico/químico, em virtude da falta de controle e calibração;
- Elevado custo e tempo de processamento na fabricação de grandes lotes.

Aplicada ao setor de logística a tecnologia de impressão 3D proporciona redução de custo das operações de abastecimento de matéria-prima nas fábricas, visto que, o processo se torna mais enxuto em termos de quantidade de materiais armazenados nos depósitos e centros de distribuição na cadeia de suprimentos.

A gestão de estoques também é beneficiada por se tornar mais objetiva, focando apenas na quantidade exata de produtos que serão produzidos para atender a demanda do mercado. Os operadores logísticos poderão oferecer serviços mais avançados com o conhecimento e experiência no processo de impressão 3D, agregando valor aos seus produtos.

De acordo com Melo e Cazarotti (2016) a Manufatura Aditiva é um importante aliado das empresas no processo de entrega de produtos aos clientes, caso possuam a impressora 3D em casa, será uma tecnologia de redução de custos e distribuição das empresas em que, terá de arcar apenas com a montagem de produtos complexos nas casas dos clientes.

A varejista Saraiva no Brasil anunciou a comercialização da tecnologia de impressão 3D a um custo que varia de 1 mil a 6 mil reais, com compatibilidade para software da Mac e Windows, oferecendo o material necessário para o processo de impressão 3D no valor de 280 reais o quilo.

A tecnologia de impressão 3D permitirá criar grandes oportunidades de negócio no setor de logística, visto que as operações na cadeia de suprimentos se tornarão mais dinâmicas e o tempo de atendimento às necessidades do cliente será reduzido. Produtos normalmente produzidos em países e/ou regiões específicas tem a flexibilidade de serem produzidos em um determinado país e/ou região onde a demanda se encontra, de modo que os clientes não precisem mais esperar pela entrega do produto.

Melo e Cazarotti (2016) apontam que a utilização da tecnologia de impressão 3D não é uma substituição para o sistema de produção, mas um meio estratégico para a produção e comercialização de produtos específicos. Proporcionando aos administradores e operadores logísticos uma nova forma de produção.

5.5 Software WMS (sistema de gerenciamento de armazém)

O gerenciamento do estoque e o inventário inicialmente era feito por meio do Kardex, um sistema de cartões manuais que se utilizavam para controlar o estoque (VIANA; RODRIGUES NETO, 2012).

Os primeiros sistemas de controle de estoque e inventário possuíam apenas a habilidade de controlar movimentações de entrada e saída de materiais, de acordo com os pedidos dos fornecedores e clientes. Este sistema é classificado como WMS (*Warehouse Management System*). (BANZATO, 1998).

O ambiente de negócios está em constante mudança, principalmente depois que o mercado se tornou globalizado. Além de enfrentar a concorrência global, as empresas observaram que a sua responsabilidade pelo mercado consumidor e a satisfação do cliente aumentarem. Para se manter no mercado, muitas empresas mudaram completamente seus processos de produção e atendimento ao cliente.

Para ter sucesso nas atividades de logística de armazém e nos processos envolvidos, a gestão de armazém torna-se cada vez mais complexa, a fim de fornecer serviços oportunos e precisos para conquistar e reter clientes. Portanto, pode-se compreender a importância de se ter um sistema de informação que possa servir e apoiar os processos que compõem sua estrutura (VIANA; RODRIGUES NETO, 2012).

O sistema WMS auxilia na organização dos centros de distribuição ou almoxarifado para garantir a agilidade e qualidade do fluxo de materiais, racionalizar e melhorar o processo de estocagem, tais como: recebimento, inspeção, endereçamento, armazenamento, separação, embalagem, carregamento, transporte,

emissão de documentos e inventário. Ao integrar as informações desses processos, o software pode satisfazer as necessidades logística da empresa, evitando falhas, maximizando o uso de recursos e contribuindo para o processo de tomada de decisão.

O WMS surge da necessidade de melhorar o fluxo de informações e materiais em almoxarifados e Centros de Distribuição (CD), e seus principais resultados são a redução de custos, a melhoria das operações e o aumento do nível de serviço prestado aos clientes. A otimização fornecida pelo WMS pode melhorar a precisão das informações de inventário, a velocidade e a qualidade das operações do CD e a produtividade do pessoal e do equipamento. Isso é possível devido ao surgimento de novas tecnologias de informação em hardware e software (BARROS, 2005).

A implementação do sistema WMS pode melhorar os negócios da empresa, reduzindo custos e melhorando o atendimento ao cliente. A redução de custos está relacionada à melhoria da eficiência de todos os recursos operacionais, como Equipamentos e mão de obra. Melhorar o atendimento ao cliente pode-se atribuir ao fato de que além da agilidade de todo o processo, os erros e falhas de separação e entrega também são minimizados, atendimento ao cliente combinado com processos melhorados e materiais com fluxo de informação eficiente (BANZATO, 1998).

O sistema WMS deve ter as seguintes funções: apoiar a estratégia logística de operação direta da empresa, visando auxiliar todo o processo de armazenagem (Figura 9).

Figura 9 – Quadro das funções do WMS

Funções do WMS	Descrição
Programação e entrada de pedidos	Realiza automaticamente a programação e entrada dos pedidos de modo rápido e acurado no armazém, melhorando o desempenho corporativo do sistema quanto ao planejamento do atendimento.
Planejamento e alocação de recursos	Planeja automaticamente a alocação de mão de obra diária, além do método de movimentação de material e o equipamento a ser utilizado pelos operadores.
Portaria	Controla todos os veículos envolvidos nas operações de recebimento e expedição, gerenciando o pátio, a fila de espera e designação de docas, além de controlar dados do fornecedor, ordem de chegada, prioridade de descarga, etc.

Fonte: Banzato (1998)

O WMS é um sistema de gestão de armazenagem que permite administrar as operações relativas as operações logísticas, reduzindo os custos e o tempo das operações inerentes ao processo de estocagem, aumentando a produtividade e melhorando a eficiência das informações. A agilidade e assertividade do fluxo das informações permite que se reduza o inventário pela melhora do giro de materiais, otimizando a estrutura de armazenagem e proporcionando o aumento da capacidade do armazém. (BANZATO, 1998).

Com a utilização do software WMS a empresa aprimora suas operações, proporcionando reduções de custo e melhor qualidade no atendimento ao cliente. A redução de custo é possível pela melhora na eficiência dos recursos operacionais como equipamentos e mão de obra. O aumento na qualidade de atendimento ao cliente é proporcionado pela redução nas falhas e erros na separação dos materiais e entregas, combinada a melhora no fluxo de informações e materiais (BANZATO, 1998).

De acordo com Banzato (1998) outros benefícios são alcançados com a utilização do software, como citados a seguir.

- Otimização do espaço de armazenagem;
- Aumento do giro do inventário e ativos;
- Redução dos erros de identificação, rastreamento e solução de problemas entre fabricantes e fornecedores;
- Gerenciamento do PEPS (Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair) e UEPS (Último a Entrar, Primeiro a Sair);
- Eficiência no cumprimento de pedidos;
- Eficiência no gerenciamento de mão de obra;
- Melhoria na segurança do trabalho;
- Acuracidade e redução dos níveis de estoques;
- Melhoria da produtividade das equipes;
- Aumento na agilidade no atendimento ao cliente;
- Redução das avarias dos produtos;
- Redução dos tempos de recebimento, armazenagem, separação e carregamento de pedidos;
- Redução dos custos das operações logísticas.

5.6 SRM (gestão de relacionamento com fornecedores)

O termo Gestão de relacionamento com fornecedores (*Supplier Relationship Management, SRM*) originou no final dos anos 80 de acordo com as *Teorias do Relacionamento e do Redesign do Processo* (METTLER; ROHNER, 2009).

A *Teoria do Relacionamento* fundamenta-se na relação com o fornecedor, descrevendo como este contato é construído e mantido com os fornecedores. A *Teoria do Redesign do Processo* determina a estrutura dos processos estratégicos do SRM, que são formados por cinco subprocessos, sendo eles, a Revisão das estratégias de abastecimentos, identificação dos critérios para a classificação dos fornecedores, desenvolvimento de um quadro de métricas, desenvolvimento de orientações para a divisão dos benefícios de melhorias de processos com os fornecedores e desenvolvimento dos processos operacionais do SRM (METTLER & ROHNER, 2009).

Lambert (2008) aponta que o SRM auxilia na gestão de custos e fortalece o relacionamento de médio e longo prazo com os principais fornecedores, pois ao melhorar a competitividade, a demanda por mais lucros também aumenta, reduzindo custos e o tempo de entrega. Todos esses fatores ajudam a empresa a atender e superar as necessidades do fornecedor.

Segundo Lambert (2008) o processo estratégico do SRM é dividido em cinco subprocessos: - Revisão das estratégias corporativas, de marketing, manufatura e abastecimento; - Identificação dos critérios para a segmentação dos fornecedores; - Promoção de orientações para os acordos de produtos e serviços; - Desenvolvimento de um quadro de avaliações; - Desenvolvimento para os benefícios de melhoria dos processos com os fornecedores. A determinação dos critérios para a divisão dos fatores, alguns aspetos devem ser considerados, tais como: volume de compras, tecnologia e capacidade de inovação. O desempenho dos fornecedores é classificado de acordo com os impactos nos lucros da empresa.

O sistema SRM permite a automação de funções complexas, difíceis de serem gerenciadas por procedimentos manuais. As principais funções desta tecnologia são descritas a seguir.

- Avaliação dos fornecedores: estabelece critérios de avaliação do desempenho dos fornecedores, fornecendo registros para a tomada de decisão em nível estratégico;

- Certificação e homologação: permite encontrar fornecedores que atendam a necessidade da demanda atual da empresa;
- Integração: consulta automática dos certificados e dos status cadastral de cada fornecedor simplifica o processo, melhora a produtividade do departamento de compras e evita erros;
- Painel gerencial: por meio do painel gerencial, decisões podem ser tomadas e políticas gerais de relacionamentos podem ser estabelecidas. Exibir os dados em um formato de painel facilita a visualização de fornecedores bloqueados, bem como certificados expirados e outros problemas.

O SRM contribui para a melhora do relacionamento com os fornecedores e o desempenho de todos os processos envolvidos. Como o SRM fornece recursos mais adequados, melhor dimensionado e funcionando com base nos bons padrões de gestão dos fornecedores, melhorando a qualidade da informação e comunicação.

De acordo com Serra (2006), a gestão do relacionamento com o fornecedor deve expressar as decisões da empresa, objetivos, áreas de redução de custos e melhoria de produtividade, atividades estratégicas, a disponibilidade de novas tecnologias e a cultura de mudança organizacional para tornar a empresa ágil e resistente.

De modo geral, a empresa tem condições de expandir ainda mais sua rede de fornecedores e otimizar esta interação. Estes benefícios resultam em reduções de custo e efeitos positivos no processo de produção, reduzindo o tempo de entrega e melhora na qualidade.

O gerenciamento dinâmico dos relacionamentos com os fornecedores, representa um grande desafio gerencial para as empresas. Observando o cenário atual, a vantagem competitiva não decorre apenas da configuração dos recursos de um determinado relacionamento com o fornecedor, mas também deve-se aproveitar as oportunidades de novos recursos por meio da reestruturação do abastecimento. Quão dinâmica for a capacidade das empresas de reestruturação da base dos relacionamentos com os fornecedores, maior vantagem terá frente a outras empresas, visto que, em momentos de turbulências, estar disposto a buscar melhorias no processo e oportunidades de redução de custo com os fornecedores atuais e a

flexibilização de iniciar e encerrar parcerias são indispensáveis para se manter no mercado global.

6 DISCUSSÕES E RESULTADOS

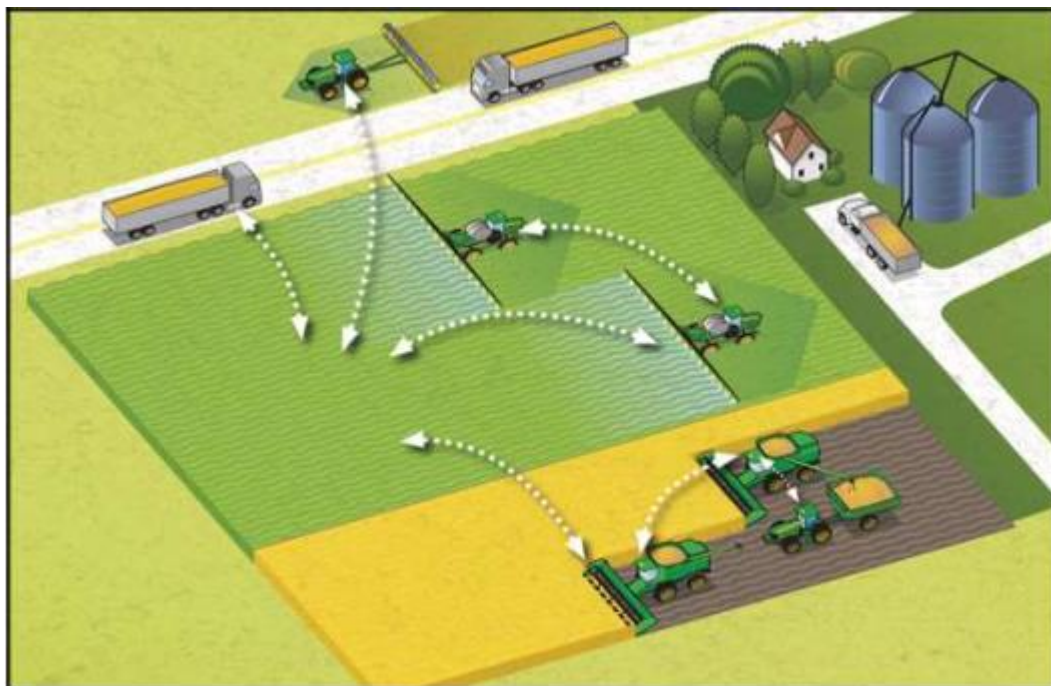
A logística é um importante setor da cadeia de suprimentos, nela há inúmeros processos capazes de serem melhorados para criar vantagem competitiva no mercado global. Atualmente é possível notar nas grandes empresas a mudança na abordagem da logística, o que antes era visto como uma atividade operacional com grandes estoques, lead time longo, mudou para uma importância estratégica com foco em estoques zero, lead time curto e uma visão integrada de toda cadeia de suprimentos onde, eliminar a distância entre o produto e o cliente e otimizar o fluxo de informações dentro e fora dos armazéns permite grandes reduções de custos e melhoria no atendimento ao cliente.

A conexão entre os sistemas permite que toda a cadeia de suprimentos esteja conectada com, fabricantes, distribuidores e clientes finais. Utilizando tecnologias que integram os processos logísticos como, plataformas online de venda, sistemas de entregas, internet das coisas, RFID, inteligência artificial, dispositivos digitais que podem ser implantados e incorporados no chão de fábrica e nos armazéns.

A vantagem competitiva futura da cadeia de suprimentos e das empresas envolvidas provavelmente dependerá de sua flexibilidade, planejamento contínuo e respostas a padrões de produção e consumo (BHARADWAJ et al., 2013; AGARWAL; BREM, 2015; HÄNEL; FELDEN, 2016).

A *John Deere* empresa multinacional fabricante de máquinas e implementos do setor agropecuário, está investindo na conectividade no campo, com o intuito de tornar as frotas mais inteligentes disponibiliza a solução *Guide Fleet™*, uma plataforma que utiliza a telemetria, enviando informações ao centro de operações com os *KPI's*8 de Mecanização Estratégicos para agilizar a tomada de decisão. Por meio de sensores e inteligência logística nos veículos, possibilita a análise em tempo real (JOHN DEERE, 2019).

Com a aplicação *JDLINK™*, software que integra todo o sistema (Figura 10), possibilita ao usuário o gerenciamento das operações de qualquer lugar por meio da internet e um equipamento eletrônico, tornando a cadeia autônoma, ações como manutenções, avisos de avarias, acompanhamento da produtividade em tempo real e correções de rota são realizadas de forma automatizada, baseada em sensores e algoritmos (JOHN DEERE, 2019).

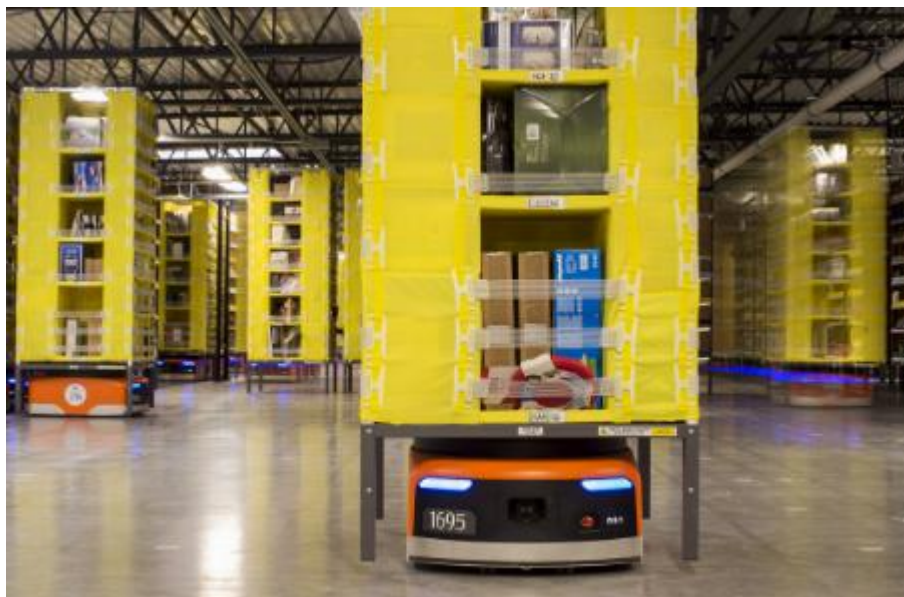
Figura 10 - Sistema conectado pelo *JDLINK™* da *John Deere*

Fonte: *John Deere* (2019)

As aplicações tecnológicas da *John Deere* baseadas em internet das coisas e computação em nuvem, representa um sistema ciber-físico de gerenciamento em rede. Por meio desta integração tecnológica o consumidor poderá rastrear a procedência do produto e afinando as informações de produção, visto que, é a demanda quem determina o que será produzido.

As tecnologias *big data*, *machine learning*, *GPS*, *cloud* se tornam grandes aliados na produção no campo, somada a inteligência artificial, contribuem para a pesquisa e desenvolvimento de máquinas e equipamentos agrícolas autônomos.

A *Amazon* empresa do CEO e fundador Jeff Bezos, referência mundial em inovação, entregas rápidas e eficientes, gigante do comércio online e pioneira a estudar e implantar tecnologias baseadas no uso de internet das coisas e inteligência artificial no setor de distribuição e logística, utiliza robôs autônomos (Figura 11) para coletar e transportar mercadorias dentro dos centros de distribuição, otimizando em 20% sua eficiência, permitindo que a empresa trabalhe com cerca de 50% a mais de mercadorias em estoque para atender os 426 pedidos realizados por segundo no site. (SANTINI, 2018).

Figura 11 - Robôs autônomos *Amazon*

Fonte: - Pollux (2018)

A empresa Pollux no ano de 2017 iniciou a comercialização de robôs autônomos no mercado brasileiro, com capacidade de transporte de 200 kg e tracionar 500 kg. Funcionando por meio de GPS e sensores estes robôs são capazes de identificar obstáculos, não necessitando da adequação do layout da distribuidora. Conectado com os sistemas ciber-físicos é possível ser controlado remotamente por meio de um equipamento eletrônico como celular, tablete ou computador. (SANTINI, 2018).

Buscando agilidade na reserva de contêineres a Hamburg Süd, empresa alemã transportadora marítima de mercadorias, anunciou o lançamento do sistema *INSTANT* (figura 12). O usuário por meio da internet e de maneira instantânea realiza a reserva do contêiner para transporte de carga. O diretor comercial da Hamburg Süd, *Frank Smet* explica que “com o *INSTANT*, reservar um contêiner será tão fácil e rápido quanto reservar um voo online”. (ABRALOG, 2019).

Figura 12 - Sistema *INSTANT*

Fonte: ABRALOG (2019)

No Brasil os desperdícios de alimentos ocorrem durante o manuseio e logística da produção, durante a colheita estima-se um desperdício de 10%, durante o transporte e armazenamento 30%, no comércio e varejo 50% e nos domicílios 10% dos alimentos vão para o lixo (KASTNER, 2020). A manufatura aditiva pode ser uma grande aliada na produção de alimentos e redução destes desperdícios entre o produtor e o consumidor final.

Portanto, o processo logístico deve mudar fundamentalmente seu modo de comportamento por meio da integração de sistemas ciberfísicos. Estes sistemas auxiliam os profissionais da cadeia de suprimentos a reduzir a perda de produtos, otimizar as rotas, monitorando o tráfego, redução das perdas pelas variações de temperatura durante o transporte, controlando e reduzindo os estoques dos armazéns, sensores integrados fornecem visibilidade do comportamento do cliente e do produto e eficiência das rotas, evitando a redundância durante o transporte.

A utilização das tecnologias disponíveis na cadeia de suprimentos em específico no setor de logística, permite novas possibilidades as empresas e aos profissionais, proporcionando benefícios que melhoram suas operações, otimizam a utilização de ativos e espaços dos armazéns. A implantação destes recursos requer uma nova perspectiva do processo, em que esforços científicos correspondentes são necessários para orientar os profissionais para lidar com os desafios transformacionais dos processos de logística na indústria 4.0.

7 CONCLUSÃO

Com o advento da internet somada as evoluções da tecnologia da informação, avanços significativos estão ocorrendo diariamente nas empresas de todo mundo. Nesta perspectiva há uma corrida tecnológica ocorrendo em que o foco é proporcionar reduções de custos das operações e melhorar as experiências percebidas pelos clientes finais. Como a grande aceitação dos veículos elétricos da empresa norte-americana Tesla que proporcionam melhor qualidade de vida ao usuário e importância com os impactos ambientais.

Nos próximos anos tecnologias como os drones, software SRM, impressoras 3D, sofrerão uma expansão para as demais empresas do mundo, facilitando e aumentando a eficiência das operações logísticas, reduzindo a distância entre fornecedor e cliente, otimizando os recursos utilizados na produção e melhorando o fluxo de informações por meio da integração dos sistemas.

Assim como ocorreu com a evolução das indústrias de primeira, segunda e terceira geração, o desafio da indústria de quarta geração está em realocar as pessoas que serão impactadas pela implantação destas tecnologias, cuidando para que não se tenha um aumento de desempregos em virtude dos avanços tecnológicos. No entanto, novas demandas por profissionais especializados nas diversas áreas da indústria de quarta geração estão surgindo.

REFERÊNCIAS

- ABRALOG. **Aplicativo inteligente para reservar contêineres**. Disponível em: <<https://www.abralog.com.br/noticias/alianca-comemora-20-anos-do-renascimento-da-cabotagem/>>. Acesso em: 15/05/2021.
- AMARO, José Siderlei. **Custeio da cadeia logística: análise dos custos ligados ao comércio exterior**. 2002. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- ANDRADE, Patrícia Faias Laranjeiro de; GOGOY, Leonardo Alves; GIANNOTTI, Mariana Abrantes; CUNHA, Claudio Barbieri da; YOSHIZAKI, Hugo Tsugunobu Yoshida. **Análise e visualização de dados de rastreamento para caracterização da logística urbana**. *Transportes*, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 24, 29 out. 2017. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/transportes.v25i3.1353>.
- BARLETA, Eliana P.; PÉREZ, Gabriel; SÁNCHEZ, Ricardo J. **Industry 4.0 and the emergence of Logistics 4.0**. Santiago: United Nations Publications, v. 375, n. 7, 2019.
- BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial. Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1992. Acesso em 25/11/2018.
- BHARADWAJ, A. et al. **Digital businessstrategy: toward a next generation of insights**. *MIS Quarterly*, v. 37, n. 2, p. 471-482, 2013.
- BCG. The Boston Consulting Group. **Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries**. Alemanha, 2015.
- BERTO, Rosa M.VS., NAKANO, Davi N. **A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa**. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/prod/v9n2/v9n2a05.pdf>>. Acesso em: 25/11/2018.
- Bovenau. **Tecnologia Automotiva – os avanços da área no Brasil**. Disponível em: < <https://www.bovenau.com.br/blog/tecnologia-automotiva-os-avancos-da-area-no-brasil/>>. Acesso em: 30/04/2021.
- BURKE, Rick et al. **The smart factory: Responsive, adaptive, connected manufacturing**. Deloitte, 2017. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/smart-factory-connected-manufacturing.html>>. Acesso em: 21/11/2018.
- CARVALHO, Edilson Alves de; ARAUJO, Paulo César de. **Leituras Cartográficas e Interpretações Estatísticas II: noções básicas de sistema de posicionamento global gps**. Natal: Unidis, 2008. 28 slides, color.
- COTTELEER, M.; HOLDOWSKY, J.; MAHTO, M. **The 3D opportunity primer: the basics of additive manufacturing**. [s.l.]: Deloitte University Press, 2013. (A Deloitte series on additive manufacturing).
- DANTAS, Thiago Monteiro; SOUZA, Tiago Neto Favacho de; MENDONÇA, Lucas Martins Furtado de; PAULINO, Yuri Yan Ribeiro. **A impressora 3D como ferramenta logística na**

MB. **Revista Marítima Brasileira: A Marinha no Pantanal**, Pantanal, v. 136, n. 4, p. 1-320, 15 maio 2015.

DELOITTE. **Industry 4.0: challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies**. Zurique, Suíça, 2015a.

Drone Show e Mundo Geo Connect. **SMX realiza teste inédito no Brasil de entregas usando drones**. Disponível em: <<https://droneshowla.com/smx-realiza-teste-inedito-no-brasil-de-entregas-usando-drones/>> Acesso em: 24/04/2021.

Eficaz. **Entenda mais sobre o SRM dentro da gestão de suprimentos**. Disponível em: <<https://www.efcaz.com.br/blog/entenda-mais-sobre-o-srm-dentro-da-gestao-de-suprimentos>>. Acesso em: 23/04/2021.

Estadão. **Caminhão elétrico Tesla Semi será lançado em 2021**. Disponível em <<https://estradao.estadao.com.br/caminhoes/tesla-semi-so-em-2021/>>. Acesso em: 30/04/2021.

EUROPEAN COMMISSION. **High performance production through 3D-printing**, 2016a. Disponível em: <<http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/high-performance-production-through-3d-printing>>. Acesso em: 15/04/2019.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth**. 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: 21/11/2018.

Exame. **Saraiva inicia venda de impressoras 3D no Brasil**. Disponível em: <<https://exame.com/tecnologia/saraiva-inicia-venda-de-impressoras-3d/>>. Acesso em: 29/04/2021.

FAA, F. A. FAA. Disponível em: <http://www.faa.gov/uas/legislative_programs/section_333/333_authorizations/>. Acesso em: 26/04/2021.

FARAH JUNIOR, Moisés. **Os desafios da logística e os centros de distribuição física**. FAE Business. Curitiba, n. 2, 2002.

FESTA, Eduardo. ASSUNÇÃO, Maria Rita Pontes. **Uso da tecnologia da informação e desempenho logístico na cadeia produtiva de eletrônicos**. Revista de Ciências & Tecnologia, v. 17, n. 33, p 7-23, 2012.

G1. **Drones já substituem trabalhadores dentro de empresas no Brasil**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/drones-ja-substituem-trabalhadores-dentro-de-empresas-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 24/04/2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Acesso em 19/11/2018.

GODOY, Arlida Schmidt. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas. Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de S.Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/20594>>. Acesso em: 19/11/2018.

GOETTEMS, Liciane Carneiro Magalhães. **Impacto dos benefícios do Sistema de Gestão de Transporte no desempenho das operações e na relação com fornecedores de serviço de transporte: na percepção dos usuários**. 2014. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

GOMES, Bruno. Panorama da Inovação: indústria 4.0. **Publicações Firjan**: Cadernos Sena de Inovação, Rio de Janeiro, p. 1-20, 1 abr. 2016. Mensal. Disponível em: www.firjan.com.br. Acesso em: 14 maio 2021.

HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. **Design Principles for industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. 2015. Disponível em: < http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf >. Acesso em: 21/11/2018.

IBM. **Machine Learning e Ciência de dados com IBM Watson**. Disponível em < https://www.ibm.com/br-pt/analytics/machine-learning?p1=Search&p4=43700052630834825&p5=b&gclid=Cj0KCQjw4v2EBhCtARIsACan3nzWbsZmNlvzen683se6CIMYszBbIQw-o3gwjfu1OcQzJ7CbLrpAJEQaAhrUEALw_wcB&gclid=aw.ds >. Acesso em: 14/05/2021.

JOHN DEERE. **Agricultura de Precisão**, 2019. Disponível em: <<https://www.deere.com.br/pt/tecnologia-de-produtos/agricultura-de-precis%C3%A3o/>> Acesso em: 15/05/2021.

KASTNER, Guilherme Alfredo. **O que as fazendas verticais nos mostram em relação a manufatura aditiva**. Disponível em: < <https://www.industria40.ind.br/artigo/20681-o-fazendas-verticais-mostram-relacao-manufatura-aditiva> >. Acesso em: 15/05/2021.

KOCH, Carlos Eduardo. **Carro Elétrico: A história do carro elétrico**. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/hist%C3%B3ria-do-carro-el%C3%A9trico-carlos-eduardo-koch/?originalSubdomain=pt>>. Acesso em: 22/04/2020.

MELO, Letícia Oliveira da Rocha; CAZAROTTI, Mauro Lúcio Batista. Impressão 3D como Inovação Logística: alternativa estratégica para empresas. **Encontro de Gestão e Negócios: Gestão da Inovação e Empreendimento**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 1-11, 02 maio 2016.

MCCORMICK, Rich. The Verge, 2014. **British fighter jets use 3D printed parts in successful test flight**. Disponível em: < <https://www.theverge.com/2014/1/6/5278710/raf-tornado-test-flight-with-3d-printed-parts> >. Acesso em: 29/04/2021.

MORAIS, Katia Maria Nogueira. TAVARES, Elaine. **Use de information technology in supply chain management in São Luís do Maranhão and opportunities to the development of local suppliers**. Interações, Campo Grande, v.12, n. 2, p. 175-191, 2011.

METTLER, T. & ROHNNER, P. (2009). **Supplier Relationship Management: A case study in the Context of Health Care**. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 4 (3), 58 – 71.

NASSAR, Victor; VIEIRA, Milton Luiz Horn. **A aplicação de RFID na logística: um estudo de caso do Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina**. Gest. Prod., v.21, n.3, p. 520-531, 2014.

NAZÁRIO, P. **A importância de sistemas de informação para a competitividade logística.** Revista Tecnologista, São Paulo, v. 5, 1999. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/a-importancia-de-sistemas-de-informacao-para-a-competitividade-logistica/>> Acesso em: 22/11/2018.

PEDERNEIRAS, Gabriela. **Robótica colaborativa: o que é e quais seus benefícios?.** Industria 4.0. Disponível em <<https://www.industria40.ind.br/artigo/18270-robotica-colaborativa-o-que-e-e-quais-seus-beneficios>>. Acesso em: 14/05/2021.

PERES, Hugo Freitas. **Novos desafios securitários: as implicações da tecnologia de veículos aéreos não tripulados para o sistema internacional.** 2015. 172 f. Monografia (Especialização) - Curso de Relações Internacionais, Instituto de Relações Internacionais, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SANTINI, Beatriz. **Case Amazon: Uso de robôs na logística interna fez dela 3ª empresa mais valiosa do mundo!** Disponível em: < <https://www.pollux.com.br/blog/case-amazon-uso-de-robos-na-logistica-fez-dela-3a-maior-empresa-do-mundo/>>. Acesso em: 15/05/2021.

RODRIGUES, Leonardo Cavalheiro. **FUNDAMENTOS, TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS.** 2017. 83f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado Engenharia Eletrônica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrosio. **Introdução aos Sistemas de Transportes no Brasil e à Logística Internacional,** São Paulo: Aduaneiras, 2000.

ROMERO, J. A. (2015). **Uso de drones en logística para entrega de mercancías.** Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/7862>.

SACOMANO, José Benedito et al. **Indústria 4.0.** São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2018. Disponível em: < <https://www.blucher.com.br/livro/detalhes/industria-4-0-1457>>. Acesso em: 14/05/2021.

SANTOS, B. ALBERTO, A. LIMA, T. CHARRUA-SANTOS, F. **Indústria 4.0: Desafios e oportunidades.** Revista Produção e Desenvolvimento, v. 4, n.1, p. 111-124, 2018. Disponível em: <<http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento>>. Acesso em: 22/06/2019.

SERRA, S. (2006). **Qualidade na terceirização.** In Gestão da Qualidade Tópicos Avançados. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

VELÁSQUES, N; ESTEVEZ, E; PESADO, P. **Cloud computing, big data and the industry 4.0 reference architectures.** Journal of computer science & technology, vol 18, nº 3, pp. 258-266, 2018.

VOLPATO, N. **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D.**São Paulo: Blucher, 2017.

TABOADA, Carlos. **Logística: o diferencial da empresa competitiva.** 2002. FAE Business. n. 2, pp 4-8, 2002.