

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Davi Ferreira Santa Rosa

Lucas Araujo Alves

**KANBAN- UM ESTUDO DE CASO EM UMA
EMPRESA DE ÓLEO E GÁS**

Taubaté – SP

2022

**Davi Ferreira Santa Rosa
Lucas Araujo Alves**

**KANBAN- UM ESTUDO DE CASO EM UMA
EMPRESA DE ÓLEO E GÁS**

Trabalho de Graduação, modalidade de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Gestão e Negócios da Universidade de Taubaté para obtenção do Título de Bacharel em Administração.

Orientador (a): Prof. Me. Júlio Gonçalves

**Taubaté – SP
2022**

Grupo Especial de Tratamento da Informação – GETI
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

A474k Alves, Lucas Araujo

Kanban - um estudo de caso em uma empresa de óleo e gás. / Lucas Araujo
Alves, Davi Ferreira Santa Rosa - 2022.

82 f. : il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de Gestão
e Negócios, Taubaté, 2022.

Orientação: Prof. Me. Julio Cesar Gonçalves, Departamento de Gestão e
Negócios.

1. Administração da produção . 2. Produção enxuta. 3. Logística
empresarial. I. Santa Rosa, Davi Ferreira. II. Título.

CDD 658.51

Davi Ferreira Santa Rosa

Lucas Araujo Alves

LEAN MANUFACTURING – UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Graduação, modalidade de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Gestão e Negócios da Universidade de Taubaté para obtenção do Título de Bacharel em Administração.

Orientador (a): Prof.Me.Júlio Gonçalves

Data: _____

Resultado: _____

COMISSÃO JULGADORA

Prof. _____ Universidade de
Taubaté

Assinatura _____

Prof. _____ Universidade de
Taubaté

Assinatura _____

Prof. _____

Universidade de

Taubaté

Assinatura _____

Aos meus pais José Antônio Alves, Érika Aparecida Araujo Alves e a
minha avó Neusa Maria de Sousa pelo incentivo constante na minha
vida.

Aos meus pais Janaina Costa Ferreira Santa Rosa, Marco Antonio Santa
Rosa pelo incentivo constante.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Julio Gonçalves por lesionar algumas matérias durante o curso, ser nosso mentor durante o desenvolvimento do TG e por incentivar-nos a buscar sempre algo melhor, pensando de maneira flexível e sabendo lidar com as adversidades do mercado de trabalho.

Ao Prof. Dr Robson por quem temos muito apresso, sempre com um excelente humor e sabedoria leciona aulas criando uma atmosfera de aprendizado inexplicável, pelo constante apoio, incentivo e conselhos durante todo o curso

Aos Profs. Drs. das bancas, pelas importantes sugestões que muito acrescentaram na conclusão deste trabalho.

.

"A qualidade de seu trabalho tem tudo a ver
com a qualidade de sua vida."
(OrisonSwettMarden, 1924)

Resumo

Alves, Lucas e Ferreira, Davi. TÍTULO: LEAN MANUFACTURING – UM ESTUDO DE CASO.: 2022. 123 f Trabalho de Graduação, modalidade Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do Certificado do Título em Bacharel em Administração. Do Departamento de Gestão de Negócios da Universidade de Taubaté, Taubaté.

O propósito básico deste trabalho é contribuir com a organização dos recursos disponíveis na área de produção de uma empresa. Este estudo de caso iniciou-se a partir da dificuldade de armazenar os locais de armazenamento interno e externo de peças em processo na área de produção. O objetivo deste estudo de caso é auxiliar a supervisão na administração dos recursos com base na demanda já existente dentro da produção, tendo em vista que dentro dos processos na manufatura, o gargalo varia constantemente quando a empresa não opera em uma linha de produção seriada. Desta forma utilizou-se das ferramentas do Lean Manufacturing que é um sistema de produção desenvolvido pela Toyota e baseado na redução de desperdícios. Com ênfase no KANBAN foi criado um meio de gerir todos estes recursos de forma visual, facilitando o gerenciamento de toda área.

Palavras-chave:Gargalo, Lean Manufacturing, Kanban, Gerenciamento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- As fases da Revolução Industrial	30
Figura 2- A confluência de tecnologias-chaves que permitem a transformação digital industrial	31
Figura 3- Diferença entre os tipos de produção.....	43
Figura 4- Os cinco princípios do pensamento enxuto	48
Figura 5- Diagrama de Ishikawa: Perda por superprodução	52
Figura 6- Os sete desperdícios do Lean Manufacturing	59
Figura 7- Área de armazenamento interno de peças	67
Figura 8- Área de armazenamento externo de peças	67
Figura 9- Peças na fila de ajustagem e qualidade	69
Figura 10- Peças na fila de ajustagem e qualidade	70
Figura 11- Área de armazenamento interno com identificação das peças	73
Figura 12- Área de armazenamento interno com identificação das peças	74
Figura 13- Área de armazenamento externa com identificação das peças	74

LISTA DE SIGLAS

CPS	Cyber Physical System
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
IIoT	Internet Industrial da Coisas
IOT	Internet of Things
IROG	Índice de Renda Operacional Global
JIT	Just in Time
M2M	Machine to Machine
MIT	Massachusetts Institute of Technology
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONG	Organizações Não Governamentais
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
PINTEC	Pesquisa Industrial sobre Inovação Tecnológica no Brasil
TI	Tecnologia da Informação
TPS	Toyota Production System
WIP	Work In Progress

SUMÁRIO

RESUMO.....	09
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE SIGLAS.....	11
SUMÁRIO.....	12
1INTRODUÇÃO.....	14
1.1Tema do trabalho.....	15
1.2Objetivos do trabalho.....	15
1.2.1 Objetivo Geral.....	15
1.2.2 Objetivos Específicos.....	15
1.3 Problema.....	16
1.4 Relevância do Estudo.....	16
1.5 Delimitação do Estudo.....	17
1.6 Metodologia.....	17
1.7 Organização do Trabalho.....	17
2REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Cultura e Empresas.....	19
2.2 Indústria 4.0.....	25
2.2.1 Internet das coisas IOT.....	34
2.2.2 BIG DATA.....	35
2.2.3 Competividade industrial por meio de inovações tecnológicas.....	36
2.2.4 Industria 4.0 Seus Benefícios, Impactos e Desafios.....	38
3.DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	40
3.1Lean Manufacturing – Produção Enxuta.....	40
3.1.2 Conceitos.....	40
3.1.3 Origem.....	42
3.2 Os cinco princípios do pensamento.....	44
3.2.1 Especificação do Valor.....	45
3.2.2 Identificação da Cadeia de Valor.....	46

3.2.3 Fluxo de Valor.....	46
3.2.4 Produção Puxada.....	47
3.2.5 Busca da Perfeição.....	47
3.3 Os Sete Desperdícios na Produção Enxuta.....	49
3.3.1 Desperdício de Superprodução.....	50
3.3.2 Desperdício de Espera.....	52
3.3.3 Desperdício de Transporte e Movimentação.....	53
3.3.4 Desperdício de Processamento em si.....	54
3.3.5 Desperdício de Movimento.....	55
3.3.6 Desperdício de Produzir Itens/Produtos Defeituosos.....	56
3.3.7 Desperdícios de Estoques.....	57
3.4 O Sistema Kanban.....	59
3.4.1 Origem do Kanban.....	60
3.4.2 Funcionamento prático do Kanban.....	62
3.4.3 A aplicabilidade do sistema Kanban.....	63
4. Estudo de caso.....	66
4.1 Empresa Foco do Estudo de Caso.....	66
4.2 Características Físicas do Ambiente Analisado.....	67
4.2.1 Situação Atual.....	68
5. Resultado e Discussão.....	71
6 Conclusão.....	75
Referencias Bibliográficas.....	77
Glossário de termos técnicos.....	83

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA DO TRABALHO

Este trabalho descreve um estudo de caso realizado em indústria metalúrgica, onde foi aplicado o sistema *Kanban* (*quadro de sinalização que controla os fluxos de produção*) dentro da produção na área da manufatura, com a intenção de expor as vantagens da aplicação do sistema nesse tipo de indústria. Tal análise se dá devido aos vários processos de produção na fabricação de produtos dentro da área da manufatura, que contempla os processos de usinagem, solda e qualidade, para todos esses processos se faz necessário a gestão de fila dos itens que estão pendentes nessas etapas e é com esse intuito que foi realizada uma ação envolvendo a gestão de Kanban para auxiliar a gestão das áreas em ter visualmente a demanda do processo. Juntando a grande diferença de processo entre alguns setores da empresa, sem um sistema de distribuição de serviços, a produção pode vir a ter considerável perda de eficiência diminuindo a agilidade no processo e os ganhos da empresa.

O uso do Kanban pode apresentar vantagens na linha de produção, pois acredita-se que devido aos vários processos de fabricação presentes na indústria manufatureira, a falta de um sistema de distribuição de tarefas organizado, faz com que a empresa venha a ter perdas de produção devido ao acúmulo de estoque em determinados setores da produção. Com essa perda de produção a empresa não tem a mão de obra produzindo de maneira produtiva, causando prejuízos e aumento de custos.

A implementação do sistema Kanban irá fazer com que haja uma distribuição correta e adequada de matéria prima em toda a linha de produção diminuindo todas as perdas no processo. Tal abordagem se justifica pois visa melhorar a produção da empresa, diminuindo a quantidade de estoque de matéria prima entre setores, aprimorando o ritmo de produção dos colaboradores, eliminando os processos desnecessários, redução de custos e aumento da qualidade do produto.

Com base teórica em livros e artigos publicados, revistas especializadas em Kanban e sistema Toyota de produção que foi o grande marco de pesquisas e resultado voltado para a redução de desperdícios no processo, o objetivo desse estudo é demonstrar como a administração de recursos por meio do sistema KANBAN pode melhorar a produtividade da indústria manufatureira, expondo as vantagens de ter e executar este modelo de gestão.

O Kanban se define como um sistema de controle visual simplificado, que é aplicado no chão de fábrica em empresas com produção repetitiva, seus sistemas são um meio para a melhoria total e continua dos sistemas de produção (SHINGO, 1996).

O conceito Kanban é normalmente confundido com o conceito just-in-time, porém o Kanban é uma parte do sistema just-in-time, ele possui suas próprias funções independentes e é através dele que sistema just-in-time flui suavemente (OHNO, 1997).

1.2 OBJETIVO DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste projeto é o desenvolver uma pesquisa bibliográfica descritiva com foco em soluções para o problema identificado na empresa metalúrgica localizada no estado de São Paulo, através de propriedades do Lean Manufacturing.

1.2.2 Objetivos Específicos

Encontrar uma forma de organizar a área de armazenamento interno, diferente de delimitar um espaço específico, visto que a demanda é volátil e essa tentativa já foi falha, buscando ter a visibilidade do próximo processo dos itens que estão no local.

1.3 PROBLEMA

Foi observado na empresa Alpha uma dificuldade em organizar a área de armazenamento interno e entender qual a demanda dos itens que estão nas filas de processos intermediários que são ajustagem (eliminação de rebarbas após finalizar a usinagem em máquina) e qualidade que contem a inspeção dimensional e os ensaios não destrutíveis, tais como; líquido penetrante, ultrassom e partícula magnética. Dentro deste processo também havia a dificuldade em visualizar os itens que já haviam passado pelos processos intermediários e que já estariam disponíveis para as máquinas (em caso de processo intermediário) ou pintura (em caso de processo final).

Para tais processo é necessário um sequenciamento por parte do setor de planejamento, foram feitas tentativas de organizar as áreas de *WIP (Work In Progress)* em espaços confinados as etapas específicas do processo, no entanto, não houve sucesso em virtude de não haver um padrão no processo, há peças de 15 toneladas, até itens como parafusos com 30 centímetros que estão sequenciados na fila da mesma etapa, conseqüentemente as peças maiores levam mais tempo dentro de cada centro de trabalho, desta forma, esses itens carregam com si o gargalo da fábrica, ou seja, a etapa que as peças maiores se encontram geralmente é onde estará o gargalo do processo, então a organização da área não consegue manter-se em um gerenciamento de espaços em virtude dessa flexibilidade de uma demanda contínua, pois de tempo em tempo varia a área que está com gargalo no processo.

1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Buscar que a empresa seja mais produtiva, auxiliar o controle por meio de uma gestão visual, errar menos, redução de custos por meio de melhorias qualitativas e quantitativas.

1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo é realizado no município de Taubaté, em uma empresa metalúrgica localizado no estado de São Paulo.

Os resultados apresentados refletem dados da observação da melhoria implementada no período de 01/08/2022 a 30/09/2022.

1.6 METODOLOGIA

A metodologia utilizada na elaboração do projeto é através da pesquisa bibliográfica, pois foram utilizados materiais publicados anteriormente sobre o tema (Lean Manufacturing), com foco em estudo de caso.

Descritiva - Em suma, a pesquisa descritiva propõe-se a descrever as características de determinada população ou fenômeno (PEREIRA, 2012). Nesta pesquisa serão descritas as características de uma empresa brasileira prestadora de serviços, indicando possíveis irregularidades no processo chave da empresa, sob a ótica do Kanban.

Qualitativa já que são necessários estudos mais completos sobre o Lean Manufacturing e a sua inserção em uma empresa prestadora de serviços.

1.7 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em 6 (seis) capítulos, de forma que a seqüência das informações ofereça um perfeito entendimento de seu propósito.

No Capítulo 1, apresenta-se uma introdução abordando questões como produção enxuta e kanban ainda tratam dos objetivos, da importância do tema, da

delimitação do local onde o estudo foi desenvolvido, do Método ou metodologia e como está organizado.

O Capítulo 2 trata da revisão bibliográfica, necessária para fundamentar a pesquisa, acerca de temas como cultura e empresas, Big data, internet das coisas e indústria 4.0.

O Capítulo 3 trata do desenvolvimento da pesquisa, abordando temas como a produção enxuta, suas origens e características e o sistema kanban.

No Capítulo 4 é apresentado o estudo de caso e as características do ambiente que foram analisadas para o desenvolvimento do trabalho.

O Capítulo 5 apresenta os resultados obtidos e as discussões acerca do projeto

No Capítulo 6 são realizadas as conclusões e sugestões para futuros estudos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Cultura e Empresas

Cultura organizacional, corporativa e empresarial são termos pouco comuns no âmbito das ciências sociais e da administração científica. Além de serem pouco comuns, parecem contraditórios entre si. Por um lado, repetem à racionalidade, performatividade, eficácia, eficiência e o pragmatismo que nos habituamos a associar com as organizações e os negócios e, por outro, ao universo simbólico da cultura, pouco afeito a mensurações, à objetividade, a resultados e associado ao particular, ao específico e a valores sociais duráveis.

Nas últimas duas décadas, contudo, os discursos de executivos, gerentes, consultores organizacionais e segmentos gerenciais médios, bem como as novas tecnologias gerenciais empregadas nos universos corporativos, passaram a registrar com frequência esses termos, a ponto de se falarem uma “moda” de cultura organizacional.

A partir da década de 1990, as esferas acadêmicas das ciências sociais, particularmente a da antropologia, passaram a considerá-los como alvos de atenção. Entretanto, tal fato tem uma ocorrência periférica, pois esse tem a desperta pouca atenção acadêmica e muita reação adversa.

Para os antropólogos, a apropriação do conceito de cultura, sem consulta prévia ou crédito, por uma esfera da sociedade mantida à distância das organizações e dos negócios trouxe e traz profunda inquietude (Barbosa, 2002).

Do ponto de vista epistemológico, o epicentro do debate está em qual o conceito de cultura empregado e o uso a que ele se destina na compreensão da realidade organizacional. A lógica pragmática que permeia o universo organizacional e a maneira substantiva de se definir e empregar o conceito de cultura incomodam muito a alguns antropólogos, que julgam perdidos anos de refinamento e complexidade conceitual.

Do ponto de vista da identidade profissional, a apropriação por parte de executivos, líderes organizacionais e gestores de todos os tipos da linguagem da

cultura retirou dos antropólogos o distanciamento crítico e a postura intelectualmente independente que sempre tiveram em relação às instituições do capitalismo.

Do ponto de vista ideológico, a grande influência das posições de esquerda no mundo acadêmico, principalmente no europeu e brasileiro, e uma postura moral crítica em relação à dignidade da esfera produtiva face a superficialidade das atividades de consumo por parte da academia levaram a uma deformação temática nas ciências sociais.

De acordo com Moraes (2004), os elementos humanos e materiais, que fazem parte das organizações, possuem forte ligação e interdependência do meio ambiente, no qual estão inseridas, e a este fazendo trocas constantes. As organizações são diferentes entre si, não existem duas iguais, assim como as pessoas. Podem durar meses, décadas ou séculos, sobrevivendo aos seus fundadores, ou podem desaparecer repentinamente, pelo simples fato de que não são sistemas perfeitos.

A consequência de tal fato pode ser sentida, por um lado, na abundância de pesquisa, trabalhos e teorias sobre os diferentes sistemas produtivos e alguns de seus principais atores como, por exemplo, operários e trabalhadores e, por outro na quase total ausência de pesquisa, trabalhos e teorias sobre o consumo, seus diferentes sistemas e atores, arranjos institucionais e segmentos do mundo organizacional das sociedades capitalistas.

Nesse contexto de privilegio epistemológico da esfera produtiva, as atenções dos pesquisadores centraram-se nas relações de trabalho entre operários e capitalistas, na existência ou não de uma consciência de classe, no papel dos intelectuais nesse processo, nas formas de propriedade dos meios de produção, nas implicações que a organização capitalista da produção tinha e tem na construção de certo tipo de sociedade e estrutura de poder.

O sistema gerencial e administrativo da produção eram e ainda são vistos, em muitos casos, como meros instrumentos de julgamento do trabalhador aos objetivos de lucro do capitalista, como se fossem destituídos de autonomia própria e capacidade de intervenção e transformação da realidade (Barbosa, 2022)

A partir dessa postura teórico-ideológica surgiu uma abundante literatura sobre trabalhadores urbanos, relações de trabalho no chão de fábrica, sindicatos e estilo de vida das classes trabalhadoras, entre outros. Paralelamente, e no sentido inverso dessa produção, registra-se uma ausência quase absoluta de conhecimento e trabalhos sob os setores gerenciais em todos os seus níveis; os valores e as lógicas subjacentes às práticas administrativas, as tecnologias gerenciais, as ideologias empresariais do mundo contemporâneo, com diferentes significados das diferentes éticas sobre o trabalho no âmbito das organizações, sofre o processo de mudança organizacional sobre as diversas elites gerenciais sobre os pressupostos sócio-lógicos dos sistemas administrativos e outros aspectos da vida organizacional e corporativa. (Barbosa, 2022)

Entretanto, a despeito da indiferença das ciências sociais, a década de 1990 registrou um aumento de interesse pela questão cultural no âmbito das organizações de modo geral, e das grandes corporações de forma particular.

Para Maximiano (1995), organização compreende “uma combinação de esforços individuais que tem por finalidade realizar propósitos coletivos. Além de pessoas, as organizações utilizam outros recursos, como máquinas e equipamentos, dinheiro, tempo, espaço e conhecimentos”

A palavra organizações se refere às entidades criadas por indivíduos que compartilham os mesmos interesses e valores e que buscam alcançar certos objetivos. São planejadas de forma deliberada para realizar um determinado objetivo e formam unidades sociais portadoras de necessidades e interesses próprios.

O tema da cultura organizacional e corporativa tornou-se um elemento central de reflexão para gerentes corporativos, dos mais diferentes níveis, e consultores organizacionais das mais variadas formações. A partir dele, pensam ideológica e realisticamente acerca das organizações do mundo contemporâneo, no contexto de um universo social e político profundamente mutável e flexível em relação ao qual todos eles, reconhecidamente, admitem pouco estender e controlar, da forma como julgaram fazê-lo anteriormente.

“Conjunto de hábitos e crenças determinados por meio de normas, valores, atitudes e expectativas compartilhados por todos os colaboradores da organização.

A cultura espelha a mentalidade que predomina em uma organização” (Chiavenato, 2000).

Nesta frase de Chiavenato (2000), sobre cultura organizacional, extraída do seu livro “Comportamento Organizacional – A Dinâmica do Sucesso das Organizações” podemos observar que, a cultura, segundo o autor, é tudo o que podemos encontrar dentro de uma empresa. Envolve as normas internas (que diz muito sobre como a empresa espera que seus colaboradores se comportem), os valores (dizeres, muitas vezes expostos nas paredes e site da empresa, que expressa como a empresa age, quais são suas motivações e diretrizes) hábitos e crenças, que é o que a empresa acredita ser certo ou errado, o que acredita que dá certo ou não aos seus negócios, como as pessoas devem ou não se portar, a forma como as pessoas se relacionam no ambiente de trabalho. A frase: “A cultura espelha a mentalidade que predomina em uma organização”, nos diz que todas essas características mencionadas refletem o jeito de ser da organização. Sua cultura espelha as características que imperam no local.

Cultura organizacional foi o primeiro dos termos a surgir e se popularizar como resultante da combinação do conceito de cultura com outros oriundos do universo organizacional e de negócios. Com este termo os teóricos da administração procuraram chamar a atenção para a importância das esferas simbólicas do mundo organizacional. Ou seja, como valores, crenças e símbolos impactavam no comportamento das pessoas, no desempenho econômico e nos processos de mudança organizacional (Barbosa, 2022).

O interesse pelas questões culturais no interior da administração não é recente, embora esse tema só tenha começado a tomar vulto nas duas últimas décadas. Desde a primeira metade do século XX, ainda que de forma periférica, a literatura teórica de administração registra alguns autores que mencionaram a importância ou se preocuparam com a influência dos aspectos culturais na gestão dos recursos humanos e materiais. No início da década de 1960, por exemplo, os consultores de desenvolvimento organizacional vão utilizar o termo.

Entretanto, antes do final desta mesma década ele já tinha sido deixado de

lado em função de inadequações teóricas e metodológicas na análise do mundo organizacional (Barbosa, 2022)

O termo “cultura organizacional” reaparece novamente no período que se registra a sua consagração acadêmica no âmbito da administração.

Em 1983, as duas maiores revistas norte-americanas especializadas nessa área *Administrative Science Quarterly* e *Organizational Dynamics* publicaram, quase simultaneamente, dois números inteiramente dedicados ao tema. Além delas, outros quatro livros de estudiosos da administração *Teoria Z* (Ouchi, 1982), *The Art of Japanese Management* (Pascale & Athos, 1981), *Corporate Culture* (Deal & Kennedy, 1982), e *The Search of Excellence* (Peters & Waterman, 1982), surgidos nessa mesma época, consagraram o conceito de cultura organizacional como uma dimensão importante na área da administração.

Desde então, a expressão “cultura organizacional” tem sido usada para justificar decisões judiciais, explicar a falência na fusão de empresas, o sucesso de outras, as razões para mudança organizacional e choques culturais, entre outros aspectos.

“Para Maximiano (1995), Além de pessoas, as organizações utilizam outros recursos, como máquinas e equipamentos, dinheiro, tempo, espaço e conhecimentos”. As organizações se caracterizam pela existência da divisão social do trabalho, do planejamento, dos objetivos que justificam a própria finalidade de sua existência, além de uma estrutura de poder hierarquizada e racionalizada. Possuem algumas características que são básicas e comuns a quase todas as existentes

Em muitos casos, cultura organizacional torna-se um tipo de “caixa preta” na qual se coloca tudo aquilo que não se conhece e para o qual não se encontra uma explicação mais tangível e mensurável.

Na história do conceito de cultura organizacional podem ser identificados três momentos distintos. O primeiro deles se estende do início da década de 1960 até o seu final o segundo começa no início da década de 1980 até mais ou menos o início da década de 1990 e finalmente o terceiro, que se estende de meados dos anos 1990 até o momento atual (Barbosa, 2022).

O primeiro período caracteriza-se por:

- ligação do conceito com o movimento de desenvolvimento organizacional;
- concepção humanística do que seriamos valores organizacionais;
- visão da cultura com o instrumento de melhoria das organizações
- contexto histórico dos movimentos civis da década de 1960;
- retórica de auto desenvolvimento;
- pouco interesse em tratar a cultura como uma vantagem competitiva.

O segundo período caracteriza-se por:

- papel relevante que o Japão irá desempenhar na percepção da importância da cultura para o universo econômico e organizacional;
- uma discussão epistemológica sobre o que é cultura organizacional;
- sua dimensão pragmática/substantiva, ou seja, a tentativa de transformar o conceito de cultura em uma variável da estratégia gerencial e de competitividade;
- importância dos teóricos e consultores organizacionais na difusão do conceito.

O terceiro período caracteriza-se por:

- definição e inclusão do conceito de cultura organizacional com o ativo intangível das organizações;
- questão epistemológica da mensuração da cultura seu uso em um contexto mais de estratégia empresarial do que gerencial;
- sua relação íntima comum contexto de mudança na política social e ética das organizações por pressão da sociedade;
- liderança corporativa com o um dos seus principais agentes de promoção.

Todos esses momentos foram de constante evolução para o mundo empresarial e as organizações, hoje as empresas trabalham sua visibilidade em relação a cultura social empregada, nas redes sociais. Algumas fazem eventos em prol da comunidade que esta localizada próximo a sede da organização, outras também optam por agir em *ONG's (organização não governamental)* ou casas que auxiliam pessoas com carências. Dentro do seu recinto, a inclusão de pessoas portadoras de necessidades especiais, a adesão a eventos que envolvem o movimento LGBTQI+, eventos que trabalham a consciência com o meio ambiente

evidenciando a importância da reciclagem, entre outras formas de agir em prol do mundo, são também ações empregadas pelas organizações, a fim de mostrar-se apta as diversidades e necessidades do mundo.

2.2 Indústria 4.0

O desenvolvimento do setor industrial ajuda na melhora da renda nacional e promove um aumento no nível de vida da população. Desempenha um papel importante na elevação econômica de uma nação. Ele eleva a capacidade produtiva das pessoas e cria oportunidades crescentes de emprego. Apesar dos benefícios (e dos mais variados impactos na sociedade), o crescimento deste setor produtivo também requer muitos desafios para que tais resultados sejam possivelmente alcançados.

A Nova Revolução Industrial teve origem em um projeto estratégico do governo alemão que se atentou para o benefício na utilização de novas tecnologias no setor manufatureiro. Em abril de 2013, na mesma feira que em se iniciou o projeto, foi apresentado um projeto final, no qual se desenvolveu a idéia de que o setor produtivo possa conter máquinas, sistemas cibernéticos e redes inteligentes capazes de propiciar maior autonomia e eficiência produtiva (BÜRKNER et al., 2016).

A Indústria 4.0 é apontada como uma nova etapa da Revolução Industrial, que tende a impulsionar o crescimento e o desenvolvimento econômico. Nesse formato, o *TI (tecnologia da informação)*, a automação das atividades e o controle das demandas são aplicados aos procedimentos de manufatura, no intuito de gerar processos personalizados, independentes, eficientes e customizáveis (BRETTEL et al., 2014).

A partir de recursos como os de *IoT (Internet das Coisas)*, *IA (Inteligência Artificial)* e computação em nuvem, é possível modificar toda a cadeia de produção de uma companhia, tornando-a mais ágil, organizada e produtiva.

No campo do desenvolvimento e crescimento industrial, dois conceitos se destacam no sentido de ajudar na compreensão das mudanças ocorridas neste setor: a tecnologia e a técnica. A tecnologia entende-se como conjunto de teorias sobre os meios de produção, e a técnica compreende a aplicação deste conjunto teórico na prática. Ambos os conceitos são empregados tanto na produção de novos produtos quanto nas mais diversas etapas das atividades produtivas. No âmbito destas atividades, estes dois conceitos se contrastam com a invenção e com a inovação, que também são importantes para impulsionar o progresso tecnológico. Que por vez, a invenção é o conhecimento sobre as novas técnicas, enquanto que a inovação é a aplicação destas novas técnicas nas atividades de produção (TIGRE, 2006).

Inovar é criar algo novo, é introduzir novidades, renovar, recriar. A inovação é sempre tida como sinônimo de mudanças e/ou melhorias de algo já existente. O termo inovação pode ser definido como “uma ideia, uma prática ou um objeto percebido como novo pelo indivíduo”, por ROGERS E SHOEMAKER (1971 citado por TIGRE, 2006). Ou seja, um progresso em inovação é caracterizado por utilizar forças produtivas (capital, terras, força de trabalho) de modo diferente do que foi utilizado anteriormente.

Em termos gerais, a inovação empresarial é o levantamento de novas idéias ou o emprego original do conhecimento, gerando proveito mediante a competição no mercado para responder com sucesso comercial as demandas. Ela pode ser realizada pela empresa individualmente, como também parceria com outras instituições ou adaptando idéias de outras empresas, sejam nacionais ou estrangeiras.

Conforme descrito no Manual de Oslo (1997) a inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, como também de um processo de produção e de um novo método de marketing, ou de um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas da empresa, que resultem em maior competitividade no mercado.

A discussão conceitual para os diversos tipos de inovação iniciou a partir do Manual de Frascati¹, que desenvolveu conceitos e criou definições para a *P&D (Pesquisa e Desenvolvimento)*. Posteriormente, desenvolvido pela OCDE (*Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico*) o Manual Oslo², que foi utilizado como base para desenvolver a *PINTEC (Pesquisa Industrial sobre Inovação Tecnológica no Brasil)*, que é realizada pelo IBGE (*Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas*), segundo TIGRE (2006).

Estes manuais possibilitam a comparação por meio de coleta de dados mensurados sobre P&D com as bases estatísticas internacionais. Mediante estes conceitos as empresas são consideradas inovadoras ao incorporarem em suas atividades qualquer novidade na produção de mercadorias ou serviços.

A definição do novo paradigma tecnológico se aplica quando um determinado setor, ou um grupo de setores, apresenta modificações em sua estrutura produtiva por meio de tecnologias emergentes ou existentes. Ademais, estas modificações vêm acompanhadas de reorganização nas relações dentro da firma e com o mercado na qual se está inserido (TIGRE, 2006).

Tais mudanças estão atreladas ao fato de que não apenas a estrutura técnica alterou, mas que ocorreram modificações socioeconômicas, agindo diretamente em toda atividade econômica. Este novo modelo pode ser observado na Indústria 1.0, a primeira revolução industrial, iniciada na Inglaterra em meados do século XVIII, significou um período de grandes mudanças. Essas mudanças, ao longo dessa fase, estavam limitadas ao domínio inglês. Contudo, ao longo do desenvolvimento de novas tecnologias e aprimoramentos de técnicas, essas transformações espalharam-se pelo mundo todo, sendo, portanto, fundamental para entender a atual configuração da sociedade.

A principal característica dessa fase é a mudança do processo produtivo. Anteriormente, o trabalho era feito por artesãos, mulheres, homens e crianças, que o desenvolvia em suas casas ou em oficinas. Com a Revolução Industrial, esse trabalho passou a ser desenvolvido em fábricas com a utilização de máquinas. Antes, a execução de trabalho que era feita manualmente demandava muito tempo,

visto que os trabalhadores precisavam realizar todas as etapas do sistema produtivo (SOUSA, Rafaela, 2020).

Com o avanço tecnológico, foi possível desenvolver máquinas capazes de otimizar o tempo, possibilitar a produção em maior escala e, conseqüentemente, o aumento dos lucros. Nesse período, passa a existir o que conhecemos por “divisão do trabalho”. Cada trabalhador passa, então, a exercer apenas uma etapa da produção e não todas as etapas (da matéria-prima à comercialização), como era feito anteriormente.

Surge também o trabalho assalariado, ou seja, o trabalhador que antes controlava o processo produtivo passa a ser um funcionário que recebe uma remuneração pela sua produção. Sendo assim, a mão de obra passa a ser vendida, significando o surgimento de novas relações de trabalho. (SOUSA, Rafaela, 2020).

Com o fim da segunda guerra mundial, surgiu a Terceira Revolução Industrial que é também conhecida como Revolução Técnico-Científica. Assim como na Primeira e na Segunda Revolução Industrial, demonstrou uma alteração drástica no processo produtivo. Esta terceira fase ocorre a partir da segunda metade do século XX. Os territórios atingidos por este fenômeno são diversos, com ênfase no Japão, na Europa e nos Estados Unidos. Duas características fundamentais da Terceira Revolução Industrial são a internet e a robótica. Com a automação industrial, tarefas que antes eram especialidade de um trabalhador (como no modelo fordista e taylorista), agora podem ser realizadas por máquinas como braços robóticos.

O avanço das tecnologias de comunicação trouxe ao mundo uma maior conectividade. A este processo também se costuma chamar de globalização. Alguns pesquisadores explicam que, com o enfático crescimento da internet a partir dos anos 1990, ocorreu um fenômeno conhecido como “diminuição do mundo” (ERIC HOBBSBAWM (1983), APUD ARAÚJO, 2021).

Assim, as telecomunicações e os transportes passam a diminuir as distâncias relativas. Exemplos como o comércio online, a rapidez na entrega de materiais via transporte interconectados, assim como as transações financeiras praticamente em tempo real, endossam essa teoria. A velocidade é a principal característica da Terceira Revolução Industrial.

Fora a internet e a robótica, outro marco da Terceira Revolução Industrial são as energias renováveis como a eólica e a biomassa. Apesar do petróleo ainda ser a principal matriz utilizada no mundo para a geração de energia, surgem gradualmente novas opções. Segundo com as decisões do Acordo de Paris, estas energias novas seriam menos prejudiciais ao meio ambiente.

Na Terceira Revolução Industrial os processos de produção passam a ser praticados de acordo com as premissas do toyotismo. Ao contrário do fordismo, criado nos Estados Unidos na Segunda Revolução Industrial, o toyotismo surgiu no Japão. Ele consiste em um modo de produção realizado de acordo com a demanda, com o fim de não acumular matérias-primas e produtos. É o que se conhece por produção “just in time”.

O trâmite constante envolvendo o encurtamento dos espaços e também a interconectividade traz à tona o modelo transnacional para as corporações. Ou seja, se antes estas mesmas companhias ocupavam um espaço geográfico delimitado, agora elas estão espalhadas pelo mundo todo (TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL, 2017).

Apesar disso, o deslocamento de uma transnacional de um país desenvolvido para uma nação subdesenvolvida não significa uma evolução conjunta, visto que muitas vezes a presença em tais regiões se dá por facilidades como isenções fiscais, força de trabalho abundante e barata, aproveitamento sem restrições de recursos naturais e até mesmo influência política perante estas regiões. A este fenômeno se dá o nome de descentralização industrial. Algumas destas companhias possuem até mesmo o lucro anual maior do que o *PIB (Produto Interno Bruto)* dos países em que se instalam.

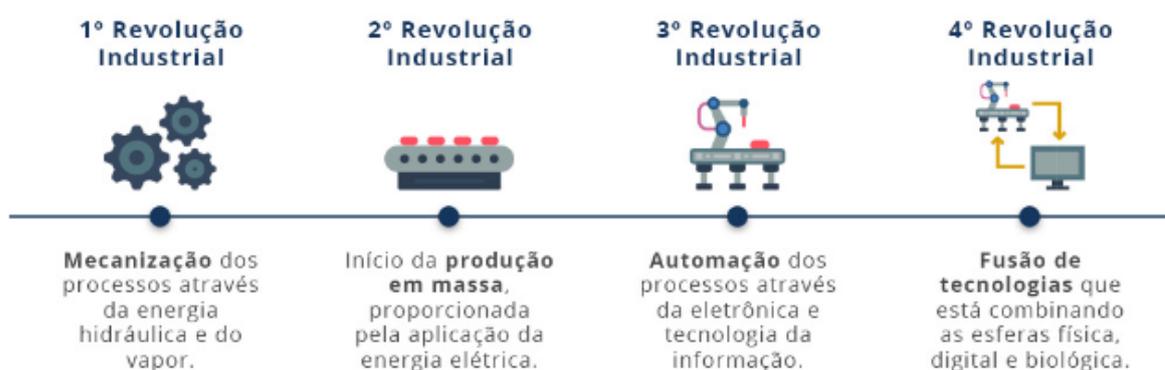
Quando se fala em Terceira Revolução Industrial, é importante ter em mente o surgimento do setor terciário. Dentro deste segmento estão as atividades de prestação de serviços e comércio. Isso se deve à chamada Revolução Verde - proveniente também das transformações da Terceira Revolução Industrial. Ela consiste na evolução tecnológica no campo através de equipamentos e práticas inovadoras que aumentaram a produtividade do solo e, conseqüentemente, renderam o aumento da produção de alimentos.

Assim, grande parcela da população proveniente das atividades agrárias acabou ficando desempregada. Com isso, ocorreu o seu movimento na direção das cidades em busca de recolocação profissional, processo que acaba por endossar o setor terciário. Na falta de empregos no parque industrial, estes cidadãos passam a realizar atividades de comércio e prestação de serviços (TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL, 2017).

Todos estes avanços foram possíveis graças ao desenvolvimento da indústria, baseado em grandes fábricas que recebiam apoio financeiro e político para seu avanço, além dos modelos de organização e produção industrial elaborados por Taylor e Ford. Ou seja, revolucionou-se o padrão tecnológico e as relações entre a produção e as técnicas empregadas (GOMES, 2016).

A figura abaixo – “As fases da Revolução Industrial”, representa os vários períodos e as transformações nos padrões de produção de tecnologias que aconteceram com as Revoluções Industriais.

Figura 1- As fases da Revolução Industrial



Fonte: (diap.org.br ,2020).

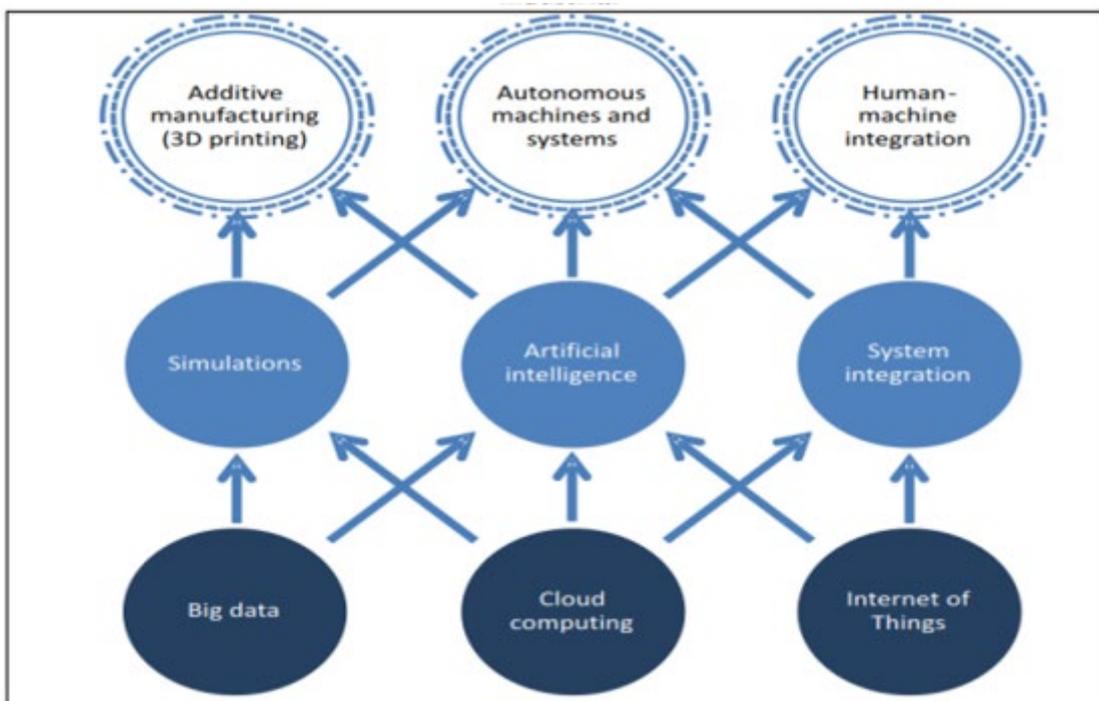
A gestão das firmas se transformou significativamente com o desenvolvimento das TI na Indústria, principalmente no que se diz a coleta e troca de dados. Com estes avanços as empresas se apresentam em melhores condições de aprimorar os

mecanismos de comunicação, conseguindo reduzir custos e aperfeiçoando as condições de competir no mercado (HABERKAMP, 2005).

Os impactos da TI contribuem positivamente, porque as suas utilizações não são apenas para a coleta de dados, mas para incluir, organizar, processar e ordená-los, de modo que tais informações são acrescidas de contextos e coerências que provocam melhorias significativas no desempenho das empresas.

O mesmo padrão foi novamente modificado com a introdução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na Indústria 3.0. As alterações cooperaram para uma maior automação e mecanização de processos industriais. Elas também colaboram para reorganizar as relações entre fornecedores e produtores, pois melhoram os meios de comunicações e entregas de insumos nas novas concepções de fábricas (TAKEY, 2016).

Figura 2- A confluência de tecnologias-chaves que permitem a transformação digital industrial



Fonte: (OCDE, 2017).

Na Figura 2 observa-se que são diversas as possibilidades para se introduzir a digitalização do sistema produtivo industrial. Nela se nota as mais diversas estruturas digitais que geram outras opções de negócios para o mercado. É interessante destacar que não há uma linearidade para o arranjo ou a reorganização da produção. Neste exemplo pontua-se que são variadas as opções para aprimorar a produção. Como observado na figura, às tecnologias comandam as etapas para transformar toda a cadeia produtiva, tornando-a mais autárquica, com assimilação entre humanos e máquinas e maior eficácia nas manufaturas digitais.

Nesta nova revolução temos a possibilidade da multiconexão atrelada a variadas tecnologias, o que proporciona adição da produtividade dos setores industriais e o desdobramento na maleabilidade dos processos produtivos. Outro ponto importante que agrega para a propensão destas novas implantações nas pequenas, médias e grandes empresas é o mecanismo de inovação colaborativa. Este processo requer que uma estrutura de firmas jovens que busquem incentivos para realização de seus planos com companhias maiores e aptas a concluir o projeto estudado. As maiores promovem esta atividade com intensão de um modelo que preze em trazer maior grau de competitividade e flexibilidade produtiva (COELHO, 2016).

O grau de comunicação entre máquinas e seres humanos será drasticamente evoluído com esta próxima revolução. Ou seja, todo esse sistema que está em transformação e evoluindo constantemente com o avanço da tecnologia, irá propiciar um benefício para as indústrias que incorporam processos contemporâneos e apresentam graus de flexibilidade para o progresso técnico, provendo da diversificação e aumento da produtividade industrial (OCDE, 2017a).

As estratégias das novas empresas estão em evolução para modelos de negócios multi conectados que interagem de modo global, desde sua fonte de insumos até o cliente final de seus produtos.

Pierre Lévy (1999), em sua obra *Cibercultura*, afirma que a rede de computadores é um universo que permite as pessoas conectadas construir e partilhar inteligência coletiva sem submeter-se a qualquer tipo de restrição.

As novas tecnologias, ao serem utilizadas em conjunto, tendem por representar avanços significativos nos índices de produtividade e aumento dos ganhos produtivos das empresas no futuro (OCDE, 2017b).

Para as próximas décadas espera-se que surjam incontáveis tecnologias que irão romper barreiras inimagináveis e que poderão alterar as relações e os tipos de negócios para o futuro. Estes efeitos causarão mudanças significativas e muito importantes nos modelos de negócios que existem atualmente. Para as novas firmas, percebe-se a relevância em repensar as circunstâncias e como de fato as organizações e empresas irão se reorganizar. Uma economia digitalizada apresentará uma grande evolução e de impacto na atividade econômica, na medida em que a digitalização e a possibilidade de variados tipos de conexões serão as bases fundamentais nesta nova fase do desenvolvimento econômico (OCDE, 2017b).

A chamada quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, começou a ser notada nesta década, e promete grandes mudanças na forma como vemos e nos relacionamos com o mundo. Ainda se encontra em fase de desenvolvimento e algumas invenções estão apenas na fase inicial, portanto não conhecemos ainda todo o seu potencial.

É caracterizada pela customização em massa e personalização da linha de produção, alia-se a um conjunto de tecnologias como robótica, realidade aumentada, inteligência artificial, nanotecnologia, impressão 3D, big data, e IoT, manutenção preditiva, simulação, *CPS (Cyber Physical System)*, Cyber Security (FAUSTINO, 2016, APUD DANDARA RAPOSO, 2018).

Define-se na convergência e cooperação entre essas tecnologias, a conexão entre o mundo digital, físico e biológico. Os princípios utilizados na Indústria 4.0 para a identificação de cenários e implementação de projetos são: Interoperabilidade: a conexão através da internet e da Computação em Nuvem entre os sistemas ciberfísicos, dos humanos e das Fábricas Inteligentes.

Virtualização: Modelo de plantas virtuais e de simulação com sensores de dados interconectados, que monitoram os processos físicos.

Descentralização: A capacidade de tomada de decisão sem intervenção humana que os sistemas ciber-físicos das Fábricas Inteligentes têm. **Capacidade em Tempo Real:** Coleta e análise de dados com entrega de conhecimento imediata.

Orientação a Serviço: serviços oferecidos através da Computação em Nuvem.

Modularidade: Acoplamento e desacoplamento de módulos na produção, permitindo uma produção de acordo com a demanda e flexibilidade na alteração de tarefas das máquinas (FAUSTINO, 2016, APUD DANDARA RAPOSO, 2018).

2.2.1 Internet das Coisas (IoT)

A *IoT Internet of Things*, ou Internet das Coisas, como é chamada em português, é a técnica que permite a conexão de objetos inteligentes via internet, são objetos do cotidiano equipados com sensores, lógica digital e capacidade de rede que são capazes de se comunicarem, gerando mais conforto e comodidade para o usuário (CALEIRO, 2018).

Desta forma espera-se que ocorra o surgimento de produtos inteiramente virtuais, mantendo-se em constante ascensão, essa conexão será um meio para oferta e consumo de novos serviços. Com as camadas digitais proporcionadas pela *IoT*, será possível modificar e inovar com mais agilidade do que hoje em dia, sistemas de certificação de presença de objetos podem ser admitido em todos os setores, desde estacionamentos a matéria prima de produção (CALEIRO, 2018).

O setor que será mais impactado com a IoT será a indústria de manufatura. A Digitalização de dados possibilita a interconexão do sistema, permitindo assim a obtenção da interoperação da planta industrial, o que pode ser chamado de planta digital (SANTISO, 2018).

Sendo a IoT “a idéia de conectar qualquer dispositivo que gere informações e possa se conectar a um serviço de cloud” (VENTURELLI, 2006). Existe também a *IloT (Internet Industrial das Coisas)* que é “a evolução das informações da cadeia produtiva, com o mesmo conceito de IoT, conectando estas informações via cloud, por exemplo” (VENTURELLI, 2006).

A diferença está que a *IloT* é capaz de conectar quaisquer informações necessárias no chão de fábrica entre si, não sendo necessário centralizar a um único

dispositivo, suponha-se que haja solução de problemas não apenas entre operador e máquina, mas também entre máquina e máquina, o que é chamado de *M2M (MachinetoMachine)*. Por exemplo, tem potencial de atrelar em tempo real a cadeia logística de acesso e retirada de produtos e controlar a produção, no ponto ótimo de operação (SANTISO, 2018).

Relacionando toda a linha de montagem de um produto, a IIoT torna mais viável a percepção de erros, diminuindo assim gastos desnecessários que poderiam ser gerados por eles, facilitando o aprimoramento da melhoria contínua que é um objetivo em comum de todas as empresas e esta associado ao Lean Manufacturing, um método de gerenciamento que se mantém em constante evolução desde as primeiras revoluções industriais, mas que hoje em dia é específico e crucial em todas as organizações.

2.2.2 Big Data

O Big Data é um novo modelo de tomada de decisões nas indústrias que tem como principal propriedade a conexão integral do processo produtivo através da *IoT* e *IIoT*, proporcionando a aquisição de dados com elevado volume, velocidade e grande variedade.

Utiliza de mineração de dados e do aprendizado de máquina (machinelearning) para prover resultados e ações autônomas em tempo real, ou seja, o sistema se desenvolve enquanto a atividade acontece, propiciando um panorama de toda a cadeia de produção e do negócio, não havendo a necessidade de intermédio do homem no processo. As vantagens na utilização de Big Data são variados, dentre eles estão, diminuição demão de obra, melhoria no desempenho nas operações, economia de energia e segurança de planta, fim do planejamento reativo e todo o sistema será preditivo (CALEIRO, 2018).

Pode ser programado para diversas funções de análise de dados, pode-se utilizá-lo na indústria nas principais funções:

- Prognóstico: Traça o provável desenvolvimento futuro ou o resultado de um mediante a uma análise de cenários e comportamentos, onde todos os procedimentos casuais de todas as variáveis são considerados
- Aprendizado de máquina: São capacitadas a desenvolver e aprender as informações do processo, e operam de modo direto nas ações da planta, através do M2M.
- Tomada de decisões: analisadas as informações, elas darão um resultado baseado em cenários do comportamento da cadeia produtiva.

Segundo Márcio Venturelli "o Big Data é um serviço dentro da Indústria 4.0, compondo um ciber sistema, onde é necessário a aquisição de todos os dados da indústria e serem levados a esta plataforma em Cloud, utilizar ferramentas, mineração de dados, aprendizado de máquinas e outras e criar um framework de resultados, com sistemas de decisões e M2M" (VENTURELLI, 2006).

2.2.3 Competividade industrial por meio de inovações tecnológicas

Um nível maior de renda está interligado com aperfeiçoamentos nos processos industriais e tecnológicos. Ao pesquisar sobre países alcançaram bom volume de crescimento e que mantêm um constante desenvolvimento, percebe-se que são as nações que concentraram capacitações tecnológicas e que foram responsáveis por expandir sua dinâmica industrial por meio de inovações. Os setores industriais têm condições de promover o aumento econômico por intermédio das inovações devido a sua capacidade de realizá-las, a possibilidade de difundi-las para outros setores, o aumento da produtividade e conseqüentemente da renda, a demandas que¹⁰impulsionam e requerem uma gama das atividades e serviços e a produção e aplicação de mão-de-obra especializada que colabora para os efeitos multiplicadores na economia (FIQUEIREDO e PINHEIRO, 2016).

O aumento do dinamismo na indústria acontece em virtude da competição. A competitividade mostra-se como conseqüência do fortalecimento do processo de concorrência capitalista. Contudo, o significado de competitividade é pouco explorado na literatura, que em muitos estudos são comparados a atuação

operacional de certa indústria ou setor, também chamada de competitividade revelada. A competitividade potencial é explorada, também, pela ótica da eficiência produtiva. Entretanto, o termo "... competitividade é definida como a capacidade de a empresa formular e programar estratégias concorrenciais, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado" (KUPFER, 1996).

Um dos meios de melhorar a economia é por meio de inovações no sistema produtivo, essencialmente, as que são incentivadas para a produção nos setores econômicos. Desta forma, tem-se neste mecanismo um meio oportuno e considerável para que uma indústria consiga atingir bons índices de produtividade. É possível notar que a competitividade depende do modo como os modelos inovativos de um determinado país alcançam índices elevados de produtividade (KUPFER, 1996).

A inovação tecnológica pode favorecer para melhorar os índices de competitividade também no nível internacional. Neste nível de competição, depende de outros muitos fatores como geopolíticos e econômicos, assim, a inovação possui barreiras para definir o tamanho da evolução e proveito de determinada indústria. No entanto, devido a inúmeras formas de coleta de dados e construção de indicadores, é possível atrelar o sucesso na competição internacional com o processo de desenvolvimento de inovações nos setores industriais. Sendo assim, o investimento em potencial inovativo de uma indústria traz vantagens e desenvolvimentos econômicos (TIGRE, 2006).

Muitos países em ascensão buscam favorecer o empenho em mecanismos que contribuem e que beneficiam a inovação em seu mercado nacional, visto que se tornam mais produtivos e mais ativos no cenário internacional. As empresas buscam adotar uma abordagem específica para alguns dos elementos-chave da competitividade industrial, de forma que a competição colabora para o mecanismo de ajuste e conquista de nichos de mercados. As companhias tendem a realizar diversificação produtiva, otimização na gestão e organização da produção entre outras táticas para aumentarem e se tornarem mais competitivas (MARINO 2006).

A troca da informação se distingue para um novo modelo de lógica organizacional, na qual se verifica a tendência de interatividade entre TI e TIC. Uma das várias ações que acontecem no setor produtivo industrial volta-se para a introdução de fábricas mais ágeis, eficientes e mais inteligentes. Identifica-se com agregação não apenas de produtos sagazes no mercado, mas também de aderir a uma cadeia produtiva ágil. A nova estrutura eventualmente progride para uma forma de abastecimento usado, seja com os fornecedores, seja com o consumidor final, conectados por meio de um sistema mais dinâmico e proativo (COELHO, 2016).

2.2.4 Indústria 4.0 seus benefícios, impactos e desafios

A Indústria 4.0 interage a todo tempo com a tecnologia, desta forma tem modificado a utilização de recursos produtivos tornando-os totalmente digitais e cada instante buscando o aperfeiçoamento destes recursos. Este novo modelo tecnológico constitui-se em somar as inovações do mundo digital, virtual e super conectado às grandes redes de comunicação global, com diversos e sofisticados sensores em máquinas e equipamentos. O dinamismo entre máquinas e humanos, bem como a comunicação virtual entre tais partes produtivas, deverá produzir mais e facilitar toda cadeia produtiva, trazendo assim mais ganhos para as empresas numa escala global.

A digitalização de processos industrial traz a perspectiva para aumentos nos ganhos de produtividade industrial. A estrutura de produção tem capacidade de transformar a manufatura em células automatizadas, concebendo uma fabricação mais adaptada e integrada nas linhas de produção da empresa. A fábrica se converteria em uma comunicação mais maleável entre as áreas de custo e gestão. Na Alemanha tem-se uma perspectiva que a Indústria 4.0 pode reduzir os custos produtivos entre 5% e 8% no total da manufatura (RÜBMANN et al., 2015).

A nova estrutura produtiva segue para uma estrutura de abastecimento de alta complexidade entre os fornecedores, os produtores e os consumidores finais, que estão ligados a um processo mais dinâmico e proativo (COELHO, 2016). Estas

firmas tendem a unir e impulsionar as etapas de inovação e criação de novos modelos de negócios tornando-as mais dinâmicas.

O processo de desenvolvimento e crescimento econômico mudou constantemente a cada século que se passou, desde a Indústria 1.0 nos meados do século XVIII até os dias atuais. O progresso técnico foi um grande responsável por modificar este padrão de acumulação, foi por meio de inovações ocorridas na dinâmica de concorrência industrial que houve o salto das inovações conhecidas e estudadas até os dias de hoje (SILVA, 2015).

A expectativa é que na Indústria 4.0, a comunicação via internet torne a conexão muito dinâmica entre seres humanos e máquinas, conhecida como *CPSCyber-Physical-Systems*. O modo de produção transforma os manufaturados em produtos muito mais eficientes. Com base nisso a Alemanha apresentou um incremento de 2,5% na participação do *PIB* e gerou cerca de sete milhões de empregos (BRETTEL et al., 2014).

Todo esse sistema de evolução, as melhorias que impulsionam o mercado e a produção, o incremento de novas tecnologias a fim de aumentar a eficiência, se relacionam com a produção e outros afazeres das áreas administrativas. Isso implica em uma política pouco mais antiga de evolução e constante melhoria, que trabalha no desperdício de tempo e produção, e que segue firme nos dias de hoje trazendo resultados para empresas de todo ramo, esse modelo é chamado de Lean Manufacturing, e esta presente em tudo que fazemos seja dentro ou fora das organizações.

As ferramentas utilizadas os formatos criados, que se atualizam e dão abertura para novos modelos, seguem auxiliando gestores e funcionários que estão engajados na melhoria contínua. Tanto que hoje há um departamento voltado apenas para essa função, na obrigação de manter os colaboradores com foco na melhoria e atenção no processo que por vezes realizados durante um tempo da mesma forma, pode ser melhorado ou personalizado de forma a melhorar a atuação dos participantes dessa atividade.

3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Nesta parte do projeto será tratado dos conceitos da produção enxuta, suas origens, os cinco princípios fundamentais e os sete desperdícios identificados.

3.1 LEAN MANUFACTURING – PRODUÇÃO ENXUTA

De acordo com Silva, Ganga e Silva (2006), o termo “ser enxuto” ganhou grande notoriedade no mercado, se tornando um pensamento essencial para empresas no mundo todo, que visam maior qualidade e eficiência. No universo atual, o grau de tolerância para falhas é zero, diante de tamanha competitividade. Para isso, o modelo de produção em massa juntamente ao sistema de produção, “Lean Manufacturing”, desenvolvido pela Toyota, tiveram um enorme destaque no que se diz respeito a aumentar a competitividade das empresas.

De acordo com o pensamento de (SILVA; GANGA; SILVA, 2006) utilizando a filosofia do Lean, diversas empresas têm conseguido remover as perdas nos processos de produção em massa. É de suma importância ter em mente que o processo para a aplicação do Lean, em uma empresa, tem elevado grau de dificuldade, sendo necessário um esforço contínuo, para que dessa forma, sejam extintos os desperdícios e seja adquirido um fluxo máximo em eficiência. Vale salientar que, para se tornar Lean é necessária uma mudança de mindset (mentalidade), na qual se deve aprender a encarar os desperdícios com um olhar diferenciado, que possibilite um modo de pensar com foco em eliminá-los (TAPPING; SHUKER, 2010).

3.1.2 Conceito

“O Lean Manufacturing é uma iniciativa que busca eliminar desperdícios, isto é, excluir o que não tem valor para o cliente e imprimir velocidade à empresa”

(WERKEMA, 2012, p.22). De acordo com o pensamento do autor, a Produção Enxuta chegou ao mercado com o intuito de revolucionar a maneira como as empresas produziam e pensavam. O sistema de produção enxuta tem como sua maior referência a Toyota, uma montadora de automóveis que, através das ferramentas de produção enxuta, obteve resultados significativamente superior quando comparados a outras montadoras, que tinham como método de produção, a produção em massa. (MARTINS; LAUGENI, 2012).

Ohno (1997) faz uma afirmativa de que a produção enxuta surgiu através de uma necessidade, no qual foi preciso desenvolver um novo método que reduzisse ao máximo o desperdício e aumentasse a produtividade. Para isso, Ohno realizou estudos no sistema de produção norte americano reformulando este para a realidade do Japão, na época, onde existia grande escassez de recursos, assim consolidando o chamado *TPS (Toyota Production System)* (MARTINO, 2003). O desperdício na produção se caracteriza como tudo aquilo que gera um aumento de custos e não agrega valor (OHNO, 1997). Ainda de acordo com Ohno (1997), antes de aderir o Sistema Toyota de Produção é necessário entender que este só terá um bom funcionamento a partir do momento em que for compreendido que os desperdícios têm de serem eliminados por completo.

O conceito de produção enxuta originou-se em meados da década de oitenta, sendo reconhecida mundialmente através de um estudo desenvolvido pelo *MIT (Massachusetts Institute of Technology)*. Estudo esse que tratava sobre a indústria da automotiva, e que com o resultado da pesquisa, se popularizou através da publicação de uma obra chamada “A Máquina que Mudou o Mundo”, de Womack e Jones (1997), referência mundial para estudos sobre o sistema de produção enxuta (CORRÊA, 2003). O objetivo desses estudos era entender o motivo para o sucesso japonês no mercado automotivo mundial. Através destes estudos foi comprovado que a Toyota desenvolveu um novo sistema de gestão que representa conceitos de administração aplicáveis para qualquer tipo de negócio (CORRÊA, 2003). (Lustosa, 2008) afirma a importância dos quatro princípios básicos do conceito de produção enxuta: comunicação, uso eficiente dos recursos, trabalha em equipe e eliminação

de desperdícios. A produção enxuta representa atualmente um padrão máximo de disciplina, eficiência e eficácia resultante em grande vantagem quanto à competitividade (POPPENDIECK; POPPENDIECK 2011).

3.1.3 Origem

Peter Drucker denominou a indústria automobilística, há mais de 50 anos como “a indústria das indústrias” e hoje, este setor continua sendo a maior atividade industrial do mundo (WOMACK; JONES; ROSS, 2004, p.1). “Duas vezes neste século, ela alterou nossas noções mais fundamentais de como produzir bens”, é ela quem fornece um ritmo, não só de como as pessoas trabalham, mas sim, como pensam o que compram e a maneira como vivem (WOMACK; JONES; ROSS, 2004, p.1). De acordo com Siqueira (2009), o setor automobilístico contribuiu para grandes avanços nos processos de fabricação nos Estados Unidos, no início do século XX, por conta do surgimento da produção em massa. Posteriormente, no Japão, ocorreu outro grande avanço na indústria automobilística. Segundo (Womack, 2004 apud Rocha, 2015) o *TPS* surge após a segunda guerra mundial com os idealizadores Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno e Shingeo Shingo.

Segundo (OHNO, 1997), a produção enxuta surgiu em 1945, num momento no qual o tradicional não tinha mais a mesma eficácia, quando ocorreram grandes acontecimentos no Japão, como a derrota na guerra e o remodelamento na Toyota. A Toyota era responsável pela fabricação de veículos militares e decidiu expandir seus mercados para caminhões e carros, encontrando, com isso, grandes desafios, sendo os principais: a forte concorrência estrangeira somada à grande escassez de recursos, causada principalmente pela guerra. A recuperação da indústria automotiva, no Japão, foi bem complicada, o número de carros e caminhões vendidos foi bem abaixo da estimativa. Todavia, a Toyota acreditava que se fizesse algo diferente teria êxito, tendo como meta atingir o nível de produção dos Estados Unidos em três anos (OHNO, 1997).

De acordo com (SILVA, 2021), para explicitar de forma clara a produção enxuta, comparamos a produção artesanal à produção industrial. Na produção

artesanal, os produtos são elaborados por artesãos altamente qualificados e o trabalho é feito totalmente através de ferramentas manuais, cada produto elaborado é único, sendo elaborado de unidade em unidade, tornando este, um trabalho criativo. Todavia, como o custo da mão de obra artesanal é elevado, no que tange as indústrias, a produção seria baixa e o custo alto, o que tornaria qualquer automóvel inacessível, como ocorreu durante o início do século XX para a grande maioria das pessoas. Na produção industrial, cada setor possui sua função específica no processo de montagem, onde o trabalho é extremamente padronizado, não havendo, assim, necessidade de mão de obra qualificada, possibilitando uma baixa especialização dos trabalhadores. Soma-se a isso a aquisição de grandes quantidades de matéria prima de uma só vez, juntamente às máquinas, com grande capacidade de produção culminando em uma redução de custos no produto, os custos na produção industrial eram baixos, porém a variedade também, tornando esse sistema de produção monótono. Na figura abaixo podemos identificar as diferenças de forma mais clara entre os 3 tipos de produção.

Figura 3- Diferença entre os tipos de produção

Comparativo	Sistemas de produção		
	Artesanal	Em massa	Manufatura enxuta
Mão de obra	Trabalhadores altamente qualificados	Trabalhadores pouco qualificados	Equipes de trabalhadores multiquilificados
Equipamentos	Simplees com ferramentas flexíveis	Máquinas caras e com objetivo único	Máquinas flexíveis
Produtos	Produtos únicos, customizados e individualizados	Produtos padronizados	Alta variedade de produtos
Produtividade	Baixa produtividade e alto custo	Alta produtividade e alto custo	Alta produtividade e busca de redução do alto custo
Qualidade	Baixa qualidade devido alta variação do processo	Alta qualidade devido padronização	Alta qualidade apesar da flexibilidade

Fonte: Lean Institute Brasil e Unicamp (2016)

Segundo (Womack, 2004, p.3 apud Rocha,2015) a produção enxuta “combina as vantagens das produções artesanais e em massa, evitando os altos custos da primeira e a rigidez desta última”. A produção enxuta opera com cerca de metade de tudo que não é utilizado se comparada à produção em massa, metade dos estoques, metade das ferramentas e metade do tempo para a produção de novos

produtos, tudo isso sem perder a qualidade nos produtos finais tendo uma margem de defeitos em fabricação extremamente reduzida. Ainda de acordo com os autores o processo de fabricação enxuta utiliza profissionais com capacidade de exercerem diversas funções em todos os níveis da organização, além disso, visam ao máximo atender todas as necessidades dos clientes causando nos mesmo um alto grau de satisfação. A grande característica que difere a produção em massa da produção enxuta se estabelece a partir do princípio que na produção em massa os produtores estabelecem uma margem para erros, já na produção enxuta os erros são confrontados buscando sempre atingir a perfeição. Sarcinelli (2008) faz uma afirmativa de que o sucesso da produção enxuta se estabelece principalmente, pois a mesma selecionou as melhores características da produção em massa e da produção artesanal, unindo as e assim reduzindo os custos e utilizando trabalhadores capazes de desenvolverem produtos com maior variedade.

3.2 Os Cinco Princípios do Pensamento

Os princípios originais do Lean são descritos da seguinte forma: baseado na filosofia; o processo certo produz os resultados certos; a organização é avaliada através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros; a resolução contínua de problemas leva ao aprendizado organizacional (Liker e Meier, 2007).

Dentro da Manufatura Enxuta existem cinco princípios fundamentais para a redução das perdas que resumem o pensamento enxuto como um todo. Estes cinco princípios têm como objetivo ajudar, orientar e auxiliar as empresas que queiram adotar a filosofia do lean elencando o que deve ser feito para que os objetivos traçados sejam alcançados. Antes de discorrer sobre os cinco princípios, é importante que se tenha um entendimento básico sobre o significado de “Valor Agregado”, ou simplesmente “Valor”. Segundo Csillag (1995) “O valor real de um produto, processo ou sistema é o grau de aceitabilidade de um produto pelo cliente, ou seja, é o índice final do valor econômico. Quanto maior é o valor real de um item sobre outro com a mesma finalidade, maior será a probabilidade de vencer a concorrência”. Desta forma, o que agrega valor ao produto são as operações produtivas realizadas para satisfazer os requisitos do cliente ou do consumidor final.

As empresas devem manter seu foco em fornecer produtos ou serviços valorizados na perspectiva do cliente e não da organização, pois o mercado atual cada vez tem menos interesse em produtos que não satisfaçam a necessidade do cliente.

Segundo o pensamento de. (Womack,2004 apud Rocha, 2015), a palavra muda significa “desperdício”, em outras palavras, diz respeito a tudo que absorve recursos, porém sem agregar valor como, por exemplo: erros que exigem que o produto seja feito novamente; produção de itens que possuem pouca demanda, gerando acúmulo de mercadorias nos estoques; etapas de processamento desnecessárias; transporte de mercadorias e movimentação dos funcionários sem objetivo final; grupos de trabalhadores que ficam em modo ocioso por conta de uma atividade anterior que não foi concluída no prazo e bens e serviços que não atendem às necessidades dos clientes por completo. Essas atividades se enquadram naquelas que não agregam valor sob o ponto de vista do consumidor, sendo assim, não são necessárias e devem ser eliminadas. Os autores definiram de forma precisa cinco princípios do pensamento enxuto que oferecem uma grande colaboração para a gestão de processos.

3.2.1 Especificação do Valor

Segundo Tapping e Shuker (2010, p. 36), “valor pressupõe que você está criando algo de valor para o que um cliente está disposto a pagar”. O valor se estabelece como o ponto de partida para a Mentalidade Enxuta. Ele é determinado através do cliente final e só é relevante quando expresso através de um produto que atenda a todas as necessidades do cliente em um momento determinado, com um preço específico e com um prazo satisfatório para ele. Tudo aquilo que não atende ao que o cliente tem como ideal para si deve ser extinto. O pensamento enxuto deve então definir com precisão o valor através de produtos com capacidades próprias oferecidas a preços exclusivos através de diálogo com clientes específicos (WOMACK; JONES; 1998). Mantendo, dessa forma, a empresa no negócio, gerando lucro através da melhoria contínua, tanto dos processos quanto da qualidade e redução dos custos (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2015).

3.2.2 Identificação da Cadeia de Valor

A Cadeia ou fluxo de valor é formado por um conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto, seja bem ou serviço, a passar pelas três tarefas gerenciais críticas de qualquer negócio: Tarefa de solução de problemas: vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia de processo; Tarefa de gerenciamento da informação: vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um cronograma detalhado; Tarefa de transformação física: vai da matéria prima ao produto acabado nas mãos do cliente (WOMACK e JONES, 1998). Identificar e mapear de forma precisa o fluxo de valor completo do produto é tarefa de grande importância para visualizar os desperdícios em cada processo e, assim, determinar as ações para eliminá-los, criando um novo fluxo de valor otimizado (ROTHER e SHOOK, 1998). À vista disso, a identificação da cadeia de valor consiste em acompanhar o conjunto de todas as atividades, podendo, através dela, diferenciar três tipos de ações, sendo elas: as ações que criam valor; as que não criam valor, porém são essenciais para a manutenção dos processos e da qualidade; e aquelas que não criam valor e, portanto, dever ser extintas.

3.2.3 Fluxo de Valor

WOMACK e JONES (1998), em “A Mentalidade Enxuta nas Empresas”, disseram que, “uma vez que, para determinado produto o valor tenha sido especificado com precisão, o fluxo de valor mapeado, as etapas que não agregam valor eliminadas, é fundamental que o valor em processo flua, suave e continuamente, dentro das três tarefas gerenciais críticas: solução de problemas, gerenciamento da informação e transformação física”. Por conseguinte, após identificar o valor por meio do primeiro princípio, mapeada a cadeia de valor dos produtos e extinguir os desperdícios através do segundo princípio o próximo passo é criar um fluxo contínuo, para uma boa execução desta tarefa é necessário dar fluidez as etapas restantes, que de forma efetiva criam valor. Ter a capacidade de fazer com que a cadeia produtiva haja de maneira veloz é de grande importância, pois

dessa forma as necessidades dos clientes são atendidas de forma quase que completa (WOMACK; JONES, 2004).

3.2.4 Produção Puxada

Para (Knod e Schonberger 2001apud Peinedo; Graeml, 2007), a distinção básica entre operações empurradas e operações puxadas está em determinar se é o fornecedor ou o cliente que controla o fluxo produtivo. Em operações empurradas, o fornecedor envia o resultado do seu trabalho sem que haja solicitação por parte do receptor. Em operações puxadas, por sua vez, o receptor precisa sinalizar para que o fornecedor lhe envie o resultado do seu trabalho. Desse modo o cliente “puxa” a produção, eliminando a necessidade de grandes estoques, gerando maior valor agregado ao produto e fornecendo maiores ganhos em produtividade (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2015).

3.2.5 Busca da Perfeição

A produção enxuta visa à perfeição sendo ela o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor embora se saiba que atingir a perfeição é algo irrealizável (WOMACK; JONES, 2004). O real objetivo de buscar a perfeição é o estímulo a melhoria contínua, tendo em vista que se a perfeição é a meta a ser atingida, a motivação e a postura em relação aos erros mudam e eles passam a não serem mais aceitos (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2015). Posteriormente a implementação dos quatro princípios identificados acima, especificando o valor do produto a partir da necessidade do cliente, identificando a cadeia de valor de forma abrangente, fazendo com que o fluxo de valor transcorra e com que os clientes puxem o valor da empresa, a produtividade empresarial consequentemente aumenta e os custos diretos e indiretos diminuem (RIANI,2006). À medida que é intensificada a aplicação dos quatro princípios de forma interativa, surgem novos desafios com relação ao fluxo de valor, tendo em vista que novos desperdícios são criados, criando-se oportunidades de melhoria e permitindo sua eliminação. Este é um processo contínuo em busca de um aumento de eficiência visando sempre à

perfeição. Para auxiliar na busca da perfeição a empresa pode contar com metodologias de melhoria contínua (Kaizen), como o ciclo PDCA, entre outras.

Os cinco princípios do pensamento enxuto (como descrito acima) são a base para o poder transformador da iniciativa enxuta. O foco está em especificar o valor final do cliente, em vez de especificar cada membro de uma cadeia de valor de forma diferente. Além disso, o pensamento enxuto incentiva a eliminação de atividades que não agregam valor e incentiva ações que agregam valor a ocorrer em um fluxo contínuo e focado. Os resultados desse pensamento devem ser analisados, e podem influenciar na criação de um novo processo. Na imagem a seguir é mostrado o ciclo dos cinco princípios do pensamento enxuto.

Figura 4- Os cinco princípios do pensamento enxuto



Fonte: Blog Voitto (2020)

Seguindo este princípio e outros, será cada vez mais possível atender às necessidades dos clientes e assim manter uma vantagem competitiva. (WOMACK; JONES, 2004). Outros autores abordaram os princípios do *TPS*, mas não de forma tão abrangente quanto Womack e Jones (2003). Segundo (Picchi 2003, p.9) "Womack e Jones (1998) são os criadores do termo Lean Thinking, estendendo o

conceito de Lean Manufacturing proposto por Womack et al. para toda a empresa. (1992)". Embora os princípios apresentados por Womack e Jones (2003) sejam mais completos, as contribuições de outros autores são importantes para complementar e ampliar melhor os princípios de Womack e Jones (2003).

Spear e Bowen (1999) buscaram uma explicação para essa falha quando estudaram empresas norte-americanas que não conseguiram implementar as ferramentas *TPS* (PICCHI, 2003). Eles foram então capazes de identificar quatro "regras" não explícitas por trás do *TPS*, que os autores consideram fatores fundamentais de sucesso (PICCHI, 2003). Ao analisar o *TPS* a partir de uma perspectiva evolutiva, Fujimoto (1999) identificou três níveis de capacidades da empresa que explicam e sustentam o alto desempenho e a melhoria contínua (PICCHI, 2003).

3.3 Os Sete Desperdícios na Produção Enxuta

De acordo com Antunes (2008) a compreensão de perdas surgiu a partir das ideias formadas por Frederick Taylor e Henry Ford, no início do século XX. Segundo Taylor (1992), a compreensão de perdas estava ligada a evitar ao máximo os desperdícios dos materiais, enquanto para Ford (1927), a grande disponibilidade de recursos na época não culminava em preocupação com desperdícios.

Vemos e sentimos o desperdício das coisas materiais. Entretanto as ações desastradas, ineficientes e mal orientadas dos homens não deixam indícios visíveis e palpáveis. E por isso, ainda que o prejuízo diário resultante seja maior que o desastre das perdas de materiais, este último abala profundamente, enquanto aqueles apenas levemente nos impressionam (TAYLOR, 1992).

A abundância de recursos naturais disponíveis em relação à demanda da indústria americana na época diminuía a preocupação relacionada ao desperdício. A ideia era de que

“os materiais nada valem, adquirindo importância na medida em que chegam às mãos dos industriais (FORD, 1927).

Ainda segundo o pensamento de Ford (1929), o principal enfoque do conceito de perdas está em analisar que o desperdício de materiais nada mais é do que uma consequência provocada por uma utilização de pessoas no processo de produção de maneira errada gerando perdas maiores. Antunes (2008) conclui que tanto a criação quanto o desenvolvimento dos conceitos de perdas, por Taylor e Ford, serviram como base para a construção posteriormente do Sistema de Produção Enxuta.

(Robinson e Schroeder, 1992Apud Oliveira 2016) elencaram dois motivos que são responsáveis por tornar os desperdícios “invisíveis” aos trabalhadores que fazem parte do sistema produtivo: a dificuldade de mudança de perspectiva e a falta de conhecimento. A anulação ou redução dos desperdícios no sistema produtivo culmina em um fluxo mais contínuo de produção, onde é possível aumentar a produção utilizando o mesmo período de tempo, gerando não só o aumento de produção, mas também a redução de custos e estoques.

Ohno (1997) observou sete tipos de desperdícios no sistema de produção, todos eles geravam impactos negativos no sistema produtivo no sentido de afastá-lo do ideal Lean. Shingo (1996) menciona que nas condições normais no trabalho é difícil visualizar a existência de problemas na manufatura, com isso os desperdícios não são notados já que se tornaram normais durante o dia a dia, ainda segundo Shingo as maiores perdas são as perdas imperceptíveis. Abordaremos abaixo os sete desperdícios da produção enxuta.

3.3.1 Desperdício de Superprodução

De acordo com Ohno (1997), o desperdício causado pela superprodução caracteriza a pior das perdas, pois naturalmente camufla outras perdas, tais como as perdas causadas pela produção de produtos defeituosos e as perdas pela espera do processo

Segundo Shingo (1996) extinguir os desperdícios causados pela superprodução é um dos objetivos principais do Sistema de Produção Enxuta. Ainda segundo o autor os desperdícios de superprodução podem ser classificados em dois tipos:

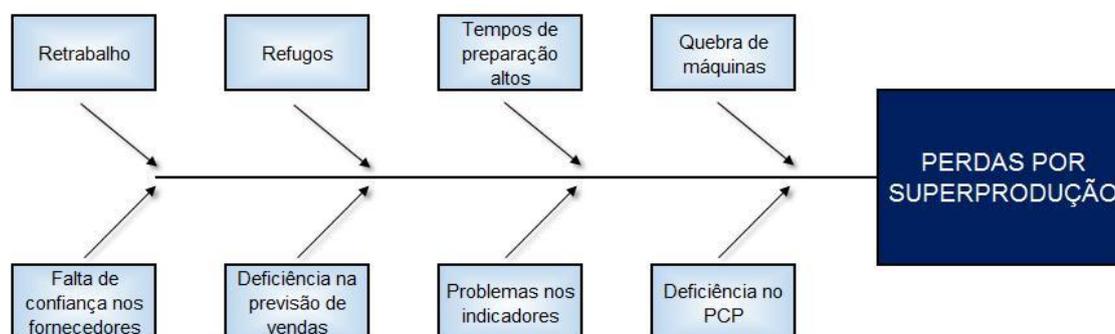
1-Superprodução quantitativa;

2-Superprodução por antecipação;

A superprodução quantitativa ocorre no sentido de superprodução, onde a produção é superior a quantidade necessária, o que culmina em excesso de produto e conseqüentemente um aumento de estoque. Os gestores costumam defender as políticas de estoque quando há problemas potenciais ou reais no processo produtivo, tais como: quebra de máquina, falta de confiança nos fornecedores, refugos, retrabalho na produção de produtos defeituosos e problemas nos indicadores. Todavia, se não houver falha no processo descrito, o resultado será uma superprodução quantitativa. A superprodução antecipada inclui produção antecipada e demanda tardia no consumo, ou seja, terminar a produção antes dos prazos de entrega. As razões para essa perda podem estar relacionadas à necessidade de manter as máquinas ocupadas, aumentar o estoque para atender à demanda adicional ou pedidos urgentes.

O desperdício por superprodução pode ocorrer por vários motivos, à imagem a seguir apresenta um diagrama de Ishikawa ilustrando possíveis causas que levam os gestores das empresas a adotarem práticas que resultam na perda por superprodução. (ANTUNES, 2008)

Figura 5- Diagrama de Ishikawa: Perda por superprodução



Fonte: Adaptado de Antunes et al. (2008, p.205)

3.3.2 Desperdício de Espera

“Este desperdício refere-se ao material que espera para ser processado, formando filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos” (CÔRREA; CÔRREA, 2008, p.606). Dessa forma é o período de tempo onde tudo fica parado, seja o transporte o processamento ou a inspeção (GHINATO, 2000). Nesse período, trabalhadores e máquinas não são utilizados de forma eficiente, ou seja, apesar de remunerados, não contribuem para a agregação de valor do produto.

Quando há grandes perdas por espera de trabalhadores, o custo associado ao pessoal aumenta para realizar a mesma produção (OHNO, 1998). O motivo mais relevante para o desgaste dos trabalhadores em espera é o baixo índice de multifuncionalidade, que está diretamente relacionado a sistemas de produção inadequados e baixa utilização de pessoal. A perda de máquinas de espera leva à baixa utilização de ativos fixos e baixo *IROG* (*Índice de Renda Operacional Global*).

Shingo (1996) define dois tipos de perdas por espera: A espera do processo ocorre quando um lote inteiro está esperando para ser processado, inspecionado ou enviado de um lote anterior; ou quando há muito estoque para ser processado ou entregue. O arquivamento de lote ocorre quando a porção não processada do lote está aguardando no estoque durante o processamento de um lote, ou seja, há um estoque intermediário que pode ser reduzido reduzindo o tempo de processamento.

3.3.3 Desperdício de Transporte e Movimentação:

As perdas relacionadas ao transporte estão diretamente relacionadas a todas as atividades que incluem manuseio de materiais que não agregam valor e conseqüentemente geram custos. Por conta disso, as organizações devem buscar incessantemente a eliminação do transporte (SHINGO, 1996). Para (CORRÊA; CORRÊA, 2008, p.606) “A atividade de transporte e movimentação de material não agrega valor ao produto produzido e é necessária devido a restrições do processo e das instalações que impõem grandes distâncias a serem percorridas pelo material ao longo do processamento”.

Shingo (1996) observou que é necessário distinguir entre melhorias destinadas a lidar com a perda da função do processo e melhorias no trabalho de transporte relacionado às funções operacionais.

A introdução de modernos equipamentos de movimentação representa uma melhoria no trabalho de transporte, mas não é uma melhoria no transporte, pois melhorar o transporte é minimizá-lo ou eliminá-lo. De acordo com Ghinato (2000) o transporte ocupa 45% do tempo total de fabricação de um item, devendo, pois, ser encarada como uma prioridade no esforço de redução de custos.

Shingo (1996) mencionou que se uma determinada atividade de transporte manual é apenas mecanizada, pode-se dizer que o alto custo do transporte foi deslocado de manual para mecanizado. Embora o envio não agregue valor, é uma atividade necessária, pois os materiais são restritos durante o processamento devido às restrições dos processos e das instalações.

A fim de economizar tempo e minimizar distâncias no processo, as causas raízes das perdas de transporte podem ser abordadas pelas seguintes medidas (ANTUNES, 2008):

A: melhoria dos processos de produção, geralmente relacionada à melhoria do layout;

B: melhoria dos métodos de transporte, procedimentos operacionais, uma rota melhor.

3.3.4 Desperdício de Processamento em si

Os desperdícios de processamento estão relacionados às atividades de processamento que são desnecessárias para que determinado produto atinja o grau mínimo de qualidade, de forma a considerar a geração de valor para o cliente. Para Guinato (1996), as perdas de processamento correspondem a pequenas partes do processo de fabricação que poderiam ser extintas e não alterar as funções básicas do produto e suas propriedades. “É o desperdício inerente a um processo não otimizado, ou seja, a existência de etapas ou funções do processo que não agregam valor ao produto” (SCUCCUGLIA, 2006, p. 11).

Para encontrar os desperdícios que devem ser eliminados, devem ser feitas perguntas, como: "Por que um item ou componente deve ser fabricado", "Qual a sua função no produto?", "Por que essa etapa do processo é necessária?" (CÔRREA; CÔRREA, 2008). Segundo os autores, é importante focar nesses aspectos tendo em vista que, muitas vezes na linha de produção com objetivos a serem atingidos e uma expectativa de quantidade mínima de produtos a serem produzidos em determinado período de tempo os gestores fazem as coisas de modo mais acelerado sem questionar a real necessidade de se realizar a etapa em questão. Existem vários motivos para as perdas por processamento, abaixo estão alguns dos quesitos que contribuem para esse tipo de desperdício dentro das organizações (ANTUNES, 2008): ausência de padronização das operações; máquinas desajustadas; ferramentas inadequadas; falta de treinamento dos operadores.

Para abordar as causas do desperdício devido ao processamento, é necessário analisar que tipo de produtos serão produzidos e quais métodos serão utilizados em sua fabricação com base em conceitos de engenharia e análise de valor (SHINGO, 1996). A seguir, algumas sugestões para o aprimoramento desses resíduos (ANTUNES, 2008):

- a) Aprimoramento de tecnologia específica para produto;

- b) Aprimoramento de tecnologia específica de processo;
- c) Aprimoramento de tecnologia de máquinas;
- d) Aprimoramento de tecnologia de matéria-prima.

3.3.5 Desperdício de Movimento

São os desperdícios que estão presentes por toda a parte na fábrica (CÔRREA; CÔRREA, 2008). Estão relacionadas aos movimentos desnecessários dos trabalhadores no momento em que os mesmos estão executando as suas funções. O fato de ter movimento não significa estar trabalhando no que se diz respeito a agregar valor. Pode se definir como trabalho as atividades que contribuem para o avanço efetivo do processo de conclusão do produto. (OHNO, 1997). De acordo com Ghinato (2000) as melhorias obtidas por meio de estudo de tempos e movimento são responsáveis por reduzir os tempos de operação em 10% a 20%. Muitas vezes, as perdas de movimentação não são facilmente identificáveis devido ao desconhecimento das operações padrão, sendo necessário o estabelecimento desses padrões para a racionalização das movimentações trabalhistas (SHINGO, 1996).

Para Antunes (2008), a perda de movimento pode ser compreendida por meio do estudo da teoria de Gilbreith, que visa economizar tempo por meio de uma análise minuciosa do movimento humano e da postura de trabalho. A redução do tempo não pode ser alcançada sem uma análise aprofundada dos motivos da redução, que muitas vezes está relacionada à melhoria dos movimentos e à racionalização das condições de trabalho necessárias para realizá-los (GILBREITH apud ANTUNES, 2008).

O método proposto por Gilbreith consiste em dividir o movimento global em unidades de movimento básico para determinar a melhor forma de realizar uma determinada tarefa. Shingo (1996) recomendou o modelo de Gilbreith como um dos métodos para reduzir a perda de movimento, pois observações microscópicas revelam mais problemas do que observações macroscópicas (ANTUNES, 2008).

Para eliminar a perda motora, Shingo (1996) sugeriu uma análise detalhada das principais operações utilizando as seguintes ferramentas: o estudo de movimento proposto por Gilbreith; o estudo de tempos proposto por Taylor; o tempo destinado ao estudo. O objetivo dos métodos de análise de tempo e movimento é melhorar o deslocamento realizado pelos trabalhadores e, assim, o objetivo de minimizar a perda de movimento inclui o desenvolvimento contínuo de padrões operacionais para a execução de tarefas com eficiência (ANTUNES, 2008). Pode se utilizar a mecanização com o intuito de eliminar movimentos, no entanto, essa melhoria só deve ser aplicada após melhorar todos os movimentos, como, por exemplo: a disposição e alinhamento ordenado dos itens (SHINGO, 1996).

3.3.6 Desperdício de Produzir Itens/Produtos Defeituosos

De acordo com (ANTUNES, 2008) os desperdícios relacionados às perdas pela fabricação de produtos defeituosos estão ligados diretamente à produção de produtos acabados ou peças que por conta de algum defeito de fabricação, não atendem os requisitos mínimos de qualidade, conseqüentemente não cumprem o padrão necessário no. Este tipo de desperdício é considerado o maior desperdício do processo segundo (CÔRREA; CÔRREA, 2008).

Segundo o pensamento de Liker (2005), a produção de produtos e peças defeituosas, retrabalhos, reparos no produto, inspeções e substituições na produção culminam em perdas significativas com manuseio, tempo, material e esforço. Outro grande problema gerado a partir de produtos defeituosos é: desperdícios de espera, estoque e movimentação. Este desperdício é de fácil percepção, pois demanda retrabalho por conta disso as empresas normalmente mensuram este desperdício.

Shingo (1996) elencou duas maneiras de inspecionar as perdas causadas por produtos defeituosos: a primeira é a inspeção para a prevenção de produtos com defeito, com o objetivo de identificar de forma ágil a não conformidade, e, por conseguinte impedir que o erro se espalhe por todo o sistema de produção. Quanto mais breve for o processo de identificar o defeito mais rápido o mesmo será

solucionado. A segunda maneira é a inspeção para se localizar os defeitos ao final de todo o processo produtivo e então separar os produtos com defeitos dos demais.

A produção de produtos defeituosos exerce forte influência sobre a estrutura de todo o sistema produtivo Guinato (1996) trazendo impactos em diversos aspectos como: prazos de entrega, comprometimento da qualidade do produto em questão, preço de venda do produto já que um produto defeituoso tende a ser vendido por um preço inferior e a programação de quantidades a serem entregues. Vale salientar que além de todos os impactos listados a cima produtos com defeitos fazem com que clientes e potenciais clientes deixem de adquirir produtos da sua empresa e migrarem para outra.

3.3.7 Desperdícios de Estoques

Estoques elevados de matérias-primas, material em processo e produtos acabados constituem as perdas por estoque que geram altos custos financeiros e demandam espaço físico adicional. Altos estoques de matérias-primas, produtos em andamento e produtos acabados constituem estoque perdido, incorrem em altos custos financeiros e exigem espaço físico adicional. Segundo (CÔRREA; CÔRREA, 2008) nos métodos tradicionais, os estoques são considerados úteis porque evitam descontinuidades no processo, de modo que nenhuma etapa depende de outras etapas, evitando assim interrupções no processo produtivo. No entanto, segundo os autores, na manufatura enxuta, os estoques são considerados prejudiciais porque, além de representarem um alto investimento de capital, escondem problemas de produção. “Os estoques devem ser reduzidos eliminando as causas que levam à necessidade de mantê-los” (CÔRREA, CÔRREA, 2008, p. 607).

Antunes (2008) relaciona uma série de fatores adversos à formação de grandes estoques, tais como: alto custo financeiro, risco de obsolescência do produto e possibilidade de perda de vendas de produtos acabados. A existência de estoque decorre do desequilíbrio entre o lead time do pedido e o tempo de produção. Se o lead time é maior que o período de entrega, é gerada a produção

especulativa e o acúmulo de produtos no estoque não pode ser evitado (ANTUNES, 2008).

Shingo (1996) relata que uma dificuldade em lidar com altos níveis de estoque nas empresas é a noção ocidental de que o estoque é um mal necessário como item de segurança para atender às necessidades e confiabilidade das máquinas, operações e fornecedores. Segundo Liker (2005), grandes estoques ajudam a esconder defeitos no processo produtivo, como: desequilíbrios na produção, atrasos de fornecedores e indisponibilidade de fornecedores. Shingo (1996) classificou os estoques intermediários em três tipos:

a) Estoques causados por desequilíbrios entre processos que ocorrem devido à falta de sincronia de produção e desequilíbrios de quantidade.

b) Estoque para compensar problemas crônicos como: longos tempos de setup, mudanças nos cronogramas de produção, defeitos de produtos, falhas de máquinas.

c) Estoque por desbalanceamento de produção ou estoque de segurança previsto pela administração.

A causa raiz do acúmulo de estoque pode ser abordada desenvolvendo estratégias para reduzir continuamente os níveis de estoque, é necessária uma política de melhoria contínua para buscar equilíbrio de quantidade, sincronização e adoção de produção de baixo volume. O balanceamento envolve equilibrar o rendimento e a capacidade de processamento, ajudando a obter rendimentos iguais em cada estágio do processo. A estratégia se concentra na produção de um sistema que possa responder rapidamente às mudanças na demanda do mercado, reduzir os prazos de entrega e usar o mínimo de estoque. (Antunes, 2008).

Figura 6- Os sete desperdícios do Lean Manufacturing



Fonte: Projep (2020)

3.4 O SISTEMA KANBAN

O sistema *Kanban* surgiu na década de 60 através da empresa automobilística Toyota, coordenada naquela época pelo vice-presidente Taiichi Ohno, o principal objetivo com a criação do Kanban era tornar as atividades de programação, controle e acompanhamento da produção em lotes tarefas mais simples com relação à complexidade que passou a existir em decorrência da utilização de computadores (Peinado; Graeml, 2007). Esse sistema tinha como base a comunicação visual, de acordo com o pensamento de (MARTINS; LAUGENI, 2006) “assinalar a necessidade de mais material e assegurar que tais peças sejam produzidas e entregues a tempo de garantir a fabricação ou montagem subsequentes.

Além da simplicidade, o Kanban oferece muitas outras vantagens em relação aos métodos mais tradicionais de controle de produção. Embora não necessariamente ajude a reduzir os níveis de estoque, cria um ambiente de

produção no qual melhorias nessa área podem ser implementadas. Ao tornar todo o processo produtivo mais claro, também proporciona um melhor entendimento das falhas e problemas existentes e do comportamento do mercado, pois cada trabalho ou subprocesso só realiza seu trabalho produtivo quando (o cliente) o solicita imediatamente (Peinedo; Graham, 2007).

O Kanban possui uma série de vantagens com relação aos modelos mais tradicionais de produção, através desse sistema é possível obter reduções nos níveis de estoque. Por ser um sistema que auxilia na visualização de todo o processo produtivo ele permite uma melhor observação de problemas existentes, das falhas no processo e também do comportamento do mercado (Peinedo; Graeml, 2007).

O Kanban pode ser pensado como uma forma de implementar o conceito de produção just-in-time que envolve a troca de material e circulação de peças de forma puxada, ou seja, “um produto é fabricado ou um item é retirado somente quando um cartão kanban assim o determinar” (WERKEMA, 2006). No Kanban os itens necessários para a produção são sendo fornecidos na medida em que são consumidos, como exemplo pode se listar a água, que é fornecida e o consumidor paga somente aquilo que for utilizado na sua residência sem a necessidade de ter um estoque. (Peinedo; Graham, 2007).

3.4.1 Origem do Kanban

O Kanban surgiu no Japão em meados dos anos 50 através de uma análise da operação dentro de supermercados americanos feita por Taiich iOhno, através da observação Ohno atribuiu quatro características:

- 1- As mercadorias são retiradas pelo próprio consumidor:

Dentro de um supermercado o sistema de funcionamento é através de self service onde o consumidor pode observar todos os produtos ali presentes e pegar apenas aquilo que considerar útil para si.

Em um primeiro momento pode parecer que a proporção do que comprar em um supermercado e a quantidade a ser comprada são limitados através da quantidade de dinheiro disponível, porém isto não é verídico. Existem produtos de valor muito baixo como, por exemplo, o sal que é um produto utilizado em pequenas quantidades e dessa forma possui uma grande durabilidade, sendo assim os consumidores não compram várias unidades desse produto, pois o mesmo não requer grandes estoques.

Baseado nisso Ohno pode determinar que no supermercado quem faz o controle de estoque é quem utilizam o material, que neste caso é o próprio consumidor (Peinado; Graham, 2007).

2- As mercadorias são distribuídas em prateleiras

Os produtos com um consumo maior ganham mais espaço nas prateleiras e são disponibilizados em maiores quantidades, já os produtos que não possuem tanta procura são disponibilizados em menores quantidades e ocupam um espaço reduzido nas prateleiras. Dessa forma Ohno visualizou que o controle de estoque poderia ser feito com base na proporção de espaço destinada a cada produto (Peinado; Graham, 2007).

3- A reposição é feita de acordo com a demanda

Ohno observou que à medida que os produtos eram vendidos a reposição dos mesmos era feita, porém sem a necessidade de um momento específico para isso, a reposição era feita quando era observado que nas prateleiras havia espaços vazios deixados pelos consumidores, ou seja, a reposição era determinada de maneira visual, com isso não era necessário ter um especialista para essa função já que qualquer funcionário pode realizar esta tarefa (Peinado; Graham, 2007).

4- As informações necessárias são apresentadas em um cartão

Em cada prateleira é colocado um cartão especificando o produto e o seu preço de forma direta, com apenas as informações que interessam ao consumidor,

mesmo com o avanço das informações esse método não é alterado (Peinado; Graham, 2007).

Baseado nestas quatro características Ohno buscou uma maneira de adaptá-las para a linha de produção da Toyota. Ohno fez com que os próprios funcionários pudessem atuar como consumidores da matéria prima necessária, buscando-as em uma “gôndola” dentro da empresa. Com isso o material passou a ser repostado apenas quando as gôndolas estavam vazias (Peinado; Graham, 2007).

Segundo (Ohno, 1997, p.49) Durante este período todas as ideias propostas tinham um único objetivo: melhorar o antigo e conservador sistema de produção. Por mais que as ideias pareciam não ter fundamento a alta cúpula da Toyota observou a situação em silêncio.

O termo Kanban pode ser traduzido literalmente como cartão. Esses cartões são utilizados para controlar a produção ou a movimentação de um determinado material sempre que o mesmo passar de uma etapa do processo para outra.

3.4.2 Funcionamento prático do Kanban

No sistema Kanban é necessário haver sempre um equilíbrio entre o processo anterior e o processo seguinte de forma que no processo anterior seja produzida a mesma quantidade de peças que o processo seguinte consegue consumir, desta mesma maneira o processo seguinte não deve pegar mais peças do que o necessário para a sua produção. “O Kanban limita o valor máximo de um estoque através de um controle visual” (Peinado; Graham, 2007). No sistema Kanban o reabastecimento do estoque pode ser sinalizado de diversas formas, porém a mais utilizada é através dos cartões Kanban.

Os cartões Kanban podem ser classificados em dois grupos, sendo eles os cartões Kanban de produção que autorizam a fabricação ou a montagem de um determinado conjunto de itens, e os cartões Kanban de requisição que autorizam a movimentação dos conjuntos de itens entre o fornecedor e o cliente, podendo ser uma requisição interna ou externa a empresa.

O estoque todo da empresa é colocado em contentores com uma quantidade igual de peças, com isso todo o estoque do item onde está sendo empregado o Kanban passa a ter um número fixo e máximo de contentores com uma quantidade igual de peças em cada. Cada contentor possui um cartão como suas representações, nestes cartões estão presentes algumas informações necessárias como o código e descrição das peças, a quantidade de peças presentes no contentor e o nome do fornecedor externo ou do setor interno de fabricação (Peinado; Graham, 2007).

3.4.3 A aplicabilidade do sistema Kanban

O sistema Kanban é utilizado como uma espécie de autorização para a produção e a movimentação de mais peças quando houver demanda. Essa autorização tem como principal funcionalidade “puxar” a demanda de materiais da etapa anterior. Por ter esta característica específica, Moura cita algumas funções especiais para o Kanban:

“aciona o processo de fabricação apenas quando necessário; não permite a produção para estoque com previsões futuras; paralisa a linha quando surgem problemas não solucionados; permite o controle visual do andamento do processo; é acionado pelo próprio operador; uma ferramenta para garantir a distribuição programada das ordens de serviço; uma ferramenta para evitar o excesso ou falta de produção/entrega de peças; uma ferramenta para controlar o inventário; uma ferramenta para descobrir e amplificar as fraquezas do processo; produção de peças com base em lotes pequenos; entrega de peças de acordo com o consumo; identificação de peças”. (MOURA, 2007).

O sistema Kanban possui diversas formas de utilização, todavia uma característica é unânime: o sistema Kanban não terá resultados positivos para a

empresa se todos os envolvidos no processo não estiverem comprometidos em seguir as regras (OHNO, 1997).

(Moden, 2015 apud Oliveira, 2019) propõe cinco regras para alcançar o objetivo do *JIT (Just in time)* do Kanban:

1º Regra

Este último deve retirar o produto do primeiro processo na quantidade e no tempo necessário. Nessa regra, constam as seguintes sub-regras: "Todos os saques sem cartão Kanban devem ser proibidos; quaisquer saques maiores que um número Kanban devem ser proibidos; o cartão Kanban deve estar sempre afixado no produto".

2º Regra

O processo anterior produzirá a quantidade de produto requerida pelo processo subsequente. Sub-regra: "Produção acima da quantidade Kanban deve ser proibida; quando várias peças são produzidas na operação anterior, a produção deve ser realizada na ordem original em que cada Kanban foi entregue".

3º Regra

Produtos defeituosos não podem ser enviados para o próximo processo em hipótese alguma. "Se o processo de downstream encontrar alguns produtos defeituosos, ele interromperá a linha de produção sozinho, porque não tem estoque em excesso, e os produtos defeituosos serão enviados de volta ao processo anterior."

4º Regra

Os quadros Kanban devem ser minimizados. O objetivo é manter uma quantidade mínima em estoque para reduzir os prazos de entrega.

5º Regra

Os cartões Kanban devem ser usados para acomodar pequenas flutuações na demanda. Por exemplo, em sistemas de controle tradicionais, não há solução rápida para enfrentar e resolver essa variabilidade e se adaptar a mudanças repentinas.

(Peinedo; Graham, 2007) fazem um alerta de que o Kanban exige atributos indispensáveis para o seu perfeito funcionamento: limpeza, organização e identificação. Os contentores devem ser identificados e conservados em local definido, além de ser manuseados apropriadamente. O Kanban demanda disciplina e organização física adequada do volume estocado. Dessa forma, empresas que possuem a cultura nos moldes 5s terão sucesso na implantação deste sistema.

4. Estudo de Caso

4.1 Empresa Foco do Estudo de Caso

O estudo é realizado no município de Taubaté, em uma empresa metalúrgica localizado no estado de São Paulo. A empresa que é de grande porte detém de uma alta demanda de peças dos mais variados tipos de tamanho e peso em processo.

O Lead Time desses itens varia de acordo com o processo individual de cada um, mas tendo um prazo mínimo de fabricação para o item mais simples de pelo menos um mês. Na manufatura, a empresa detém dos processos de usinagem, solda e qualidade, onde são realizados os ensaios não destrutíveis e o dimensional das peças.

O processo de produção dentro da fabrica funciona da seguinte forma: São em torno de 40 maquinas somando-se usinagem e solda, os itens que entram em processo na usinagem, após seu término deve ser direcionado para a ajustagem, local que é tido como um centro de trabalho responsável por remover imperfeições advindas do processo em maquina e eliminar todas as rebarbas, feito isso a peça estará liberada para qualidade, onde há dois setores chamados QCDIM e END, o qcdim, é o local que as peças são dimensionadas, ou seja, após o processo em maquina e eliminação da rebarba, há uma inspeção das medidas sobre a usinagem realizada e o desenho técnico disponibilizado no sistema pela engenharia de produção, quando encontrado alguma divergência, aponta-se um erro no processo da usinagem e é solicitado um laudo da engenharia, mencionando as medidas encontradas para que seja feito um roteiro de retrabalho para aquele item. Ainda no processo de qualidade há o centro de trabalho *END (ensaios não destrutíveis)*, estes ensaios estão responsáveis por identificar rachaduras na matéria prima e locais soldados da peça, essas rachaduras podem ser superficiais ou internas e quando encontradas há necessidade de retrabalho por parte da solda.

4.2 Características Físicas do Ambiente Analisado

Os ambientes analisados possuem um amplo espaço onde são encontradas diversas peças, cada item em uma etapa do processo aguardando na fila de acordo com o seqüenciamento do planejamento.

Abaixo uma foto da área de armazenamento interno de peças em processo intermediário na manufatura:

Figura 7- Área de armazenamento interno de peças



Fonte: Adaptação dos autores

Abaixo foto da área de armazenamento externo de peças em processo intermediário na manufatura:

Figura 8- Área de armazenamento externo de peças



Fonte: Adaptação dos autores

4.2.1 Situação Atual

O estudo de caso apresentado referente à organização das áreas de armazenamento da empresa Alpha, reflete após o processo de usinagem, pois somente depois desse centro de trabalho há necessidade de processos intermediários como, ajustagem, qcdim e end., processo este que é de seqüenciamento do planejamento, mas que requer entendimento da demanda pela supervisão, visto que é necessário adequar a mão de obra e os recursos mediante a quantidade de itens nas filas de cada centro de trabalho. Para o processo de solda quando o item é finalizado o mesmo deverá voltar para usinagem, de modo a realizar o desbaste dessa solda preparando o item para o END onde será feito o ultrassom, portanto não se vê necessidade de organizar as filas de processo intermediário, visto que a próxima etapa do processo é máquina.

Após finalizar o processo de usinagem, foi observada uma dificuldade em gerir e organizar os locais de armazenamento dentro da área de produção, nestes locais está armazenado as filas de cada um destes centros de trabalho citados acima, e dentro do processo já foram realizadas algumas tentativas de manter a organização e facilitar a gestão das demandas disponíveis nas áreas. Em uma tentativa de dividir a demanda de cada centro de trabalho, foram feitas divisões nos locais de armazenamento, por serem grandes, as peças são movimentadas somente por empilhadeiras, no entanto, por se tratar de uma demanda volátil, as áreas que tinham o mesmo espaço dividido em três, não foram capazes de suportar tamanha variação, visto que a demanda não é constante e por vezes a ajustagem passou a ser o gargalo, deixando a qualidade sem peças, com isso as peças que estavam na fila da ajustagem “invadiram” o local denominado para as peças da qualidade, e isso ocorria sucessivamente de acordo com o gargalo do momento, vale ressaltar que todas as peças tem seus respectivos documentos, mas há uma grande perda de tempo em folhar os papéis buscando a última assinatura para ter certeza da seqüência daquele item.

Desta forma, foi descartado este meio de organizar as áreas de armazenamento dentro da área de produção, os próprios empilhadeiras tinham conhecimento de que estavam colocando as peças fora da vaga ideal, mas não havia espaço para deixar as mesmas no local adequado na fila do processo, por se tratar de uma atividade onde muitos funcionários fazem essa interface aumentava a dificuldade em ter o conhecimento de quais itens estão fora do seu local, tornando-se uma gestão ruim, impossibilitando os supervisores de gerenciar o trabalho do dia – dia e as necessidades de hora extra, pois em virtude do volume de peças, acreditavam que aqueles itens abasteceriam determinado centro de trabalho, quando na verdade, aquela demanda era inexistente e boa parte já tinha sido processada.

Abaixo foto de peças na fila da ajustagem e qualidade misturadas na área de armazenamento interno.

Figura 9- Peças na fila de ajustagem e qualidade



Fonte: Adaptação dos autores

Abaixo foto de peças na fila da ajustagem e qualidade misturadas na área de armazenamento externo.

Figura 10- Peças na fila de ajustagem e qualidade



Fonte: Adaptação dos autores

5. Resultado e Discussão

Com base nas últimas tentativas de solucionar o problema referente à organização nas áreas de armazenamento da fábrica, pôde se observar que dividindo por locais não traria o resultado esperado, e a necessidade de acertar o meio ou método de arrumação aumentava em virtude do seqüenciamento e disponibilização de recursos da produção.

Desta forma, foi planejado utilizar do método de KANBAN para melhorar o gerenciamento visual da área, assim sendo o método iniciou-se da seguinte forma: Foram disponibilizados na área de produção cones coloridos (amarelo, verde e laranja) onde cada cone representa com sua cor uma etapa do processo. Ao sair de máquina o operador coloca o cone amarelo na peça que significa ajustagem, toda peça após finalizar a usinagem tem necessidade de ir para ajustagem para que as rebarbas sejam removidas, toda movimentação na área de produção é feita por uma empilhadeira em virtude do peso das peças, então o operador de empilhadeira que esta na área, ao visualizar um item com o cone amarelo já sabe que este finalizou seu processo em máquina e esta disponível para próxima etapa (ajustagem), o mesmo movimenta a peça para esta área, e ao serem retiradas as rebarbas e imperfeições de usinagem o operador que finalizou o processo coloca dois cones em cima da peça que são os respectivos para as áreas da qualidade, sendo verde para inspeção dimensional e laranja para END (ensaios não destrutíveis), o item segue o processo para área de armazenamento interno, de acordo com seqüenciamento do planejamento é disponibilizado em uma das áreas, supondo que esta área seja a de END, o operador ao finalizar seu trabalho de inspeção, irá tirar o cone laranja e devolver para área de armazenamento interno apenas com o cone verde, que significa que aquela peça só falta inspeção dimensional para ser liberada para máquina (em caso de processo intermediário) ou pintura (em caso de processo final). Vale ressaltar que dentro deste processo as peças disponíveis para as máquinas não precisam de cones, pois a intenção deste gerenciamento é conhecer a demanda dos processos intermediários, e seqüenciar de acordo com a

necessidade do planejamento, sendo assim, se a peça já está disponível para máquina não tem ação, a não ser iniciar seu processo em máquina.

Para que esse processo dê certo e flua de maneira adequada para auxiliar a gestão como um todo, é necessário haver a integração e comprometimento com o envolvimento de todas as áreas que fazem parte do processo, conforme mencionado no desenvolvimento deste estudo de caso, “O sistema Kanban possui diversas formas de utilização, todavia uma característica é unânime: o sistema Kanban não terá resultados positivos para a empresa se todos os envolvidos no processo não estiverem comprometidos em seguir as regras (OHNO, 1997)”.

Como foi dito anteriormente, há peças que estão em processo intermediário, e há peças que já estão na usinagem final, tanto para processos intermediários quanto para processos finais, repete as ações de ajustagem, qcdim e end, sendo assim quando o item já este acabado e finaliza todas essas etapas de qualidade, é colocado um cone azul e o operador de empilhadeira ao visualizar o item com aquela identificação, tem conhecimento de que o mesmo finalizou o processo na manufatura e pode ser enviado para pintura, onde será pintado e armazenado como peça pronta, em seguida.

Há uma observação para os itens que não são aprovados na qualidade, estes quando inspecionados e avaliados com alguma não conformidade, são devolvidos para área de armazenamento com um cone vermelho, evidenciando que naquele item há necessidade de retrabalho. (Moden, 2015 apud Oliveira, 2019) propõe cinco regras para alcançar o objetivo do JITdo Kanban, onde a 3º Regra envolve os Produtos defeituosos que não podem ser enviados para o próximo processo em hipótese alguma. "Se o processo de downstream encontrar alguns produtos defeituosos, ele interromperá a linha de produção sozinho, porque não tem estoque em excesso, e os produtos defeituosos serão enviados de volta ao processo anterior." Neste caso, não se trata de uma linha de produção, mas o objetivo deve ser o mesmo quando encontrado algum defeito no item durante a inspeção, este deverá retornar ao processo anterior.

De acordo com o que foi dito no desenvolvimento deste estudo de caso, o sistema Kanban tem como base a comunicação visual, de acordo com o

pensamento de (MARTINS; LAUGENI, 2006) “assinalar a necessidade de mais material e assegurar que tais peças sejam produzidas e entregues a tempo de garantir a fabricação ou montagem subseqüentes.” Com essa melhoria implementada ganhou-se agilidade no processo, visto que os empilhadeiras só faziam movimentações quando o planejamento solicitava, pois estes não tinham conhecimento se a peça já estava pronta quando saia de maquina, ou se disponível na qualidade após ser ajustado. Com essa solução, por meio de uma gestão visual, melhorou a administração dos gestores das áreas de usinagem, solda e qualidade, e foi importante para ter conhecimento de quais itens estão parados na área de armazenamento esperando serem retrabalhados envolvendo todos os setores da manufatura.

Abaixo fotos da área de armazenamento interno com os cones coloridos identificando a etapa a qual as peças estão no processo.

Figura 11- Área de armazenamento interno com identificação das peças



Fonte: Adaptação dos autores

Figura 12- Área de armazenamento interno com identificação das peças



Fonte: Adaptação dos autores

Abaixo foto da área de armazenamento externo com os cones coloridos identificando a etapa a qual as peças estão no processo.

Figura 13- Área de armazenamento externa com identificação das peças



Fonte: Adaptação dos autores

6 CONCLUSÃO

De acordo com o objetivo de organizar as áreas de armazenamento da empresa Alpha, concluímos que é de extrema importância o foco no desenvolvimento do processo para que algo planejado saia do papel e torne-se realidade, de fato mostrou-se crucial o envolvimento das pessoas que estão interligadas com a atividade estudada. Mediante ao desenvolvimento deste estudo de caso, fez-se claro a citação mencionada no desenvolvimento por (Liker e Meier, 2007) “Os princípios originais do Lean são descritos da seguinte forma: baseado na filosofia; o processo certo produz os resultados certos; a organização é avaliada através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros; a resolução contínua de problemas leva ao aprendizado organizacional.

O Kanban desenvolvido neste estudo de caso, mediante a necessidade de melhorar a visibilidade do processo produtivo da empresa Alpha, foi muito importante pois a demanda passou a ser administrada através de uma gestão visual. Desta forma, melhoramos o processo como um todo, reduzindo o tempo de Lead Time dos itens dentro da manufatura, pois a partir do momento que iniciamos o uso de cones coloridos na área como meio de indicar qual o próximo centro de trabalho daquele item específico, a fábrica começou a não depender apenas do Planejamento para manter seu fluxo de abastecimento, em virtude de todos que estão envolvidos no processo terem visualmente o conhecimento da próxima etapa dos itens que estão na área de produção.

A importância de manter um gerenciamento adequado mediante a uma gestão visual, pode ser comprovada pela citação de (Peinedo, Graeml, 2007) “O Kanban possui uma série de vantagens com relação aos modelos mais tradicionais de produção, através desse sistema é possível obter reduções nos níveis de estoque. Por ser um sistema que auxilia na visualização de todo o processo produtivo ele permite uma melhor observação de problemas existentes, das falhas no processo”.

O método utilizado foi da observação diária, e a implementação do sistema Kanban foi baseado na utilização dessa ferramenta pela Toyota, empresa que criou este meio de gerenciamento para melhorar a visualização do fluxo de trabalho, permitir mapear e gerenciar o fluxo, permitir limitar o trabalho em progresso, todas estas necessidades foram encontradas no processo da empresa Alpha, portanto concluímos que a solução destes problemas poderia ser resolvido tendo a empresa Toyota de exemplo e utilizando de forma semelhante o método Kanban desenvolvido por ela.

E o conhecimento alinhado com o comprometimento de todos os envolvidos no processo, mostrou-se crucial para a solução do problema exposto, de acordo com (OHNO, 1997) “O sistema Kanban possui diversas formas de utilização, todavia uma característica é unânime: o sistema Kanban não terá resultados positivos para a empresa se todos os envolvidos no processo não estiverem comprometidos em seguir as regras”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, J. Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para projeto e gestão de produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BARBOSA, LIVIA. Cultura e Empresas, 2002.

https://www.academia.edu/40547044/Cultura_e_Empresas_de_Li_via_Barbosa.

BEZERRA, J. Terceira Revolução Industrial. Toda Matéria. Disponível em: www.todamateria.com.br/terceira-revolucao-industrial. Acesso em 20 de Jul. de 2022.

BRETTEL, M. et al. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, v. 8, n. 1, p. 37-44, November 2014.

BRETTEL, M. et al. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, v. 8, n. 1, p. 37-44, November 2014.

BÜRKNER, H.-P. et al. Transformation delivering and sustaining breakthrough performance. Boston: The Boston Consulting Group, Inc, 2016.

CALEIRO, João Pedro. Quem ganha e Quem Perde com a Quarta Revolução Industrial. Revista Exame. Publicado em 17 maio 2018, 13h01.

CHIAVENATO, Idalberto. Administração, teoria, processo e prática. São Paulo: Makron Books, 1994.

COELHO, P. N. M. Rumo à Indústria 4.0. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e gestão Industrial pela Universidade de Coimbra. Coimbra, p. 1-65. 2016.

CORRÊA, Henrique. Teoria geral da administração: abordagem histórica da gestão de produção e operações. São Paulo: Atlas, 2003.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração da Produção e Operações – Manufatura e Serviços: Uma abordagem estratégica. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2008.

CSILLAG, João Mário. *Análise do Valor*, Editora Atlas S.A., 1995.

FIGUEIREDO, P. N.; PINHEIRO, M. C. Competitividade industrial brasileira e o papel das capacidades tecnológicas inovadoras: a necessidade de uma investigação criativa. Programa de Pesquisa em Gestão da Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial no Brasil, da EBAPE/FGV, Rio de Janeiro, 15 Março 2016. 1-17.

FORD, H. *Hoje e amanhã*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1927.

GHINATO, P. Publicado como 2º capítulo do Livro *Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações*, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. Da UFPB, Recife, 2000. Disponível em: [Fundamentos Do Sistema Toyota de Produção | PDF | Toyota | Padronização \(scribd.com\)](#) . Acesso em: 09jul. de 2022.

GHINATO, P. *Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-time*. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

GOMES, J. D. O. *Manufatura Avançada Verde e Amarela*. 21º Seminário Internacional de Alta Tecnologia, Piracicaba, 6 Outubro 2016. 67-80.

HABERKAMP, A. M. Impactos dos investimentos em tecnologias da Informação nas variáveis estratégicas das empresas prestadoras de serviços contábeis. Dissertação de mestrado Programa de Pós-Graduação em Administração UFRGS, Porto Alegre, 2005. 1-101.

KUPFER, D. Uma abordagem neo-schumpeteriana de competitividade industrial. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 1, n. 17, p. 355-372, 1996.

LEAN INSTITUTE BRASIL. *Os 5 Princípios: Os 5 Princípios do Lean Thinking (Mentalidade Enxuta)*. 2015. Disponível em Acesso em: 14 jul. de 2022.

LIKER, *O Modelo Toyota – 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, J.K.; MEIER, D. (2007) *O modelo Toyota: manual de aplicação*. Porto Alegre: Bookman.

LUSTOSA, L. et al. Planejamento e Controle da produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

_____. MANUAL DO OSLO, 1997. http://www.finep.gov.br/images/a-finep/biblioteca/manual_de_oslo.pdf

MARINO, L. H. F. D. C. Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial. XIII SIMPEP, Bauru, 06-08 novembro 2006. 1-9.

MARTINO, M. A. Gestão da Qualidade sob o Enfoque da Administração de Recursos Humanos. In: OLIVEIRA, O. J. et al (Org.). Gestão da Qualidade: Tópicos Avançados. São Paulo: Cengage Learning Editores, 2003. Cap. 9. p. 137-144.

MARTINS, P.G; LAUGENI, F.P. Administração da Produção. 2ªed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MARTINS, P.G; LAUGENI, F. P. Administração da Produção - Série Fácil. São Paulo:Saraiva, 2012.

MAXIMIANO, Antonio César Amauri. Teoria Geral da Administração: da Revolução Urbana à Revolução Digital. São Paulo: Atlas, 2007.

MONDEN, Y. Sistema Toyota de Produção: uma abordagem integrada ao Just in time. 4ªed. Bookman editora, 2015.

MONOGRAFIA_IndústriaRealidadeMudanças.pdf, DANDARA, Raposo, 2018.

MORAES, Anna Maris Pereira. Introdução à Administração. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

MOURA, R. Kanban: A Simplicidade do Controle da Produção. 7ªed. São Paulo: IMAM, 2007.

OCDE. The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business. OCED Publishing. Paris, p. 1-442. 2017a. (978-92-64-27103-6).

OCDE. OECD Digital Economy Outlook 2017. OECD Publishing. Paris, p. 1-325. 2017b.

OHNO, T. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção. Porto Alegre: Bookman, 1997

PEINEDO, J. ; GRAEML. Operações industriais e de serviços. Paraná : Editora UnicenP, 2007.

PICCHI, F. A.; Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. Sites. USP, 2003. Disponível em: <https://sites.usp.br/construinova/wp-content/uploads/sites/97/2017/12/PICCHI-Oportunidades-de-aplica%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em 14 de jul. de 2022.

POPPENDIECK, M.; POPPENDIECK, T. Implementando o Desenvolvimento Lean de Software: Do conceito ao Dinheiro. São Paulo: Bookman, 2011. 259 p. Disponível em: [Implementando o Desenvolvimento Lean de Software: Do conceito ao dinheiro - Mary Poppendieck, Tom Poppendieck - Google Livros](#) . Acesso em: 09 jun. de 2022.

RAMOS, J. E. M. Terceira Revolução Industrial. Sua Pesquisa. Disponível em: www.suapesquisa.com/industrial/terceira_revolucao.htm. Acesso em 20 de jul. de 2022.

RIANI, A. M. O Lean Manufacturing aplicado na Becton Dickinson. 2006. 52. Engenharia de Produção- UFJF, Juiz de Fora- MG, 2006.

ROBINSON, A. G. & SCHROEDER, M. Detecting and eliminating invisible waste. Production and Inventory Management Journal. Vol. 33, n.4, p.37-42, 1992.

ROTHER, M. & SHOOK, J. (1998)-Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. The Lean Enterprise Institute, MA, USA.

RÜBMANN, M. et al. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group. Boston, p. 20. 2015.

SANTISO, Carlo. Head, Institutional Capacity of the State Division, Inter-American Development Bank. Las opiniones expresadas en este artículo son las del autor y no del Foro Económico Mundial de La America Latina 2018.

SARCINELLI, Wanessa Tatiany. Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos. 2008. Monografia (Especialista em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.

SCUCCUGLIA, M. Aplicação do Método de Produção Enxuta em Processos Administrativos. 2006. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Fabricação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

SILVA, A. L.; GANGA, G. M. D.; SILVA, V. C. O. (2006). A Integração da Produção Enxuta e as Ferramentas de Análise de Desempenho: TQM, BSC. Disponível em: http://www.hominiss.com.br/sites/default/files/teses_artigos/A_integracao_da_producao_enxuta_e.pdf acesso em 22 de julho de 2022.

SILVA, E. O. Produção em escala artesanal X Industrial. Verakis, 2021. Disponível em: <https://verakis.com/producao-em-escala-artesanal-x-industrial/>. Acesso em: 12 de jul. de 2022.

SILVA, J. C. Fábrica POLI: Concepção de fábrica de ensino no contexto Indústria 4.0. São Paulo: Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2015.

SIQUEIRA, J. P. L. de. Gestão de Produção e Operações. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009. 124 p.

SHINGO, S. O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção. Tradução de Eduardo Schaan. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

SHINGO, S. Sistema Toyota de Produção – do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre, Editora Bookman, 1996.

SOUSA, Rafaela. "Primeira Revolução Industrial"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/primeira-revolucao-industrial.htm>. Acesso em 11 de julho de 2022.

TAKEY, S. Internet das Coisas por brasileiros pela melhoria da eficiência da indústria brasileira. 21º Seminário Internacional de Alta Tecnologia, Piracicaba, 6 Outubro 2016. 197-214.

TAPPING, D.; SHUKER, T. Lean Office: gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas – 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias lean nas áreas administrativas. São Paulo: Editora Leopardo, 2010.

TIGRE, P. B. Gestão da Inovação: a economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

VENTURELLI, Marcio BIG DATA NA INDÚSTRIA 4.0 - Banco de Dados em Cloud para Tomada de Decisões na Automação Industrial, 2022.

WERKEMA, C. Criando a Cultura Lean Seis Sigma. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WERKEMA, C. Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing.Docplayer, 2015. Disponível em: <https://docplayer.com.br/329306-Cristina-werkema-serie-seis-sigma-volume-4-lean-seis-sigma-introducao-as-ferramentas-do-lean-manufacturing.html>.

Acesso em: 12 de jul. de 2022.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. A máquina que mudou o mundo. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

Kanban: quadro de sinalização que controla os fluxos de produção

MachinetoMachine: tecnologia que conecta máquinas, dispositivos e aparelhos à internet sem utilizar fios, transformando-os em recursos inteligentes

Just in Time: determina que tudo deve ser produzido, transportado ou comprado na hora exata

Work In Progress: trabalho em andamento