

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Rubens Gabriel Leite Sales
Luis Henrique Venâncio Leite Costa

AVALIAÇÃO DA TENDÊNCIA DA INDÚSTRIA 4.0 SOB A
ÓTICA DA LOGÍSTICA LEAN

Taubaté – SP

2017

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Rubens Gabriel Leite Sales
Luis Henrique Venâncio Leite Costa

**AVALIAÇÃO DA TENDÊNCIA DA INDÚSTRIA 4.0 SOB A
ÓTICA DA LOGÍSTICA LEAN**

Trabalho de Graduação apresentado
para obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Mecânica do Departamento
de Engenharia Mecânica da
Universidade de Taubaté.
Orientador: Prof. Paulo Cesar Corrêa
Lindgren
Co-orientador: Profa. Maria Regina
Hidalgo de Oliveira Lindgren

Taubaté – SP

2017

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado
de Bibliotecas / Unitau - Biblioteca das Engenharias**

C8373a Costa, Luis Henrique Venâncio Leite
Avaliação da tendência da indústria 4.0 sob a ótica da
logística lean. / Luis Henrique Venâncio Leite Costa, Rubens
Gabriel Leite Sales. - 2017.

31f. : il; 30 cm.

Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) –
Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia
Mecânica e Elétrica, 2017

Orientador: Prof. Me. Paulo Cesar Corrêa Lindgren,
Coorientador: Profa. Ma. Maria Regina Hidalgo de
Oliveira Lindgren, Departamento de Engenharia Mecânica e
Elétrica.

1. Indústria 4.0. 2. Lean manufacturing. 3. Logística. I.
Título.

RUBENS GABRIEL LEITE SALES
LUIS HENRIQUE VENÂNCIO LEITE COSTA

AVALIAÇÃO DA TENDÊNCIA DA INDÚSTRIA 4.0 SOB A ÓTICA DA LOGÍSTICA
LEAN

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Mecânica do Departamento
de Engenharia Mecânica da Universidade
de Taubaté.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____

Universidade de

Taubaté

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

As nossas famílias ,aos nossos orientadores,
amigos e todos os que nos ajudaram.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser ,mas graças a Deus, não sou o que era antes.” (Marthin Luther King)

AGRADECIMENTOS I

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, a capacitação concedida e a perseverança em superar obstáculos.

À minha família pela fé e confiança a mim depositada. Obrigada pelo apoio e incentivo em todas as minhas decisões, e por ser um exemplo a ser seguido.

Agradeço aos meus amigos por me auxiliarem com ensinamentos que me enriqueceram como ser humano.

Ao meu orientador, professor Paulo Lindgren, agradeço as ideias compartilhadas, os conselhos e comentários valiosos que contribuíram para a consecução do trabalho.

AGRADECIMENTOS II

Primeiramente a Deus, pela força e saúde que me deu para seguir em frente e nunca desistir.

A UNITAU, pela oportunidade de realizar esse curso, possibilitando mais esse degrau na minha formação.

Ao meu orientador, professor Mestre Paulo Cesar Corrêa Lindgren. Também aos professores do curso, que incentivaram a todo tempo a turma a fazer sempre o seu melhor, fazendo com que nos valorizássemos e acreditássemos no nosso potencial.

Aos meus colegas de turma, com quem compartilhei experiências, desafios, alegrias e muito conhecimento.

À minha família por sempre me ensinar o valor da educação, como ponte para um futuro melhor.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Os avanços tecnológicos, sendo propulsores das recorrentes buscas de aperfeiçoamento do processo produtivo, com uma produção cada vez mais automatizada e um mercado mais competitivo, fazem com que a chamada indústria 4.0 venha ditando a ordem no novo comércio mundial. Nosso objetivo nesse trabalho é ilustrar como o ramo da logística, aplicando os conceitos da *lean manufacturing*, vem se comportando para se adequar à Indústria 4.0, mostrando quais os métodos aplicados e quais as tecnologias estão sendo utilizadas para tornar o processo mais lucrativo, evitando-se, ao máximo, os desperdícios.

Palavras-chave: indústria 4.0, *lean manufacturing*, logística

ABSTRACT

Technological advances, propelled by recurrent searches for perfecting the production process, with an increasingly automated production and a more competitive market, mean that the so-called industry 4.0 has dictated order in the new world trade. Our goal in this work is to illustrate how the logistics industry, applying the concepts of lean manufacturing, has been behaving to suit Industry 4.0, showing the methods applied and which technologies are being used to make the process more profitable, waste is maximized.

Keywords: Industry 4.0, lean manufacturing, logistics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Revolução dos modelos de produção ao longo do tempo.....	21
Figura 2 – RFID - Identificação por Rádio Frequência	24
Figura 3 – Rastreamento e Controles na Indústria 4.0.....	25
Figura 4 – Interação na indústria 4.0.....	27

SUMÁRIO

1	Introdução	11
1.1	Objetivos	11
1.1.1	Objetivo geral	11
1.1.2	Objetivos específicos	12
1.2	Delimitação do estudo	12
1.3	Relevância do estudo	12
1.4	Organização do trabalho	13
2	Revisão da literatura	14
2.1	FASES DA INDÚSTRIA ATÉ A 4.0	15
2.2	Indústria 4.0: características principais	15
2.3	Filosofia lean: história e evolução	17
2.4	Características da filosofia <i>lean</i> aplicada à logística: do desperdício de transporte até a <i>lean logistics</i> .	19
3	Metodologia	22
3.1	Tipo de pesquisa	22
3.2	Fontes publicadas	22
3.3	Base de dados	23
3.4	Seleção das fontes	23
3.5	Análise e interpretação	23
4	Discussão e Resultados	24
5	Conclusão	27
6	Referências	29

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente busca da otimização no processo de fabricação, vêm sendo empregados sistemas *cyber-físicos* (os quais são elementos de computação que se coordenam e se comunicam com sensores, que monitoram indicadores virtuais e físicos) e *IoT* (*internet of things*) em quase todos os ramos de produção, os quais são conceitos da junção das principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação.

Toda essa evolução no processo de manufatura foi denominada “indústria 4.0”, mas será que esse método vem realmente contemplando os conceitos de *lean manufacturing* na logística, os quais são ferramentas que visam proporcionar às empresas um aumento da qualidade do produto, com redução dos custos operacionais e uma significativa melhora no atendimento ao cliente.

A *lean manufacturing* na logística é uma importante parcela do processo sócio-produtivo das empresas modernas e globalizadas, que estão frequentemente em foco para que atendam as exigências do mercado de trabalho. Se estará mostrando quais as tecnologias estão sendo empregadas no ramo da logística, e também se expondo como se comporta o processo logístico frente a uma super-demanda da indústria 4.0, ou seja, se uma produção for mais eficiente e produzir mais, a logística também terá que estar pronta para receber essa produção e escoar o produto com mais agilidade até o cliente, isso, é claro, sem perder a qualidade e sem tornar o produto final encarecido, aperfeiçoando-se, cada vez mais, a chamada *lean logistics* (ou logística *lean*).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é familiarizar o leitor com os principais conceitos e características da “Indústria 4.0”, traçando-se um paralelo de avaliação com a chamada “logística *lean*” e verificando-se de esta última consegue contribuir eficientemente para a implantação e a consolidação da primeira.

1.1.2 Objetivos Específicos

A título de objetivo específico pretende-se analisar mais detalhadamente as características do desempenho da “logística *lean*”, de modo que se possa ter parâmetros bem definidos que permitam a comparação com o que se pretende realizar na Indústria 4.0.

Um outro objetivo específico é contribuir para a geração de conceitos e esclarecimentos a respeito destas duas áreas do conhecimento que se revelam bastante inovadoras, a Indústria 4.0 e a Logística *Lean*, criando-se uma base de dados de terminologias e, se possível, de equações de desempenho e de ferramentas de avaliação.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo é particularmente delimitado pela quantidade de informação disponível até o momento, tanto no idioma oficial quanto nas bases de dados acessadas, pois no Brasil ainda existe pouca informação sobre a indústria 4.0, além de ser acessível por meio das ferramentas de pesquisa utilizadas, não se tendo a pretensão de se constituir em um tratado que aborde profundamente os temas estudados.

1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Julga-se relevante a pesquisa efetuada para a elaboração deste trabalho devido ao pouco material localizado a respeito dos dois temas estudados, reduzindo-se ainda mais o universo pesquisado ao se propor efetuar uma análise das relações e de possível aumento de desempenho e eficiência ao serem implantados combinadamente. Igualmente relevante se considera a contribuição para divulgar estes temas entre a comunidade acadêmica que busca manter-se atualizada em relação ao que se está praticando no mercado de trabalho.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho divide-se em cinco capítulos, sendo o primeiro uma Introdução, o segundo uma necessária Revisão Bibliográfica para se familiarizar com o que se encontra de mais atual nas fontes de pesquisa, o terceiro apresenta a metodologia de pesquisa utilizada para a elaboração deste trabalho, no quarto capítulo são mostrados os principais resultados das pesquisas efetuadas e, ao quinto capítulo, são realizadas as considerações finais a respeito do tema abordado. Finalizando o trabalho, têm-se as necessárias Referências.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FASES DA INDÚSTRIA ATÉ A 4.0

Segundo Goethe (2015) as indústrias podem ser divididas em quatro grandes fases ou quatro grandes revoluções. A Primeira revolução teve início na Inglaterra em meados de 1750 e 1800, tendo-se como destaque nessa revolução a criação e a utilização da máquina a vapor. Nesse período as indústrias dispunham de um acúmulo grande de capital e uma grande acessibilidade em matéria prima em recursos naturais tais como ferro, carvão e outros minerais, esse avanço tecnológico intensificou o ritmo das produções das indústrias e marcou o início do transporte que por sua vez só dispunha da força muscular do próprio homem, do animal ou do vento e da água. Com a criação da máquina a vapor o homem conseguiu um grande benefício na indústria e no transporte que por sua vez não dependia mais de fatores limitados e não controlados (CANEDO,2012).

Segundo Canedo (2012), na Segunda fase da indústria, que ocorreu por volta do fim do século XIX e início do século XX e teve origem nos Estados Unidos da América, a indústria estava dispondo de um novo e poderoso recurso natural: o petróleo. Neste período as indústrias também já dispunham de outro recurso natural, a energia elétrica, e partir deste ponto tem início a invenção e a produção de veículos de transporte individuais e coletivos, tais como o automóvel e o avião. Temos aqui a principal característica do período técnico da Segunda Revolução Industrial: a separação entre concepção e execução, separando quem pensa (o engenheiro) e quem executa (o trabalhador em massa). É, pois, o taylorismo que está na base do fordismo. É criação do taylorismo (Taylor, 1900) essa série de segmentações que quebra e dissocia o trabalho em aspectos até então organicamente integrados, a partir da separação entre o trabalho intelectual e o trabalho manual (operários). Com a fabricação desses dois produtos, a indústria teve um grande aperfeiçoamento em sua linha de produção, iniciando-se o novo conceito de Henry Ford, o fordismo, e grandes avanços tecnológicos na comunicação tais como a criação do telefone e do rádio (CANEDO,2012).

A Terceira fase se inicia durante a Segunda Guerra Mundial e acontece

novamente nos Estados Unidos da América. Tendo nascido nos anos de 1938 até 1945, nesta a fase a disputa e a concorrência com outros países eram evidentes e, com isso, os países buscavam novas tecnologias e novos avanços tecnológicos para competirem pela primazia. Foi nessa fase que ocorreu a descoberta da energia nuclear e a informática. Segundo Goethe (2015), nessa fase acreditava-se que a criação da energia nuclear seria o estopim para uma nova fase de desenvolvimento, mas foi a informática que, por sua vez, trouxe um grande avanço para a indústria, pois ela passa a empregar o próprio trabalho do intelecto humano, com o uso de *softwares*, sendo capaz de realizar várias tarefas, tais como cálculos e projetos, em tempo muito menores que se fossem feitos pelo homem. Nesta fase a indústria começa a pensar também no meio ambiente e a buscar, cada vez mais, soluções para produzir sem danificar o meio ambiente. Atualmente estamos no final desta evolução e iniciando uma nova fase da evolução industrial, que se trata justamente da Indústria 4.0(GOETHE,2015).

Na Quarta fase, à qual estamos adentrando, consiste na derivação da Terceira revolução industrial. Nessa fase são utilizadas algumas tecnologias para a automação e troca de dados de sistemas, possibilitando, assim, um maior desenvolvimento na produção, quando o homem, a robótica e a informática passam a ser um só. A Quarta fase ainda é mais um conceito do que uma mudança no mundo industrial produtivo. Segundo Venturelli (2014), ela vem se motivando por meio de três mudanças: o avanço exponencial da capacidade de computadores, a imensa quantidade de informação digitalizada e as novas estratégias de inovação (pessoas, pesquisa e tecnologia), (VENTURELLI,2014).

Observa-se que o período entre as revoluções vem diminuindo cada vez mais, pois enquanto da Segunda para a Terceira se passaram 60 anos, da Terceira para Quarta decorreram cerca de 40 anos. As revoluções industriais vêm ficando cada vez menos espaçadas, à proporção em que a demanda vem aumentando e a disponibilidade de alguns recursos vem se reduzindo.

2.2 INDÚSTRIA 4.0: CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Uma parceria entre os setores públicos e privados da Alemanha deu início

aos estudos sobre as fabricas do futuro. Esse novo conceito foi denominado a Indústria 4.0, a Quarta revolução industrial, tendo sido apresentado pela primeira vez na feira de *Hannover* em 2011 pelos ministrados Siegfried Dais e Kagermann , que elaboram orientações para sua implementação no mercado industrial (LOPES, 2016).

A Industria 4.0 também pode ser definida como “*factory of the future*” “*smart factory*”; “*intelligent factory*”; que mostram a visão de um modelo de produção para o futuro, mas que já está sendo aplicado em algumas empresas pioneiras no mercado mundial. Esse modelo de produção busca aplicar a integração de todos os ramos da empresa, baseado em inúmeras combinações de tecnologias (CENTO, 2017).

Segundo MUNHOZ (2015), a maior vantagem que a indústria 4.0 trará é a disponibilidade de uma imensa quantidade de dados, em qualquer dispositivo e em tempo real, onde distintos sistemas se integram e se complementam para diversas aplicações.

Em uma fábrica digital, as várias etapas de produção de um produto estão intimamente conectadas, com máquinas, robôs e softwares de gerenciamento identificando qualquer alteração que acontece no produto ou no processo e tomando as medidas necessárias. Cada etapa da fabricação está documentada e disponível para os funcionários responsáveis, no formato e contexto necessários, que podem ter controle de todo o ciclo de vida do produto e do processo, com o uso de ferramentas de PLM (*Product Lifecycle Management*). (FELIPE 2015).

Para FAUSTINO (2016) existem seis pilares básicos que dão estrutura para a indústria 4.0, sendo eles:

- Capacidade de operação em tempo real: Consiste na tomada de decisões de forma instantânea o que possibilita uma interferência no processo em tempo real.
- Virtualização: Utilização de câmeras, sensores entre outros, para a rastrealização do produto além de um monitoramento remoto de todas as áreas da empresa.

- Descentralização: Os comandos utilizam sistemas *cyber-físic* de acordo com a necessidade de operação, e as próprias máquinas geram informações sobre seus ciclos de trabalho.
- Orientação a serviços: Utilização de softwares para melhor controle da produção aplicando o método de *internet of things* (internet das coisas).
- Modularidade: Produção feita de acordo com a demanda, para uma produção com menos desperdícios, proporcionando uma melhor flexibilização na produção.
- Interoperabilidade: Capacidade de homem e máquina se interagirem, de forma inteligente, usando a internet e a internet das coisas.

Muitas tecnologias integram a quarta revolução industrial e para apoiarem essa comunicação entre mundo digital e mundo físico estão sendo empregadas algumas tecnologias como: IoT (*internet of things*), impressão 3D, realidade aumentada, robôs autônomos, computação em nuvem, *big data*, entre outras (MUNHOZ, 2015).

A Indústria 4.0, se caracteriza pela crescente digitalização e interconexão de produtos, cadeias de valor e de modelos de negócios, e centra-se na produção inteligente de produtos, métodos e processos (*Smart Production*). Um elemento importante da Indústria 4.0 é a fábrica inteligente (*Smart Factory*). A Fábrica Inteligente domina a complexidade, é menos suscetível a interferências e aumenta a eficiência da produção. Na fábrica inteligente comunicar-se com as pessoas, máquinas e recursos será tão natural como em um contexto de rede social. A mudança de paradigma necessária para a indústria 4.0 é um projeto de longo prazo e está somente em um processo gradual. O recebimento de ações de valor dos sistemas de produção já instalados tem um papel central. (FORSCHUGSUNION, 2013; KOCH et al, 2014).

2.3 FILOSOFIA LEAN: HISTÓRIA E EVOLUÇÃO

Após a derrota para os Estados Unidos na Segunda Guerra Mundial, o Japão entrou em um contexto de reconstrução e as empresas tiveram que se inovar para não abrirem falência. A indústria automobilística japonesa progrediu tanto que, em 1974, superou a Alemanha ocidental e, em 1980, superou, em nível de produção, a norte-americana. Enquanto a indústria americana focava em uma produção em larga escala, com poucos tipos diferentes, a japonesa produzia em menor escala, mas com vários tipos de automóveis, o que foi essencial para o sucesso da Toyota frente as empresas americanas. Em 1950 deu-se início ao Sistema Toyota de Produção, que tem como pilares dois conceitos, o *jidoka* e o *just-in-time*, que buscam uma produção na demanda certa, evitando o acúmulo de estoques proporcionando uma significativa redução de custos. (REIS, 2011).

A metodologia *just-in-time* tem o propósito de evitar uma fabricação que exceda a demanda, fazendo com que a matéria-prima seja adquirida na quantidade exata da demanda; isso faz com que o estoque seja reduzido de forma a atender apenas a pedidos imediatos, gerando um gasto menor que a armazenagem e o gerenciamento produzem. (BAUM, 2016).

O *jidoka*, que em português significa “noautomação”, é um processo que visa identificar quando uma máquina tem um funcionamento anormal. Esse processo reduz a quantidade de desperdícios por meio da instalação de dispositivos nas máquinas, os quais ficam empenhados em alertar quando alguma máquina está operando de forma descontínua, para que não sejam fabricados produtos com defeitos e possibilitando que os operários executem outras funções, em vez de dedicarem “atenção total” ao funcionamento da máquina (SILVEIRA, 2016).

O Sistema Toyota de Produção foi criado por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno na década de 1950, quando, ao visitarem os Estados Unidos, perceberam que um dos principais problemas da Ford era o desperdício de recursos.

Segundo Castellar (2016) “*Lean*” é o nome popular dado ao conjunto de conceitos – jeito de ser, de pensar, de fazer e de viver – que compõem a filosofia desenvolvida pela Toyota em todas as suas instalações, por meio do Sistema Toyota

de Produção”.

2.4 CARACTERÍSTICAS DA FILOSOFIA *LEAN* APLICADA À LOGÍSTICA: DO DESPERDÍCIO DE TRANSPORTE ATÉ A *LEAN LOGISTICS*.

A logística já existe na comunidade mundial a muitos anos, mas ela só foi realmente percebida, tendo reconhecida a sua importância, a cerca de 20 anos atrás.

Desde os tempos bíblicos os líderes militares já se utilizavam da logística. As guerras eram longas e geralmente distantes, eram necessários grandes e constantes deslocamentos de recursos. Para transportar as tropas, armamentos e carros de guerra pesados aos locais de combate onde eram necessários um planejamento, organização e execução de tarefas logísticas, que envolviam a definição de uma rota, nem sempre a mais curta, pois era necessário ter uma fonte de água potável próxima, transporte, armazenagem e distribuição de equipamentos e suprimentos. (DIAS, 2009, p.27).

Até os anos de 2000-2004 a logística era vista para indústria de uma forma que não agregava valor, causando prejuízo às empresas. Atualmente, entretanto, este ponto de vista vem se modificando. Em meados dos anos 1940 a logística não era um setor na fábrica, mas sim uma operação, que muitas vezes ainda era comandada pela produção, ou até mesmo comandada por dois setores (*marketing* e produção), gerando disputas e má organização dentro da própria empresa (DIAS, 2009).

Com o advento da Terceira Revolução Industrial, as indústrias começaram a perceber o significativo *déficit* existente no setor de logística, despertando-se a necessidade de se buscar novos conceitos a serem aplicados para uma melhor otimização dessa área, criando-se, assim, um gerente específico para a área de logística. Atualmente, a indústria classifica a área de logística como sendo uma oportunidade de diferenciação, uma área onde a empresa consegue aumentar sua margem de lucro e sua eficiência (BALLOU, 2012).

Atividades de movimentação e armazenagem que facilitam o escoamento de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável. (BALLOU, 2012).

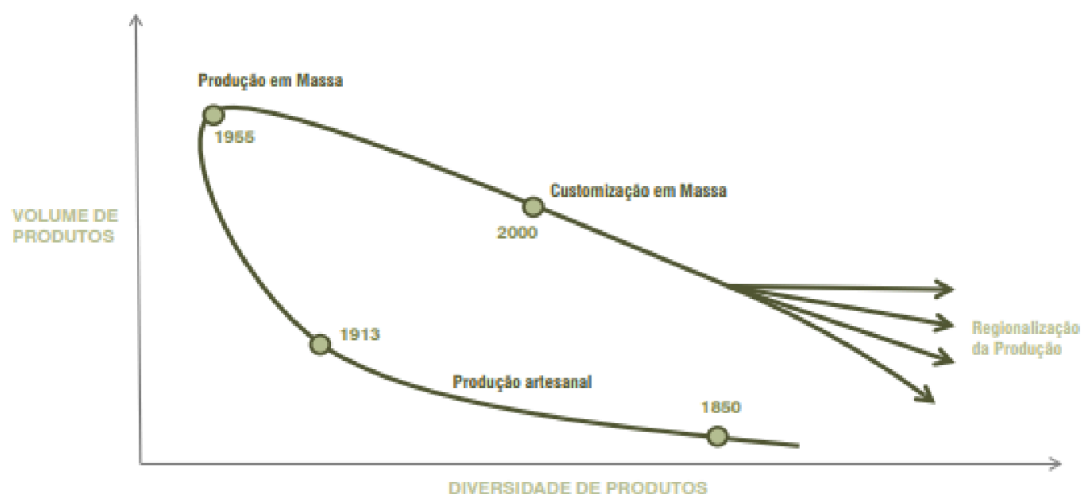
Para Novaes (2001), com a função da estratégia competitiva adotada pelas empresas que compõem uma cadeia de suprimentos, as atividades logísticas relacionadas à distribuição física são definidas a partir da estrutura planejada para os canais de distribuição. A definição do canal ou dos canais de distribuição, com os serviços a ele associado, não prescinde, por outro lado, de uma análise criteriosa de suas implicações sobre as operações logísticas.

Uma das maiores ascensões aconteceu no conceito de cadeia de suprimentos. Segundo Ballou (2006) “cadeia de suprimentos é um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoque, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor”. A maior dificuldade é gerenciar este conjunto de atividades.

As indústrias vêm passando nos últimos anos por diversas mudanças na sua forma de gestão. Isso ocorre devido a um cenário caracterizado pela globalização, onde é fundamental agregar valor de lugar, tempo, qualidade e informação ao produto. Segundo Novaes (2001) em razão da importância econômica do setor automobilístico, grande destaque vem sendo dado à Logística de Suprimentos, que envolve a manufatura e os fornecedores de matéria-prima e componentes. Faz-se necessário a integração de todos os atores envolvidos para o atendimento do pedido, na hora certa, na quantidade desejada e um custo acessível.

No gráfico abaixo vemos a evolução da indústria ao passar dos anos em relação a sua produtividade.

Figura 1- Revolução dos modelos de produção ao longo do tempo



Fonte: <http://www.pedbrasil.org.br/ped/artigos/079F8BA3E7E5281B.0%20no%20Brasil.pdf>

Conseguimos observar através deste modelo de gráfico que o volume de produtos e diversidade vem mudando cada vez mais ao passar dos anos.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de pesquisa

Esse trabalho tem como objetivo proporcionar maiores informações sobre a logística *lean* em indústrias 4.0, e se enquadra no tipo de pesquisa exploratória. Nesse tipo de pesquisa o autor deve analisar um conjunto de fenômenos, buscando suas particularidades, sendo considerado, muitas vezes, o primeiro passo para uma pesquisa mais aprofundada (WASLAWIKI, 2014).

Do ponto de vista da abordagem técnica, o trabalho foi realizado a partir da pesquisa bibliográfica, que consta da análise de material já publicado, como livros, trabalhos acadêmicos, inclusive materiais disponíveis na Internet (SILVA; MENEZES, 2005). Para a elaboração desse trabalho, foi realizada a seleção das informações obtidas por essas fontes publicadas. A pesquisa exploratória também “Proporciona maiores informações sobre o tema que o pesquisador pretende abordar [...] e também a descobrir uma forma original de desenvolver seu assunto”. (CIRIBELLI, 2003 p.54)

3.2 Fontes publicadas

A pesquisa se iniciou com a identificação das principais literaturas publicadas sobre o estudo. Foram, então, identificadas as fontes clássicas com os principais autores relacionados, de forma geral. Também foi realizada uma busca sobre o assunto na internet, procurando acessar sites acadêmicos ou de instituições relacionadas a assuntos de logística *lean* quanto a indústria 4.0.

Tipos de publicações que foram utilizadas:

1. Livros;
2. Teses;
3. Dissertações;
4. Artigos; e
5. Textos da Internet.

3.3 Base de dados

Foram utilizadas diversas bases de dados para esse estudo. Para a localização de livros sobre o tema foi utilizado o sistema busca da biblioteca da UNITAU. Quando não foi possível o empréstimo do livro, o mesmo foi adquirido para o maior aprofundamento das questões abordadas na monografia. Os artigos foram extraídos de casos ocorridos e aplicados em empresas fixadas no exterior e até mesmo entrevistas publicadas em revistas do setor de engenharia e empreendedorismo.

3.4 Seleção das fontes

Foi realizada uma triagem das literaturas encontradas para selecionar quais delas realmente seriam utilizadas na monografia. Para isso foi feita a leitura exploratória das fontes, identificando o conteúdo de cada publicação, tendo em mente os objetivos desse trabalho. Depois foi feita a leitura interpretativa, com a qual pôde ser realizada a compilação de ideias de diversos autores, permitindo a realização das interpretações e críticas próprias sobre o assunto.

3.5 Análise e interpretação

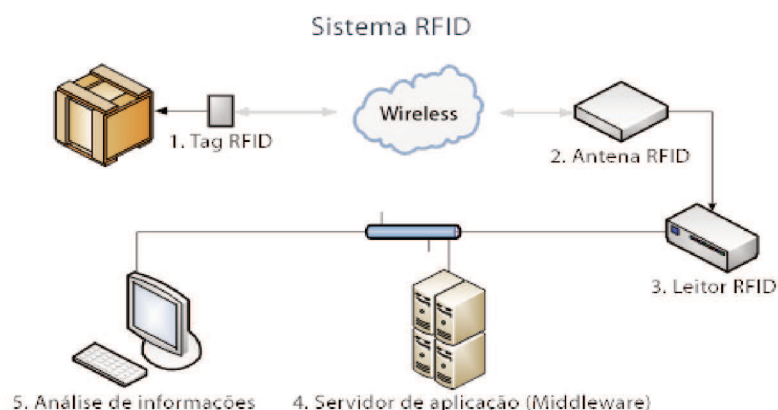
Para cada fonte bibliográfica foi realizado um fichamento, identificando os principais trechos de cada uma das literaturas. A partir de cada fichamento, foi realizada a compilação dos diferentes conceitos e definições que são abordados por cada autor. A partir de uma análise prévia sobre como cada autor aborda o assunto, foi possível o desenvolvimento de uma redação embasada, com uma escrita interpretativa e crítica sobre o assunto.

4 DISCUSSÃO e RESULTADOS

Constatou-se que o melhor caminho para ter uma logística sem desperdícios é seguir uma sequência estruturada de etapas “Lean”, implantar o *Lean Manufacturing* para enfrentar os grandes desafios de mercado e de competitividade, por se tratar de um modelo de gerenciamento que possui inúmeras vantagens, a destacar: melhora o fluxo de material, diminui variações no processo, reduz perdas, custos e tempo de ciclo, aumenta o potencial e a qualidade, diminui o absenteísmo, proporciona alto nível de envolvimento e comprometimento dos colaboradores, definindo o problema até a implementação da solução, sendo muito utilizados o Kaizen e o PDCA. As metas de se reduzir o tamanho do lote, aumentar a frequência de entrega e nivelar o fluxo de entrega, são compartilhadas entre a Logística *Lean* e a Indústria 4.0.

Outras técnicas para um melhor controle da produção são os Fluxos de informações - Tecnologia (TI): WMS (Sistema de Gerenciamento de Armazenagem), código de barras/bidimensional e RFID (Identificação por Rádio Frequência, conforme ilustrado na Figura 1); além dos TMS (Sistema de Gestão de Transporte) - roteirizadores, rastreamento e controles (Figura 2).

Figura 2 – RFID - Identificação por Rádio Frequência

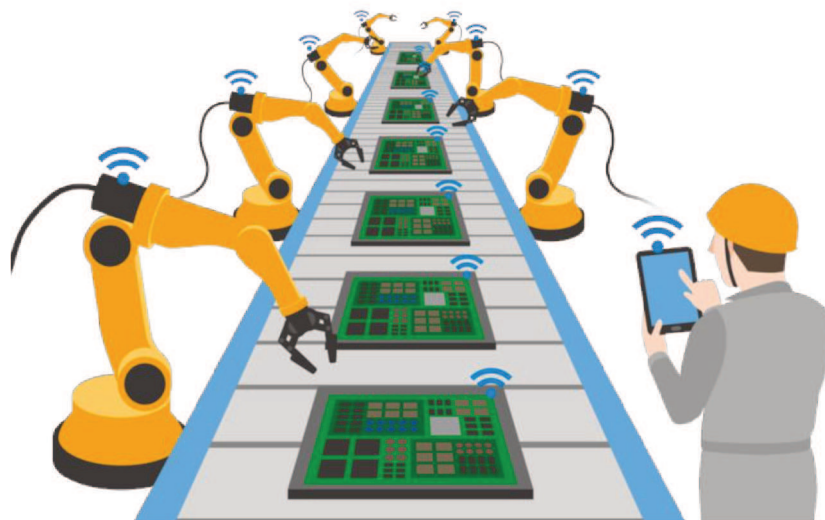


Fonte: <http://www.quaronline.com/comunidad/los-sistemas-rfid-ayudan-a-otros-profesionales/>

TMS (Transportation Management Systems) consiste numa ferramenta logística de controle do sistema de gerenciamento de transporte. O TMS é uma solução para gestão do processo de transporte que permite ao usuário visualizar e controlar toda a operação e a gestão de transporte de forma integrada. O sistema é desenvolvido em módulos que podem ser adquiridos pelo cliente, consoante as suas necessidades. Este sistema controla os processos de um transportador, operador logístico, ou de um embarcador (contratante de transportes), abrangendo as áreas comerciais, operacionais, sac, seguros, faturamento, financeira e logística. Um TMS visa ser integrado com um sistema de ERP, desta forma ao emitir um CT-e ou NFS-e, por exemplo, a integração financeira, fiscal e contábil ocorrerá automaticamente.

O sistema tem como finalidade identificar e controlar os custos inerentes a cada operação, sendo importante identificar e medir os custos de cada elemento existente na cadeia de transporte, a qual envolve não só o veículo em si, mas também a gestão dos recursos humanos e materiais, o controle das cargas, os custos de manutenção da frota e índices de discrepâncias nas entregas, bem como as diversas tabelas de fretes existentes (peso, valor, volume) apresentando o modelo que melhor se ajusta.

Figura 3– Rastreamento e Controles na Indústria 4.0



Fonte:

<http://designdecoration.info/blog/industrie-4.0.abp>

A internet das coisas permite que objetos coletem dados e enviem para uma central ou até mesmo que eles sejam controlados remotamente através da internet, criando assim oportunidades entre o mundo físico e o mundo virtual, na maioria das vezes tudo isso resulta em melhorias de eficiência, melhorias de precisões dos objetos entre outros e assim resulta em economia de tempo e dinheiro.

Com os recursos vistos, pode se ter uma redução significativa dos custos totais de logística, de 20% a 40%, além de reduções de estoques e melhorias nos níveis de entrega.

5 CONCLUSÃO

A incorporação da digitalização à atividade industrial resultou no conceito de Indústria 4.0, em referência ao que seria a 4ª revolução industrial, caracterizada pela integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real com o virtual, criando os chamados sistemas ciber-físicos e viabilizando o emprego da inteligência artificial.

Figura 4- Interação na indústria 4.0



Fonte: <http://www.pedbrasil.org.br/ped/artigos/079F8BA3E7E5281B.0%20no%20Brasil.pdf>

Este trabalho trouxe novos elementos para o entendimento do funcionamento da Filosofia *Lean* no ramo da logística, combinando-se com o esperado da Indústria 4.0, visando obter melhores resultados produtivos, reduzindo os desperdícios e, conseqüentemente, expandindo a lucratividade da empresa.

A *IOT* tem um papel muito impactante na área da logística, aplicando esse conceito em uma frota de caminhões nós conseguiríamos inúmeras vantagens como levantar dados da telemetria, evitar fraudes no sistema de abastecimento, obter números da performance dos motoristas, gerenciar a manutenção dos caminhões. Todas essas técnicas que são requisitos básicos na formula 1, já começam a ser utilizadas em frotas de transporte.

Um ponto de suma importância, que se destaca especificamente para a realidade brasileira, é que de nada adiantará a divulgação e o estímulo para que as indústrias adotem a tão propalada “Indústria 4.0” em suas operações de manufatura, se os produtos por elas gerados ainda tiverem que ser transportados e entregues utilizando-se uma infraestrutura logística datada da geração 2.0... quando muito!

6 REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BAUM, È. **Empresas buscam Kanban online para aumento da produtividade**. Disponível em: <<http://cio.com.br/opiniaio/2016/08/30/empresas-buscam-kanban-online-para-aumento-da-produtividade/>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

CANEDO; BICALHO, L . **A revolução industrial: coleção discutindo a história. M**. Disponível em: <http://www.suapesquisa.com/industrial/fases_revolucao.htm>. Acesso em: 27 abr. 2017.

CASTELLAR, R. **A filosofia Lean está baseada em cinco princípios que são incondicionalmente aplicados a qualquer área, inclusive TI**. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/o-que-sua-empresa-precisa-para-ser-lean>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

CENTO, J. **Por que a Integração da Cadeia de Suprimentos é Crucial na Era da Indústria 4.0**. Disponível em: <<https://abcomm.org/noticias/por-que-a-integracao-da-cadeia-de-suprimentos-e-crucial-na-era-da-industria-4-0/>>. Acesso em: 16 mai. 2017.

CIRIBELLI, M. C. **Como elaborar uma Dissertação de Mestrado através de Pesquisa Científica**. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2003.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: edição compacta**. – 4 ed. – São Paulo: Atlas, 1995.

FORSCHUGSUNION. **Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0**. Alemanha. 2013.

FAUSTINO, B. **Seis princípios básicos da Indústria 4.0 para os CIOs**. Disponível em: <<http://cio.com.br/noticias/2016/05/02/seis-principios-basicos-da-industria-4-0-para-os-cios/>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

FELIPE, A. **Como a indústria 4.0 pode mudar o jogo**. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/como-industria-4-0-pode-mudar-o-jogo/>> .Acesso em : 13 abr. 2017.

GOETHE, Alejandro. **Oficina do Historiador: A Revolução Industrial e suas Fases**. 2010. Disponível em: <<http://oficinadohistoriador.blogspot.com.br/2009/05/revolucao-industrial-e-suas-fases.html>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

LOPES, G. **O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo**. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 14 abr.2017.

MUNHOZ, I. **Indústria 4.0: a nova geração da indústria digital**. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/industria-40-nova-geracao-da-industria-digital>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

NOVAES, Antônio Galvão. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

REIS, S. **MODELO TOYOTA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL - O Sistema Toyota de Produção**. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/modelo-toyota-de-producao-industrial-o-sistema-toyota-de-producao/60176/>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVEIRA, C. **Jidoka: Automatização com um toque humano**. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/jidoka/>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

VENTURELLI, M. **Indústria 4.0: Uma Visão da Automação Industrial. Automação Industrial**. Disponível em: <<http://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-da-automacao-industrial/>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

WASLAWIKI, R. S. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação**. 2 ed.