



EDIMARA FRANCISCO DE JESUS

**ESTUDO SOBRE AS TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO
LEAN MANUFACTURING PARA AUMENTO DE
PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA**

LONDRINA
2020

EDIMARA FRANCISCO DE JESUS

**ESTUDO SOBRE AS TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO
LEAN MANUFACTURING PARA AUMENTO DE
PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Pitágoras Unopar, como requisito
parcial para a obtenção do título de graduada
em Engenharia da Produção.

Orientador: Prof.º Felipe Coimbra.

LONDRINA
2020

EDIMARA FRANCISCO DE JESUS

**ESTUDO SOBRE AS TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO
LEAN MANUFACTURING PARA AUMENTO DE
PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Pitágoras Unopar, como requisito
parcial para a obtenção do título de graduada
em Engenharia da Produção.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Msc. Jéssica Naihara Nunes Bueno

Prof. Esp. Renê dos Santos de Carvalho Junior

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Londrina, 11 de dezembro 2020.

JESUS, Edimara Francisco de. **Estudo sobre as técnicas e ferramentas do *lean manufacturing* para aumento de produtividade na indústria.** 2020. xx folhas. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia da Produção – Universidade Pitágoras Unopar, Londrina, 2020.

RESUMO

O Lean Manufacturing pode ser interpretado como uma filosofia de trabalho nascida na Toyota que se baseia na eliminação de desperdícios nos processos e na busca constante por aprimorá-los para ganhos em qualidade, serviço e custo. Quando se fala em *Lean*, a primeira coisa que vem à mente é a palavra cliente. Trata-se de identificar o que ele quer de nós e o que identifica como valor, de forma a fornecê-lo no tempo e custo certos. Isso o tornou o modelo a ser seguido pela maioria das empresas do mundo, que na implementação de seus princípios alcançaram um conceito de Lean ainda mais amplo do que já era. Este trabalho inclui os princípios básicos e ferramentas da Manufatura Enxuta, em que o primeiro capítulo do trabalho oferece uma visão do que serve a filosofia *Lean*, começando com uma introdução à história da Manufatura Enxuta, continuando com uma descrição dos resíduos que se pretende eliminar de qualquer processo e terminando com uma descrição dos mesmos.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*, processo e produção.

JESUS, Edimara Francisco de. **Study on lean manufacturing techniques and tools to increase productivity in the industry**. 2020. xx leaves. Course Conclusion Paper in Production Engineering - Pitágoras Unopar University, Londrina, 2020.

ABSTRACT

Lean Manufacturing can be interpreted as a work philosophy born at Toyota that is based on the elimination of waste in the processes and the constant search to improve them for gains in quality, service and cost. When talking about Lean, the first thing that comes to mind is the word customer. It is about identifying what he wants from us and what he identifies as value, in order to provide him at the right time and cost. This made it the model to be followed by most companies in the world, which in implementing its principles reached an even broader concept of Lean than it already was. This work includes the basic principles and tools of Lean Manufacturing, in which the first chapter of the work offers an overview of what Lean philosophy is for, starting with an introduction to the history of Lean Manufacturing, continuing with a description of the waste that is intended to be eliminated from any process and ending with a description of them.

Keywords: Lean Manufacturing, process and production.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. INTRODUÇÃO AO LEAN Manufacturing	8
3. A METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING	13
3.1 PRINCÍPIOS DO SISTEMA <i>LEAN</i>	14
3.2 CONCEITO DE DESPERDÍCIO VERSUS VALOR AGREGADO	15
3.2.1 Resíduos de armazenamento em excesso	17
3.2.2 Resíduos devido à "superprodução"	17
3.2.3 Desperdício devido ao "tempo de espera"	17
3.2.4 Resíduos por "transporte" e "movimentos desnecessários"	18
3.3 RESÍDUOS DE DEFEITOS, REJEIÇÕES E RETRABALHO	18
3.4 CONCEITO DE MELHORIA CONTÍNUA E <i>KAIZEN</i>	18
3.5 OPORTUNIDADES DE MELHORIA	20
4. AS VARIEDADES DE TÉCNICAS LEAN	22
4.1 FERRAMENTA 5S	24
4.2 FERRAMENTA SMED	25
4.3 PADRONIZAÇÃO	26
4.4 TPM DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL	27
4.5 VERIFICAÇÃO VISUAL	28
4.6 JIDOKA	29
4.7 TÉCNICAS DE QUALIDADE	31
4.8 SISTEMAS DE PARTICIPAÇÃO DA EQUIPE	32
4.9 A TÉCNICA HEIJUNKA	32
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

As empresas industriais enfrentam o desafio de pesquisar e implementar novas técnicas organizacionais e de produção que lhes permitam competir em um mercado global. O modelo de manufatura enxuta, conhecido como Lean Manufacturing, constitui uma alternativa consolidada e sua aplicação e potencial devem ser tomados em consideração por qualquer empresa que pretenda ser competitiva.

O *Lean Manufacturing* é originário do sistema de produção *Just in Time* desenvolvido nos anos 50 pela empresa automobilística *Toyota*. Com extensão do sistema para outros setores e países, foi modelado um modelo que foi tornar-se o paradigma dos sistemas associados de melhoria da produtividade à excelência industrial.

A chave do modelo é gerar uma nova cultura tendendo a encontrar uma maneira de aplicar melhorias na fábrica, tanto para nível de trabalho como linha de fabricação e tudo em contato direto com os problemas existentes para os quais colaboração e comunicação completa entre gerentes e operadores.

Este projeto de pesquisa se justifica, em que o *Lean Manufacturing* gera uma abordagem na qual o empreendedor, cria e mantém uma cultura de melhoria contínua. Essa cultura é baseada em um sistema integrado de estratégias, técnicas e ideias, incluído nas melhores práticas. Neste contexto, como compreender esta metodologia como uma ferramenta eficaz de melhoria na produtividade da indústria?

O objetivo geral deste trabalho será investigar a metodologia *Lean Manufacturing*, como uma ferramenta de mudança dentro da indústria e assim melhorar a produtividade. E para atingir os mesmos, seguem como objetivos específicos: Conceituar a metodologia *Lean Manufacturing*; identificar quais são suas principais ferramentas para melhorar a produtividade; e apresentar as vantagens na sua utilização.

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura, na qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes base de dados (livros, sites de banco de dados, etc...). Sendo os principais autores: "Machline, 1994", "Burbidge, 1981" e "Womack, 1998", etc.... O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos quinze anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: "*Lean Manufacturing*", "processo" e "produção".

2. INTRODUÇÃO AO LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing é uma filosofia de trabalho baseada em pessoas que define a maneira de melhorar e otimizar um sistema de produção com foco na identificação e eliminar todos os tipos de "desperdício", definidos como esses processos ou atividades que usam mais recursos do que o estritamente necessário. Identifique vários tipos de "resíduos" observados na produção: superprodução, tempo espera, transporte, processamento em excesso, estoque, movimentação e defeitos (BURBIDGE, 1981).

Veja o que não deveria estar fazendo, porque não agrega valor ao cliente e tende para removê-lo. Para atingir objetivos, implante um aplicativo sistemático e regular de um extenso conjunto de técnicas que cobrem praticamente todas as áreas operações de manufatura: organização de empregos, gestão da qualidade, fluxo interno de produção, manutenção, gerenciamento da cadeia de suprimentos (CUSUMANO, 1994).

Os benefícios obtidos em uma implantação *Lean* são evidentes e comprovados. Seu objetivo final é gerar uma nova cultura de melhoria baseada em comunicação e trabalho em equipe; para isso, é essencial adaptar o método para cada caso específico (WOMACK, 1998).

A filosofia *Lean* não aceita nada e busca continuamente novas maneiras de fazer as coisas de uma maneira mais ágil, flexível e econômica. *Lean Manufacturing* não é um conceito estático, que pode ser definido diretamente, nem é uma filosofia radical que rompe com tudo o que se sabe (TAKTICA, 2008).

Sua novidade consiste na combinação de diferentes elementos, técnicas e aplicações decorrentes de estudo sobre máquina de pés e apoiado pela gerência na plena convicção de suas necessidades. O pensamento enxuto evolui constantemente como consequência de aprendizado adquirido com a implementação e adaptação de técnicas diferentes para diferentes ambientes industriais e até serviços (HINES, 2000).

A cultura enxuta não é algo que começa e termina, é algo que deve ser tratado como uma transformação cultural para ser duradoura e sustentável é um conjunto de técnicas focadas em valor agregado e pessoas (STRATEGOS, 2001).

Uma empresa com um histórico de sucesso nos métodos de racionalização da produção está em uma excelente posição para experimentar o método *Lean* adotando

novas abordagens, selecionando técnicas e princípios específicos que melhor se adaptam ao seu sistema de produção, produto e equipe humana (TAKTICA, 2008).

As técnicas de organização da produção surgiram no início do século XX com o trabalho realizado por Taylor e Henry Ford, que formalizam e metodizam conceitos de fabricação em série que começaram a ser aplicados no final do Século XIX e que encontram seus exemplos mais relevantes na fabricação de rifles (Estados unidos) ou turbinas de navios (Europa) (CUSUMANO, 1994).

Taylor estabeleceu os primeiros fundamentos da organização produção desde a aplicação do método científico aos processos, horários, equipes, pessoas e movimentos. Mais tarde Henry Ford introduziu as primeiras cadeias de fabricação de automóveis, onde fez uso intensivo da padronização de produtos, uso de máquinas para tarefas básicas, simplificação-sequenciamento de tarefas e rotas, sincronização entre processos, especialização no trabalho e treinamento especializado. Nos dois casos, é conjunto de ações e técnicas que buscam uma nova forma de organização e que surgir e evoluir em uma época em que a produção em massa rígida era possível grandes quantidades de produto (BURBIDGE, 1981).

Já em 1902, *Sakichi Toyoda*, aquele que depois, foi fundador com seu filho *Kiichiro*, da *Toyota Motor Company Corporation*, inventou um dispositivo que parou o tear quando a linha se rompeu e indicou com um sinal visual ao operador de que a máquina precisava de atenção. Este sistema de automação com um toque humano permitiu ao homem separar a máquina. Com esta medida simples e eficaz, um único operador pode controlar várias máquinas, o que foi uma tremenda melhoria na produtividade que deu lugar a preocupações permanente para melhorar os métodos de trabalho (WOMACK, 1998).

Por suas contribuições ao desenvolvimento industrial do Japão, *Sakiichi Toyoda* é conhecido como o rei dos inventores Japonês. Em 1929, a *Toyoda* vende os direitos de suas patentes de tear para a Empresa britânica *Platt Brothers* e instrui seu filho *Kiichiro* a investir na indústria automotivo nascendo, assim, a empresa *Toyota*. Essa assinatura, como a do resto das empresas japonesas, enfrentou, após a segunda guerra mundial, o desafio de reconstruir uma indústria competitiva em um cenário pós-guerra (HINES, 2000).

Os japoneses tomaram consciência da precariedade de sua posição no cenário econômico mundo, portanto, desprovido de matérias-primas, só podiam contar com estes mesmos para sobreviver e se desenvolver (CUSUMANO, 1994).

O desafio para os japoneses era obter benefícios de produtividade sem recorrer às economias de escala. Começaram a estudar os métodos de produção dos Estados Unidos, com especial atenção às práticas produtivas da *Ford*, ao controle estatístico de processos desenvolvidos por *Shewart*, às técnicas de qualidade de *Edwards Deming* e *Joseph Moses Juran*, juntamente com os desenvolvidos no próprio Japão por *Kaoru Ishikawa* (BURBIDGE, 1981).

Precisamente, nesse ambiente de "sobrevivência", a empresa Toyota foi quem aplicou mais intensamente a busca de novas alternativas "práticas". No final de 1949, um colapso nas vendas forçou a Toyota a demitir grande parte da mão de funciona após uma longa greve. Naquela época, dois jovens engenheiros da *Eiji Toyoda* (sobrinho de *Kiichiro*) e *Taiicho Ohno*, que é considerado o pai da *Lean Manufacturing*, visitaram as empresas automobilísticas americanas (WOMACK, 1998).

Naquela época, o sistema americano defendia a redução de custos fabricando veículos em grandes quantidades, mas limitando o número de modelos. Observaram que o sistema rígido americano não era aplicável ao Japão e que o futuro iria perguntar, construa carros pequenos e modelos variados a baixo custo (MACHLINE, 1994).

Concluíram que isso só seria possível suprimindo estoques e toda uma série de resíduos, incluindo aqueles de uso de capacidades humanas. A partir dessas reflexões, *Ohno* estabeleceu as bases do novo sistema de gestão *Just in Time*, também conhecido como *Toyota Manufacturing System*. O sistema formulou um princípio muito simples: "produza apenas o que é demanda e quando o cliente solicitar (STRATEGOS, 2001).

As contribuições de *Ohno* foram complementadas com o trabalho de *Shigeo Shingo*, também engenheiro industrial da *Toyota*, que estudou a gestão científica e as teorias do tempo de *Taylor* em detalhes e Movimentos de *Gilbreth*. Entendeu a necessidade de transformar operações produtivas em fluxos contínuos, sem interrupções, para fornecer ao cliente apenas o que exigia, concentrando seu interesse em reduzir os tempos de preparação (OHNO, 1997).

Para sob a filosofia *Just in Time*, diferentes técnicas foram desenvolvidas, como o sistema *Kanban*, *Poka-Yoke* que estavam enriquecendo o sistema Toyota (CUSUMANO, 1994).

O sistema JIT/TPS ganhou notoriedade com a crise do petróleo de 1973 e com a entrada em perdas de muitas empresas japonesas. *Toyota* destacou-se acima do resto empresas e o governo japonês incentivaram a extensão do modelo para outras empresas. A partir deste momento, a indústria japonesa começa a tirar vantagem competitiva com o Oeste. Neste ponto, deve-se notar que *Taicho Ohno* reconheceu que o JIT surgiu do esforço para melhorar, melhorar a produtividade e, em definitivamente, a necessidade de reduzir custos, prova de que em tempos de crise as ideias saem com mais força (TAKTICA, 2008).

Sistematicamente, os sistemas de produção do Japão, Europa e Estados Unidos. Nesta publicação expôs as características de um novo sistema de produção “capaz combinar eficiência, flexibilidade e qualidade ”utilizáveis em qualquer lugar do mundo (WOMACK, 1998).

Foi neste trabalho que o nome *Lean Manufacturing* foi usado pela primeira vez, embora, no fundo, ainda fosse uma maneira de rotular com uma nova palavra ocidentalizada o conjunto de técnicas que já haviam sido utilizadas desde décadas atrás no Japão (BURBIDGE, 1981).

Levando em consideração todo esse cenário, é lógico que técnicos, professores e especialistas no campo, consulte o sistema de produção japonês para conversar de *Lean*, um sistema nascido em um ambiente sócio industrial muito diferente do ocidental. Precisamente, de acordo com Suzuki (2004), as técnicas JIT, juntamente com o sistema organizacional da obra japonesa JWO (*Japanese Work Organization*), são as fundações que compõem o *Lean Manufacturing* (HINES, 2000).

O JWO trata de conceber e estabelecer uma maneira de organizar o trabalho orientado à aplicação prática exaustiva das habilidades dos trabalhadores; isso é plena utilização dos recursos da força de trabalho. O sistema está completo com outras práticas organizacionais, como treinar trabalhadores para que são capazes de multitarefa, alocação flexível de trabalho, alocação de responsabilidades trabalhadores, a fim de verificar os parâmetros de qualidade e realizar manutenção básica (HINES, 2000).

Automação de poder interromper o processo se detectar que não pode fabricar uma peça sem erros, produtividade, custos, prazo de entrega e diversidade de produtos. Em um segundo o grupo coleta os princípios da JWO que usam o potencial dos trabalhadores (CUSUMANO, 1994).

O último grupo seria formado pelos princípios que foram incorporados finalmente, para configurar o que se entende por *Lean*. Para concluir a descrição da origem do *Lean Manufacturing*, é conveniente simplificar os conceitos e desmistificar as denominações, num primeiro exercício de Pensamento enxuto que evita "desperdício" na comunicação de conceitos (WOMACK, 1998).

O *Lean Manufacturing* está no momento em que as empresas japonesas adotaram uma cultura, que continua consistindo em buscar obsessivamente como aplicar melhorias na fábrica no nível do trabalho linha de trabalho e fabricação, tudo em contato direto com os problemas e contando com colaboração, envolvimento e comunicação completa entre gerentes, controles e operadores. Nesta busca, adotaram plenamente os princípios da qualidade melhoria total e contínua, alcançando uma mudança de mentalidade que não ocorreria até décadas depois em fábricas no Oeste (BURBIDGE, 1981).

O segredo não está no nome da filosofia, mas na atitude, persistente no tempo para perseguir e implementar ações para melhorar e eliminar atividades valor agregado, com total apoio da gerência e dos funcionários, adaptado às circunstâncias específicas de cada empresa, para aumentar a produtividade, reduzindo tempos de entrega, aumentando a qualidade e reduzindo custos (TAKTICA, 2008).

3. A METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING

Lean é um sistema com muitas dimensões que afeta especialmente a eliminação de resíduos. Lean envolve uma mudança cultural na organização empresarial com um alto comprometimento da direção da empresa que decide implementá-la. Nestas condições, é difícil fazer um esquema simples que reflita os vários pilares, fundamentos, princípios, técnicas e métodos que contempla e que nem sempre são homogêneos levando em consideração que termos e conceitos que variam são tratados de acordo com a fonte consultada. Indicam, neste sentido, que acadêmicos e consultores não concordem quando se trata de identificar claramente a ferramenta (BURBIDGE, 1981).

Tradicionalmente, o esquema da "Casa do Sistema de Produção *Toyota* " para visualizar rapidamente a filosofia por trás do *Lean* e as técnicas disponível para seu aplicativo. É explicado usando uma casa porque constitui um sistema estrutural que é forte, enquanto as fundações e colunas são estruturas; uma peça em mau estado enfraqueceria todo o sistema (TAKTICA, 2008).

Automatizar é dar às máquinas e operadores a capacidade de determinar quando ocorre uma condição anormal e interrompe imediatamente o processo. Esse sistema permite detectar as causas dos problemas e eliminá-los em suas raízes em um que os defeitos não sejam transferidos para as estações subsequentes (WOMACK, 1998).

A base da casa consiste na padronização e estabilidade dos processos: o *heijunka* ou nivelamento da produção e a aplicação sistemática de melhoria contínua.

A essas bases tradicionais, o fator humano foi adicionado como uma chave na implementação do *Lean*, fator que se manifesta em múltiplas facetas, como são o comprometimento da gestão, a formação de equipes lideradas por um líder, o treinamento e capacitação de pessoal, mecanismos e sistemas de motivação recompensa (TAKTICA, 2008).

Todos os elementos desta casa são construídos através da aplicação de múltiplas técnicas que foram divididas de acordo com a forma como são utilizadas para o diagnóstico do sistema, para nível operacional, ou como técnicas de acompanhamento (BURBIDGE, 1981).

É importante usar este esquema de forma flexível em uma primeira abordagem para o pensamento enxuto. Embora a *Toyota House* seja um bom exercício no nível da apresentação formal, uma primeira visão pode induzir um gerente a pensar que é um sistema difícil de entender, complicado de implementar e longo para implementar. Nada mais longe da realidade, o esquema é uma forma de transferir todas as facetas para o papel do sistema. Cada empresa, dependendo de suas características, experiências, mercado, pessoal e objetivos, a curto e médio prazo, deve traçar um plano de implementação com objetivos limitados; selecionando e implementando, passo a passo, as técnicas mais adequadas (WOMACK, 1998).

3.1 PRINCÍPIOS DO SISTEMA LEAN

Além da casa da *Toyota*, os especialistas recorrem à explicação do sistema identificando os princípios nos quais a Manufatura Enxuta se baseia. Os princípios mais frequentemente associada ao sistema, do ponto de vista do "fator humano" e da maneira de trabalhar e pensar são: a) Trabalhe na fábrica e verifique as coisas no local; b) Forme líderes de equipe que adotem o sistema e o ensinem a outras pessoas; c) Internalizar a cultura de "parar a linha"; d) Criar uma organização que aprende por meio de reflexão e melhoria constantes "continue"; e) Desenvolver pessoas envolvidas que sigam a filosofia da empresa; f) Respeitar a rede de fornecedores e colaboradores ajudando-os e propondo desafios; g) Identificar e eliminar funções e processos desnecessários; h) Promover equipes e pessoas multidisciplinares; i) Descentralize a tomada de decisões; j) Integrar sistemas e funções de informação; k) Obter total comprometimento da gestão com o modelo *Lean* (CUSUMANO, 1994).

A estes princípios devem ser adicionados aqueles relacionados às medidas operacionais e técnicas para usar: Crie um fluxo de processo contínuo que traga problemas à superfície; Use sistemas "puxados" para evitar superprodução; Nivele a carga de trabalho para equilibrar as linhas de produção; Padronizar tarefas para implementar a melhoria contínua; Use o controle visual para detectar problemas; Elimine estoques por meio de diferentes técnicas JIT; Reduza os ciclos de fabricação e design e consiga a eliminação de defeitos (CUSUMANO, 1994).

3.2 CONCEITO DE DESPERDÍCIO VERSUS VALOR AGREGADO

Muitos dos princípios declarados acima estão de acordo com os objetivos perseguidos por praticamente todas as empresas industriais. Em princípio pode parecer uma lista de boas intenções, mas a questão surge imediatamente como podem realmente ser colocados em prática (TAKTICA, 2008).

Para isso, a Manufatura Enxuta defende uma mudança cultural radical. Esta mudança consiste na análise e medição da eficiência e produtividade de todos os processos em termos de "valor agregado" e "desperdício" (BURBIDGE, 1981).

Um exemplo dessa mudança é a forma como o *Lean* mede a eficiência e a produtividade sistemas de manufatura. Empresas usam indicadores de produtividade como uma medida chave do desempenho do seu processo, mas se as medições forem feitas sobre o que faz, sem considerar se é bem feito ou não, se tem ou não "valor", é muito provável que os números camuflam todo o potencial para melhorar a competitividade e custos do nosso sistema (WOMACK, 1998).

O valor é adicionado quando todas as atividades têm o único objetivo de transformar as matérias-primas do estado em que foram recebidas para outro de acabamento superior que o cliente está disposto a comprar. Entenda isso, a definição é muito importante ao julgar e catalogar nossos processos. O valor adicionado é o que realmente mantém o negócio vivo e seu cuidado e melhoria devem ser a principal ocupação de todo o pessoal da cadeia produtiva (STRATEGOS, 2001).

Neste ponto, no Ambiente enxuto é definido como "desperdício" qualquer coisa que não agregue valor ao produto ou que não é absolutamente essencial para fabricá-lo. Não deve cometer o erro de confundir desperdício com o que é necessário, ou seja, quando identifica uma operação ou processo como resíduo, por não agregar valor, associa esse pensamento à necessidade de sua eliminação imediata e que pode criar confusão e rejeição (LIKER, 2007).

Deve-se notar que existem atividades necessárias para o sistema ou processo, embora não têm valor agregado. Nesse caso, esses resíduos deverão ser assumidos.

Se as empresas atuarem em linha com a eliminação de desperdícios, terão a ferramenta mais adequada para melhorar seus custos. Precisamente o *Lean* surgiu

quando as empresas não podiam mais vender produtos com base no cálculo de seus custos, eram, mais um aumento percentual para benefícios (CUSUMANO, 1994).

Com o pensamento *Lean*, a estrutura de preços é baseada na equação simples: $\text{Custo} = \text{preço de mercado} - \text{lucro}$. Em uma abordagem *Lean*, começa com o preço que o mercado está disposto a pagar e do benefício a ser obtido para fazer frente à minimização de custos pela combinação, reduzindo ou eliminando tantas atividades sem valor agregado quanto possível (BURBIDGE, 1981).

As organizações têm um enorme potencial para reduzir custos e oferecer melhores produtos aos clientes se simplificarem ou eliminarem atividades de baixo valor (HINES, 2000).

No ambiente *Lean*, a eliminação sistemática de resíduos é feita por meio de três etapas que visam a eliminação sistemática de resíduos e todos o que é improdutivo, inútil ou que não agrega valor e que recebe o Nome de *Hoshin* (bússola) (TAKTICA, 2008):

- Reconhecer desperdícios e valor agregado em nossos processos.
- Agir para eliminar o desperdício aplicando a técnica *Lean* mais adequada.
- Padronizar o trabalho com uma carga de maior valor agregado para, mais tarde, reinicie o ciclo de melhoria.

A ideia fundamental do *Hoshin* é buscar, por parte de todo o pessoal envolvido, soluções de aplicação imediata tanto na melhoria da organização do cargo de trabalho como nas instalações ou fluxos de produção, um dos pontos-chave (WOMACK, 1998).

O sucesso do sistema reside no envolvimento de todos os funcionários, começando com pela direção e terminando nos operadores. A melhor maneira de entender os conceitos descritos e avaliar sua magnitude é identificar alguns dos tipos de resíduos nos quais a Manufatura Enxuta se concentra; armazenamento, superprodução, tempo de espera, transporte ou movimentos desnecessários, defeitos, rejeições e retrabalho. Para cada um deles irem identificar suas características e as prováveis causas das falhas, bem como as possíveis ações que propõe o sistema *Lean* para sua eliminação (TAKTICA, 2008).

O reconhecimento do desperdício de cada empresa deve ser o primeiro passo para a seleção das técnicas mais adequadas. A firme convicção de existência de

grande quantidade de resíduos na empresa ajudará no diagnóstico do sistema e aplicar as medidas mais eficientes (BURBIDGE, 1981).

3.2.1 Resíduos de armazenamento em excesso

O armazenamento do produto apresenta a maneira mais clara de desperdício porque esconde ineficiências e problemas crônicos a ponto de especialistas chamarem para estocar a "raiz de todos os males" (STRATEGOS, 2001).

O desperdício de armazenamento é o resultado de haver uma maior quantidade de existências daquelas necessárias para satisfazer as necessidades mais imediatas. O feito acúmulo de material, antes e depois do processo, indica que o fluxo de produção não é contínuo. A manutenção do armazém permite que os problemas sejam mantidos oculto, mas nunca os resolve (CUSUMANO, 1994).

3.2.2 Resíduos devido à "superprodução"

O desperdício de superprodução é o resultado de fazer mais do necessário ou para investir ou projetar equipamentos com maior capacidade do que o necessário. A superprodução é um desperdício crítico porque não leva à melhoria como parece que tudo funciona corretamente. Além disso, superprodução significa perda de tempo em fazer um produto que não é necessário, o que representa claramente um consumo inútil de material que por sua vez causa um aumento no transporte e o nível dos armazéns (WOMACK, 1998).

O desperdício da superprodução abre a porta para outros tipos de desperdício. Dentro muitas vezes a causa desse tipo de desperdício está no excesso de capacidade das máquinas. Operadores, preocupados em não reduzir as taxas de produção, usam a capacidade excedente fabricando materiais excedentes (LIKER, 2007).

3.2.3 Desperdício devido ao "tempo de espera"

A perda de tempo de espera é o tempo perdido como resultado de uma sequência de trabalho ou processo ineficiente. Processos mal projetados podem fazer com que alguns operadores fiquem parados enquanto outros ficam saturados de trabalho. Portanto, é necessário estudar cuidadosamente como reduzir ou eliminar o tempo perdido durante o processo de fabricação (CUSUMANO, 1994).

3.2.4 Resíduos por "transporte" e "movimentos desnecessários"

Resíduos de transporte são o resultado do movimento ou manuseio de material desnecessário. Máquinas e linhas de produção devem estar as mais próximas possível o mais próximo possível e os materiais devem fluir diretamente de uma estação de trabalho para o próximo sem esperar em filas de inventário. Nesse sentido, é importante otimizar o *layout* das máquinas e as rotas dos fornecedores. Mais longe, quanto mais vezes os itens são movidos de um lugar para outro, maior será susceptível de ser danificado (WOMACK, 1998).

3.3 RESÍDUOS DE DEFEITOS, REJEIÇÕES E RETRABALHO

O desperdício derivado de erros é um dos mais aceitos na indústria embora significa uma grande perda de produtividade porque inclui o trabalho extra que deve ser feito como resultado de não ter executado corretamente o processo produtivo na primeira vez. Os processos de produção devem ser projetados para testar erros, para obter produtos acabados com a qualidade exigida, eliminando, portanto, qualquer necessidade de retrabalho ou inspeções adicionais (TAKTICA, 2008).

Deveria também ter um controle de qualidade em tempo real, para que defeitos no processo as linhas de produção são detectadas apenas quando acontecem, minimizando assim o número de peças que requerem inspeção adicional e / ou retrabalho (BURBIDGE, 1981).

3.4 CONCEITO DE MELHORIA CONTÍNUA E KAIZEN

O conceito de melhoria contínua como uma chave dentro dos conceitos de Manufatura Enxuta. Melhoria continua baseia-se na luta persistente contra o desperdício. O pilar fundamental para vencer esta batalha é um trabalho em equipe sob o que veio a ser chamado de espírito *Kaizen*, verdadeiro impulsionador do sucesso do sistema *Lean* no Japão (BURBIDGE, 1981).

Kaizen significa "mudança para melhor"; é a mudança de atitude das pessoas. É a atitude em direção à melhoria, no sentido de utilizar as capacidades de todos os funcionários, o que avança o sistema para o sucesso. Logicamente, esse espírito carrega um caminho de gestão de empresas que implica uma cultura de mudança constante para evoluir no sentido de melhores práticas, que é o que é referido como "melhoria continua" (TAKTICA, 2008).

A melhoria contínua e o espírito *Kaizen* são conceitos maduros embora não têm uma aplicação estendida real. Seu significado pode parecer muito simples e, na maioria das vezes, lógico e bom senso, mas a realidade mostra que no ambiente de negócios, sua aplicação é complicada se não houver mudança de pensamento e uma organização radical que dura ao longo do tempo. As vantagens do seu pedido são patentes se considerarmos que os estudos sugerem que as empresas que fazem um esforço constante na implementação de projetos de melhoria continuamente, se movem com um crescimento sustentado de mais de 10% ao ano (CUSUMANO, 1994).

O pano de fundo para a melhoria contínua pode ser encontrado nas contribuições de *Deming* e juram em matéria de qualidade e controle estatístico de processos, que ponto de partida para as novas abordagens de *Ishikawa*, *Imai* e *Ohno*, que destacou a importância da participação dos operadores em grupos ou equipes de trabalho, focado na resolução de problemas e promoção da responsabilidade pessoal. A partir dessas iniciativas, o *Kaizen* tem sido considerado um elemento chave para a competitividade e o sucesso das empresas japonesas (WOMACK, 1998).

O espírito de melhoria contínua se reflete na frase "há sempre um método melhor" e consiste em avanços, passo a passo, com pequenas inovações e melhorias, realizadas por todos os funcionários, incluindo gerentes, que se acumulam e que levam à garantia de qualidade, redução de custos e entrega ao cliente da quantia certa dentro do período especificado. O processo de melhoria contínua defende que, quando surge um problema, o processo de produção para analisar as causas e tomar

medidas corretivas para que sua resolução aumente a eficiência do sistema (TAKTICA, 2008).

Chega um momento em que os aumentos derivados da introdução de melhorias não são muito significativos. Então deve haver uma reversão ou mudança da tecnologia utilizada. Quando as mudanças são radicais e são realizadas através técnicas de reengenharia ou grandes melhorias no *design* do produto envolvem grandes investimentos e muitas vezes estão associados à modernização de equipamentos e automação (WOMACK, 1998).

No entanto, o pensamento *Kaizen* apresenta desvantagens e dificuldades que, na maioria dos casos, têm a ver com a mudança de mentalidade dos gestores e outros de pessoal. Nesse sentido, convém lembrar o pensamento de Nicolás Maquiavel que concluiu que: “Não há nada mais difícil do que planejar, nem mais perigos do que gerenciar, nem menos provável de ter sucesso do que criar uma nova maneira fazer as coisas, já que o reformador tem grandes inimigos em todos aqueles quem vai se beneficiar do antigo e apenas morno apoio daqueles que vão ganhar com o novo ” (STRATEGOS, 2001).

Obviamente, as pessoas constituem a capital mais importante do negócio; os operadores estão em contato permanente com o ambiente de trabalho, estão quem está melhor posicionado para perceber a existência de um problema e, em muitas vezes, são os mais capazes de imaginar soluções de melhoria (CUSUMANO, 1994).

Dadas essas considerações, é lógico concluir que a melhoria contínua é o pilar básico do sucesso do modelo criado no Japão e é um fator fundamental para alcançar que os benefícios de implementar qualquer ferramenta de Manufatura Enxuta ser persistente ao longo do tempo (BURBIDGE, 1981).

3.5 OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Antes de abordar a descrição geral das principais técnicas *Lean*, é útil enfatizar nas grandes oportunidades de melhoria que os sistemas produtivos apresentam. As oportunidades mais comuns correspondem principalmente ao desperdício que dependem da própria organização. Para identificar essas oportunidades, pode ser útil

a formulação de questões como as que aparecem nas listas de verificação (TAKTICA, 2008).

A leitura dessas listas destaca as grandes possibilidades existentes de melhoria na fábrica e é a melhor apresentação para mostrar como as técnicas *Lean* que são expostos no próximo capítulo podem nos ajudar no caminho da melhoria da nossa competitividade (WOMACK, 1998).

4. AS VARIEDADES DE TÉCNICAS LEAN

A Manufatura Enxuta é materializada na prática através da aplicação de uma grande variedade de técnicas, muito diferentes umas das outras, que foram implementadas com sucesso em empresas dos mais diversos setores e portes (CUSUMANO, 1994).

Essas técnicas podem ser implementadas de forma independente ou em conjunto, cuidando das características específicas de cada caso. O número de técnicas é alto e os especialistas na área não acordou na identificação, classificação e proposição do seu âmbito de aplicação (BURBIDGE, 1981).

Em muitos casos, há um falso debate se pertencem à área de Qualidade Total, ao JIT ou novas técnicas organizacionais. O que é realmente importante é ter conceitos claros e a vontade da empresa de mudar as coisas para melhor. A melhor forma de obter uma visão simplificada, ordenada e coerente das técnicas e o mais importante é agrupá-los em três grupos diferentes (TAKTICA, 2008) .

Um primeiro grupo seria constituído por aqueles, cujas características, clareza e possibilidade implementação real torná-los aplicáveis a qualquer caso de negócios / produto / setor. Sua abordagem prática e em muitos casos, bom senso, permite sugerem que devem ser "obrigatórios" em qualquer empresa que pretende competir no mercado atual, independente de ter ou não formalizado a aplicação sistemática do *Lean* (WOMACK, 1998).

Uma visão pragmática do conteúdo dessas técnicas poderia nos levar a pensar que não se entendeu que ele teve que passar por tanto tempo para essas técnicas coerentes, nascidas da observação da realidade nas unidades de produção, na máquina, à vista, não foram recolhidas consideração por muitos técnicos, gerentes e acadêmicos: a) O 5S. Técnica utilizada para melhorar as condições de trabalho da empresa através de uma excelente organização, ordem e limpeza no local de trabalho; b) SMED. Sistemas usados para reduzir os tempos de preparação; c) Estandarização. Técnica que visa a elaboração de instruções escritas ou gráficos que mostram o melhor método de fazer as coisas; d) TPM. Conjunto de múltiplas ações de manutenção produtiva total que visa eliminar as perdas devido ao tempo de máquina parada; e) Controlo visual. Conjunto de técnicas de controle e comunicação

visual que têm por objetivo facilitar a todos os funcionários o conhecimento do estado do sistema e o andamento das ações de melhoria (CUSUMANO, 1994).

Um segundo grupo seria formado por aquelas técnicas que, embora aplicáveis a qualquer situação, requer um maior empenho e mudança cultural de todas as pessoas, ambos os gerentes, gerentes intermediários e operadores (WOMACK, 1998):

- Técnica baseada na incorporação de sistemas e dispositivos que garantem máquinas a capacidade de detectar a ocorrência de erros.
- Técnicas de qualidade. Conjunto de técnicas fornecidas por sistemas de garantia de qualidade que visam a redução e eliminação de defeitos.
- Sistemas de participação de pessoal. Sistemas de grupo organizado de pessoal que canaliza de forma eficiente a supervisão e melhoria do Sistema enxuto.

Em um último grupo, seriam incluídas técnicas mais específicas que mudam a forma de planejamento, programação e controle dos meios de produção e da cadeia logística.

Estes são precisamente aqueles que têm sido associados ao sucesso das técnicas JIT em indústria automotiva e que, aos poucos, dependendo do tipo de produto e o sistema produtivo, estão sendo aplicados a outros setores. Comparado com as técnicas acima são técnicas mais avançadas, na medida em que requerem recursos especializada em realizá-los e representar a máxima aplicação do paradigma JIT: *Heijunka* (TAKTICA, 2008).

Conjunto de técnicas usadas para planejar e nivelar a demanda por clientes, em volume e variedade, ao longo de um período de tempo e que permitem a evolução para a produção em fluxo contínuo, peça a peça e *Kanban*. Programação de produção sincronizada e sistema de controle com base em nos cartões (BURBIDGE, 1981).

Além do poder dessas técnicas, as ações para sua implementação devem foco no compromisso da empresa em investir em seu pessoal e promover cultura de melhoria contínua. O pensamento *Lean* implica uma transformação cultural profundo, então comece com uma abordagem modesta baseada em poucas técnicas, mesmo que uma, para gerar um mini sucesso é a maneira certa de enfrentar inicialmente o conhecimento e implementação das demais técnicas *Lean*. De qualquer forma, qualquer plano de ação deve ser considerado em longo prazo, buscando uma

mudança cultural que passa a fazer parte do *know-how* da empresa (STRATEGOS, 2001).

4.1 FERRAMENTA 5S

A ferramenta 5S corresponde à aplicação sistemática dos princípios de ordem e limpeza no local de trabalho que, de forma menos formal e metodológica, já existia dentro dos conceitos clássicos de organização de mídia de produção. A sigla corresponde às iniciais em japonês das cinco palavras que definem as ferramentas e cuja fonética começa com "S": *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, que significam, respectivamente: eliminar o desnecessário, ordem, limpar e inspecionar, padronizar e criar hábitos (WOMACK, 1998).

O conceito 5S não deve ser nada novo para nenhuma empresa, mas, infelizmente é. É uma técnica que é aplicada em todo o mundo com excelentes resultados devido à sua simplicidade e eficácia, tornando-se a primeira ferramenta a implementar em toda empresa que lida com *Lean Manufacturing*. Produz resultados tangível e quantificável para todos, com ótimo componente visual e alto impacto em um curto período de tempo. É uma forma indireta de a equipe perceber a importância das pequenas coisas, que seu ambiente depende de si mesmo, que qualidade começa com coisas muito imediatas, para que uma atitude seja alcançada positivo sobre o trabalho (BURBIDGE, 1981).

Os princípios 5S são fáceis de entender e não requerem um conhecimento particular ou grandes investimentos financeiros. No entanto, por trás disso aparente simplicidade, esconde uma ferramenta poderosa e multifuncional para a qual poucas empresas conseguiram aproveitá-lo ao máximo (TAKTICA, 2008).

A implementação 5S normalmente segue um processo de cinco etapas cujo desenvolvimento implica na alocação de recursos, adaptação à cultura da empresa e consideração dos aspectos humanos. A gestão da empresa deve estar convencida que 5S é um investimento de tempo das operadoras e o aparecimento de atividades que devem ser mantidas ao longo do tempo. Também preparar um material didático para explicar aos operadores a importância de o 5S e os conceitos básicos da metodologia (CUSUMANO, 1994).

Para iniciar a implementação de 5S, terá que escolher uma área piloto e se concentrar nela, pois servirá como aprendizado e ponto de partida para implantação no resto da organização. Esta área o piloto deve ser muito conhecido, deve representar a priori uma alta probabilidade de sucesso de uma forma que permita resultados rápidos e significativos. Os hábitos de comportamento que é alcançado com o 5S fará com que as outras técnicas *Lean* sejam implantadas mais facilmente (WOMACK, 1998).

O princípio 5S pode ser usado para quebrar com os antigos procedimentos existentes e adotar uma nova cultura para fins de incluir a manutenção da ordem, limpeza e higiene e segurança como um fator essencial dentro do processo de produção, qualidade e os objetivos gerais da organização. É por isso que a aplicação da estratégia de 5S como o início do caminho para uma cultura *Lean* (TAKTICA, 2008).

4.2 FERRAMENTA SMED

SMED por sua sigla em Inglês (*Single-Minute Exchange of Dies*), é uma metodologia o conjunto de técnicas que buscam reduzir os tempos de preparação para máquina. Isso é conseguido estudando o processo em detalhes e incorporando mudanças radicais na máquina, ferramentas, e até mesmo no próprio produto, que diminuir os tempos de preparação. Essas mudanças envolvem a remoção de ajustes e padronização das operações por meio da instalação de novos mecanismos de alimentação / retirada / ajuste / centralização rápida como modelos e âncoras funcionais (CUSUMANO, 1994).

É uma metodologia clara, fácil de aplicar e que alcança resultados rápidos e positivos, geralmente com pouco investimento, embora requeira método e constância de propósito. A redução nos tempos de configuração merece consideração especial e é importante por muitas razões. Quando o tempo de troca é alto, os lotes de produção são grandes e, portanto, o investimento em estoque é alto. Quando a hora de mudança é insignificante, a quantidade necessária pode ser produzida diariamente, eliminando quase inteiramente a necessidade de investir em estoque (BURBIDGE, 1981).

Métodos de transição rápidos e simples eliminam a possibilidade de erros nas configurações técnicas e úteis. Novos métodos de mudança reduzem substancialmente defeitos e eliminar a necessidade de inspeções. Com mudanças rápidas pode aumentar a capacidade da máquina. Se as máquinas estiverem em plena capacidade, uma opção para aumentá-lo, sem comprar novas máquinas, é reduzir seu tempo de mudança e preparação (BURBIDGE, 1981).

Deve-se notar que nas empresas japonesas a redução dos tempos de preparação recai não apenas na equipe de produção e engenharia, mas também nos Círculos Controle de qualidade (CCC). Precisamente, o SMED faz uso de técnicas de qualidade para resolver problemas como a análise de Pareto, as seis questões clássicas O que? - Quão? - Onde? - Quem? - Quando? E o respectivo por quê? (CUSUMANO, 1994).

Essas técnicas são utilizadas com o objetivo de detectar possibilidades de mudança, simplificação a eliminação de tarefas de preparação com base na identificação da causa raiz que eles determinam tempos elevados de preparação ou mudança de técnicas. Neste sentido é conveniente ter em mente as possíveis causas que originam grandes mudanças (WOMACK, 1998):

- A conclusão da preparação é incerta.
- O procedimento de preparação não foi padronizado.
- Uso de equipamentos inadequados.

Para realizar uma ação SMED, as empresas devem realizar estudos de tempo e movimentos especificamente relacionados às atividades de prontidão. Esses estudos são geralmente enquadrados em quatro fases distintas (LIKER, 2007).

4.3 PADRONIZAÇÃO

A “padronização” em conjunto com o 5S e SMED é um dos principais alicerces da Manufatura Enxuta em que o resto das técnicas descritas neste capítulo. Uma definição precisa do que a padronização, que inclui todos os aspectos da filosofia enxuta, é a seguinte: os padrões são descrições escritas e gráficas que nos ajudam a entender as técnicas e técnicas mais eficazes e confiáveis de uma fábrica e nos fornecem o conhecimento preciso de pessoas, máquinas, materiais, métodos,

medições e informações, a fim de tornar produtos de qualidade de forma confiável, segura, barato e rápido (TAKTICA, 2008).

A padronização no ambiente de manufatura japonês tornou-se o ponto de partida e culminação da melhoria contínua e provavelmente na principal ferramenta de sucesso do seu sistema. Partindo das condições atuais, primeiro um padrão da maneira de fazer as coisas é definido; então é melhorado, é verificado o efeito da melhoria e um método que mostrou sua eficácia. A melhoria contínua é a repetição deste ciclo. Neste ponto reside uma das chaves para o pensamento *Lean*: "Um padrão é criado para melhorá-lo" (CUSUMANO, 1994).

Este conceito de "padrão" é diametralmente oposto aos sistemas rígidos de aquelas empresas onde a padronização resulta em documentos mortos que repousam sobre prateleiras ou painéis, desatualizados e pouco ou nada usados; até acostumam ter erros nas descrições dos métodos e outros usam abordagens inapropriado para o usuário ou situação particular. Os padrões afetam todos os processos da empresa, então onde existe o uso de pessoas, materiais, máquinas, métodos, medidas e informações (5M + 1I) deve haver um padrão (WOMACK, 1998).

4.4 TPM DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A *Total Productive Maintenance (TPM)* é um conjunto técnicas destinadas a eliminar interrupções por meio da participação e motivação de cada trabalhador. A ideia fundamental é que a melhoria e boa conservação dos ativos produtivos é tarefa de todos, desde gerentes a assistentes dos operadores. Para fazer isso, o TPM propõe quatro objetivos: a) Maximize a eficácia da equipe; b) Desenvolver um sistema de manutenção produtiva para toda a vida útil do equipamento começou ao mesmo tempo que o projeto da máquina e que incluirá ações de manutenção preventiva ao longo de sua vida manutenibilidade sistematizada e melhorada por meio de reparos ou modificações; c) Envolver todos os departamentos que planejam, projetam, usam ou mantêm as equipes; d) Envolver ativamente todos os funcionários, desde a alta administração até os operadores, incluindo manutenção autônoma de funcionários e atividades em pequenos grupos (BURBIDGE, 1981).

A eficácia das equipes é maximizada pelo esforço feito no grupo da empresa para eliminar as "seis grandes solicitações" que reduzem a eficácia de equipes. Uma consequência importante da implementação do TPM na fábrica que operadores ficam cientes da necessidade de assumir a responsabilidade pela manutenção do equipamento para mantê-lo em bom estado de funcionamento e, além disso, realizar controle permanente sobre ou referido equipamento para detectar anomalias antes de causar problemas. O TPM incluía limpeza, lubrificação e inspeção visual (WOMACK, 1998).

O TPM promove a conscientização do equipamento e a automanutenção por ser necessário garantir que os operadores adquiram habilidades para descobrir anomalias, tente estabelecer as condições do equipamento de forma permanente (LIKER, 2007).

Condições estas, que uma implementação de TPM requer uma metodologia adequada para as características da empresa, treinamento de pessoas. De certa o processo de implementação TPM pode ser realizado em fases (TAKTICA, 2008).

4.5 VERIFICAÇÃO VISUAL

Técnicas de controle visual são um conjunto de medidas práticas de comunicação que procuram captar, de forma simples e óbvia, a situação do sistema produtivo com ênfase especial em anomalias e desperdícios. Foco de controle visual exclusivamente naquela informação de alto valor agregado que destaca perdas no sistema e possibilidades de melhorias (BURBIDGE, 1981).

Tenha em mente que, em muitos casos, as fábricas usam estatísticas, gráficos e figuras de natureza estática e especializada que atendem apenas a uma pequena parte dos responsáveis pela tomada de decisões. Nesse sentido, o controle visual torna-se a ferramenta *Lean* que converte a gestão por especialistas em um endereço simples e transparente com a participação de tudo para que se possa afirmar que é a forma como o *Lean Manufacturing* "Padroniza" a gestão (CUSUMANO, 1994).

Da perspectiva *Lean*, essas técnicas buscam manter a equipe informada sobre como seus esforços afetam os resultados e os capacita e lhes dá responsabilidades para atingir seus objetivos. Essas técnicas estão relacionadas à importância da

metodologia *Lean* motiva os colaboradores por meio da informação (STRATEGOS, 2001).

O controle visual e a comunicação têm muitas vantagens, incluindo rápida aceitação de suas mensagens e fácil disseminação de informações. Nas empresas japonesas, é considerado diálogo como um investimento muito importante para as empresas, obrigado às contribuições de seus membros um processo de aprendizagem é estabelecido, comum e compartilhados, com base na experiência e conhecimento dos próprios colaboradores (TAKTICA, 2008).

A motivação aumenta quando o trabalhador tem a oportunidade de contribuir e receber agradecimentos. Painéis de gerenciamento visual ou qualquer outro tipo de técnicas de gerenciamento comunicação visual, são excelentes espaços que servem de referencial metodológico para orientar o fluxo de ideias e fornecer um contexto para a situação a ser analisada. O controle visual inclui muitos métodos de aplicação, cada um adequado para diferentes objetivos ou problemas de gestão (BURBIDGE, 1981).

4.6 JIDOKA

Jidoka é um termo japonês que significa automação com um toque humano ou autonomia. Esta palavra, que não deve ser confundida com automação, define o sistema de controle autônomo proposto pela *Lean Manufacturing*. Sob a perspectiva, o objetivo é que o processo tenha seu próprio autocontrole de qualidade, para que, se houver alguma anormalidade durante o processo, pare, seja automática ou manualmente pelo operador, evitando peças defeituosas de avançar no processo (CUSUMANO, 1994).

Uma vez que apenas peças com zero defeitos serão produzidas, minimiza o número de peças defeituosas a serem reparadas e a possibilidade de estas serem estágios posteriores do processo. Com este sistema, máquinas e operadores tornam-se inspetores de qualidade. Não há uma distinção entre funcionários de linha (que fabricam os itens) e inspetores qualidade (o que prova a bondade da fabricação). As fases de inspeção, se são necessários, são realizados dentro da mesma linha e cada operador garante a qualidade (WOMACK, 1998).

De seu trabalho nesta situação, a ênfase muda da inspeção para encontrar defeitos para inspeção para evitar defeitos. Em outras palavras, mostra mais interesse em controlar o processo e menos o produto. Todas as unidades produzidas devem ser boas, não pode se dar ao luxo de ter peças defeituosas, pois não é produção planejada de peças adicionais (CUSUMANO, 1994).

A técnica *Jidoka* pode ser aplicada de diferentes maneiras; em quase todos os casos, depende de criatividade aplicada para evitar que uma peça defeituosa continue a avançar seu processo. As técnicas de *Jidoka* são geralmente identificadas com sistemas de autonomia máquinas ou com a habilidade (e autoridade) do operador para parar a linha (TAKTICA, 2008).

Uma máquina autônoma é aquela que está conectada a um mecanismo de parada automática para evitar a fabricação de produtos defeituosos; desta forma, inteligência humana ou um toque humano são incorporados às máquinas. A autonomização também modifica o sentido de uso da máquina. Quando trabalha normalmente nenhum operador é necessário; apenas quando para como consequência uma situação anormal exigirá a atenção da equipe. Como resultado, um único trabalhador poderá atender várias máquinas, reduzindo assim o número de operadores e aumentando o desempenho da produção (WOMACK, 1998).

A capacidade de interromper a linha pelo operador é um aspecto fundamental do *Jidoka*. Cada operador pode pressionar um botão para interromper a produção ao detectar defeitos ou irregularidades. Quando o operador pressiona o botão, um sinal indica o problema e alerta todos os colegas da seção sobre as dificuldades de operação atribuída ao operador (STRATEGOS, 2001).

Este sistema de luz permite a comunicação entre os operadores. Na prática, funciona da seguinte maneira. Uma luz verde significa que não há problemas, uma cor âmbar indica que a produção está em execução de volta, como resultado de um problema, mas o operador que o detectou ser capaz de resolvê-lo pessoalmente. Uma luz vermelha indica a detecção de um problema sério: o processo fica paralisado para que os colegas e os próprios gestores devem contribuir decisivamente para encontrar uma solução viável (BURBIDGE, 1981).

Um exemplo que combina as duas técnicas é o utilizado em algumas fábricas do setor do carro onde os operadores caminham ao lado de uma linha de montagem

móvel, ter um tempo limitado para realizar seu trabalho. Se este for mais longe do que a distância definida, pisará em um tapete que ativará um mecanismo que vai parar a linha de montagem. Pisar no tapete significa que detectou um problema, causando atrasos em suas tarefas. Quando o mecanismo é ativado e a linha parar, o gerente de seção junto com o operador terá tempo para resolver o problema e colocar a linha de volta *online* (TAKTICA, 2008).

Outro ponto chave das técnicas de *Jidoka* é o sistema de auto inspeção ou inspeção "À prova de erros", conhecido como *poka-yoke* em japonês. É sobre mecanismos ou dispositivos que, uma vez instalados, evitam defeitos cem por cento embora há erro humano. Em outras palavras, é que "os erros não devem produzir defeitos e muito menos progresso". O *poka-yoke* é caracterizado por sua simplicidade (pequenos dispositivos de ação imediata, muitas vezes simples e econômica), sua eficácia (atuam por si mesmas, em cada ação repetitiva do processo, independente do operador) e tem três funções contra defeitos: pará-los, controlá-los e avisar sobre eles (BURBIDGE, 1981).

O *design* de um *poka-yoke* deve ser baseado no fato de que eles devem ser baratos, duráveis, prático, fácil de manter, engenhoso e de preferência projetado por os operadores (TAKTICA, 2008).

4.7 TÉCNICAS DE QUALIDADE

A garantia de alta qualidade é um pilar extremamente importante no contexto de manufatura enxuta. Qualidade é entendida como o compromisso da empresa em fazer as coisas "certo da primeira vez" e em todas as suas áreas para alcançar plena satisfação do cliente, tanto externo quanto interno. Esforço contínuo a implantação de técnicas de qualidade é a única maneira de garantir que todas as unidades produzidas atendem às especificações fornecidas (WOMACK, 1998).

Nessa situação, cada funcionário passa a ser um inspetor de qualidade, não havendo distinção entre operadores de linha e pessoal do departamento de qualidade. Desta forma o reparo dos defeitos não é feito depois de muito tempo de produção defeituosa, mas imediatamente após a localização de um problema (CUSUMANO, 1994).

No entanto, a busca por soluções aplicáveis em cada caso industrial não é simples em muitas ocasiões, depende da criatividade das pessoas envolvidas nos processos de *design*, execução e controle de processo para evitar uma peça defeituosa continue avançando em seu processo. Para atingir esses objetivos, a Manufatura Enxuta defende uso intensivo de técnicas de qualidade TQM (*Total Quality Management*), destacando entre todos as verificações de autocontrole, a Matriz de Auto Qualidade, Análise 6 Sigma, PDCA e implementação de planos de defeito zero (TAKTICA, 2008).

4.8 SISTEMAS DE PARTICIPAÇÃO DA EQUIPE

Os sistemas de participação da equipe são definidos como o conjunto de atividades sistematicamente estruturadas que permitem uma canalização eficiente todas as iniciativas que podem aumentar a competitividade das empresas. Estes sistemas têm como objetivo comum a identificação de problemas ou oportunidades de melhoria para propor e implementar ações que permitam resolvê-los, que são uma peça fundamental no processo de melhoria contínua preconizado por Manufatura Enxuta (WOMACK, 1998).

No papel, os sistemas de engajamento dão aos funcionários a oportunidade de expressar suas ideias sobre diferentes aspectos das atividades realizadas em a organização. Sua implementação não é simples visto que o envolvimento da equipe é uma das questões mais polêmicas nos negócios e seu sucesso costuma ser baixo (LIKER, 2007).

O problema reside na pouca importância que muitas vezes foi dada a indivíduo dentro do sistema. O envolvimento pessoal é alcançado com tratamento direto e o estabelecimento de técnicas que tratem particularmente do indivíduo. Por isso, o sistema *Lean* de melhoria contínua estabelece as prioridades no lançamento do se de acordo com sua importância (BURBIDGE, 1981).

4.9 A TÉCNICA HEIJUNKA

A técnica *Heijunka* e *Kanban*, são as técnicas que representam o paradigma da produção *Lean*. Surgiu de uma forma específicos na indústria automotiva representam o mais alto grau de compromisso com a filosofia JIT e são técnicas que requerem ambientes específicos para sua aplicação, tanto em relação aos produtos, como nos processos e disponibilidade de meios (CUSUMANO, 1994).

Heijunka é a técnica usada para planejar e nivelar a demanda do cliente em volume e variedade ao longo de um período de tempo, geralmente um dia ou turno trabalho. Obviamente, esta ferramenta não é aplicável se houver pouca ou nenhuma variação de tipos de produtos. A gestão prática de *Heijunka* requer um bom conhecimento da demanda do cliente e os efeitos dessa demanda sobre os processos e, por sua vez, exige atenção estrita aos princípios de padronização e estabilização (CUSUMANO, 1994).

Os pedidos dos clientes são relativamente constantes quando considerados em média dentro de um período de tempo longo o suficiente, mas são imprevisíveis se analisados dentro de um curto período de tempo e fora de um programa acordado. No primeiro caso, as variações na produção se devem ao próprio processo (planos de ação, tamanho do lote, incidentes, oportunidades de negócios, etc.). Em um segundo, é a aplicação extrema do tamanho da unidade do lote que leva as empresas tentar o ajuste instantâneo da demanda, suportando todas as variações dos pedidos. Através da produção contínua nivelada, alisada e em pequenos lotes, é possível produzir com o mínimo de desperdício possível (BURBIDGE, 1981).

Para a aplicação do *Heijunka* existe uma série de técnicas que integradas permitem obter um sistema de produção avançado com fluxo constante, ritmo determinado e trabalho padronizado, o que proporciona vantagens muito significativo do ponto de vista da otimização, minimização da força de trabalho estoque e tempos de resposta do cliente (TAKTICA, 2008).

Desta forma, os cartões *Kanban* tornam-se o mecanismo de comunicação de pedidos de fabricação entre as diferentes estações de trabalho. Esses cartões coletam diferentes informações, como o nome e o código da peça a ser fabricada, o nome e localização do centro de trabalho de origem das peças, o local onde será fabricado, o número de peças a serem produzidas, o local onde vão armazenar os itens fabricados, etc. (WOMACK, 1998).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho foca na descrição do conceito de Manufatura Enxuta, primeiramente detalhando os tipos de desperdícios que se pretende eliminar com a implantação desta filosofia: superprodução, estoque desnecessário, superprocessamento, defeitos de produção, espera por parte do cliente, movimentos desnecessários, transporte ineficiente e o desperdício de capacidade dos operadores.

Para dar lugar ao como dessa erradicação, este ponto irá descrever as diferentes ferramentas criadas ao longo da história desde que o conceito *Lean* foi criado: VSM, 5S, SMED, padronização, TPM, controle visual, jidoka, técnicas de qualidade, sistemas de participação da equipe, heijunka ou kanban.

Pretende-se transmitir que o *Lean* é uma filosofia de fazer as coisas bem-nascida da observação direta na fábrica para conhecer muito bem o processo em que se pretende aplicar. Para isso, tem que ir a campo e buscar o conhecimento do processo em quem nele trabalha, para que, ao somar o conhecimento da experiência ao conhecimento da filosofia *Lean* adquirido durante o andamento do estudo, consiga alcançar melhorias e eliminar desperdícios que está em afinal, o objetivo de criar *Lean*.

Para finalizar comenta-se foi que alcançado os objetivos, que nada mais era do que conhecer a filosofia *Lean* com mais profundidade acadêmica, algo que dada a importância da Manufatura Enxuta me ajudará no meu futuro profissional.

REFERÊNCIAS

- BURBIDGE, J. L. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 1981.
- CUSUMANO, M. A. **The japancse automobile industry**. Cambridge: Harvard University Press, 1994.
- DUARTE, V. V. A. **Controle de Estoque com a Utilização do Sistema Kanban**. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- HINES, P. **Guia para Implementação da Manufatura Enxuta - Lean Manufacturing**. São Paulo: IMAM, 2000.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota - Manual de Aplicação: um guia prático para a implementação dos 4Ps da Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- MACHLINE, C. **Manual de administração da produção**. 9 ed. Rio de Janeiro: Ed. Da Fundação Getúlio Vargas, 1994.
- STRATEGOS, INC. **“Just in Time, Toyota Production & Lean Manufacturing, Origins & History of Lean Manufacturing”**. 3916 Wyandotte, Kansas City Missouri, 64111 – 816.931.1414, 2001.
- TAKTICA. Consultoria. **O que é Lean**. Alphaville, Campinas: Ed. Business Center I, 2008. Disponível em: . Acesso em: 25 mar. 2020.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T., 1998, **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**, 4 ed. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda.