

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
Campus de Guaratinguetá**

**A OBTENÇÃO DE GANHOS PRODUTIVOS E DIMINUIÇÃO DOS  
DESPERDÍCIOS COM A IMPLEMENTAÇÃO DE MANUFATURA ENXUTA  
EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA**

**RAFAEL DE QUEIROZ BUENO RODRIGUES**

**Guaratinguetá  
2012**

RAFAEL DE QUEIROZ BUENO RODRIGUES

A OBTENÇÃO DE GANHOS PRODUTIVOS E DIMINUIÇÃO DOS  
DESPERDÍCIOS COM A IMPLEMENTAÇÃO DE MANUFATURA  
ENXUTA EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

Trabalho de Graduação apresentado  
ao Conselho de Curso de  
Graduação em Engenharia de  
Produção Mecânica da Faculdade  
de Engenharia do Campus de  
Guaratinguetá, Universidade  
Estadual Paulista, como parte dos  
requisitos para obtenção do  
diploma de Graduação em  
Engenharia de Produção Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Messias Borges Silva

Guaratinguetá  
2012

Rodrigues, Rafael de Queiroz Bueno

R696o A obtenção de ganhos produtivos e diminuição dos desperdícios com a implementação de manufatura enxuta em uma indústria metalúrgica / Rafael de Queiroz Bueno Rodrigues – Guaratinguetá : [s.n], 2012.

62 f : il.

Bibliografia: f. 59-61

Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Messias Borges Silva

1. Planejamento dos recursos de manufatura I. Título

CDU 658.62

A OBTENÇÃO DE GANHOS PRODUTIVOS E DIMINUIÇÃO DOS  
DESPERDÍCIOS COM A IMPLANTAÇÃO DE MANUFATURA ENXUTA EM  
UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

RAFAEL DE QUEIROZ BUENO RODRIGUES

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
**GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

Prof. Dr. Francisco Alexandre de Oliveira  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. MESSIAS BORGES SILVA  
Orientador/UNESP-FEG

  
Prof. MSc FABRÍCIO MACIEL GOMES  
UNESP-FEG

  
Prof. MSc RICARDO BATISTA PENTEADO  
UNESP/FEG

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais José Marcos Zavatini Bueno Rodrigues e Maria Helena de Queiroz Rodrigues, que sempre me apoiaram em todos os momentos que se passaram durante a conclusão deste curso de graduação, incentivando-me nas horas difíceis e nunca deixaram de me dar o total apoio e incentivo.

À minha irmã Anamélia, ao meu cunhado Marcos e meu sobrinho Gabriel, pelo incentivo e apoio.

À minha namorada Tatiana Sbrissa Amaral Batista, pelo incentivo e total apoio e compreensão na realização desse trabalho.

Ao professor Dr. Messias Borges Silva, pela dedicação, paciência, compreensão e incentivo na realização do meu trabalho de graduação por ser um mero conhecedor do assunto e me passar um conhecimento que levarei para minha vida.

Ao professor Dr. Maurício Cesar Delamaro, por sempre me apoiar na minha trajetória e ser um grande amigo.

À todos os professores do Departamento de Produção que sempre estiveram dispostos a ajudar da maneira que lhes fosse possível e por me passarem conhecimentos além dos conhecimentos acadêmicos, que levarei para minha vida.

À todos meus amigos que de alguma maneira me apoiaram na minha trajetória durante a faculdade.

Aos meus amigos de república que convivi durante esses anos e os guardo hoje como meus irmãos.

Ao meu amigo Otávio Kaiser, proprietário da Indústria Metalúrgica que estagiei, me proporcionando de aplicar todo o conhecimento que obtive na faculdade e atuar na implantação de Manufatura Enxuta.

Aos técnicos, professores, e todos os funcionários que trabalham nesta faculdade pelo bom atendimento e por me acompanharem em uma fase muito importante da vida.

À dona Juraci dos Santos, funcionária que trabalhou em nossa república e sempre colaborou com que eu me dedicasse totalmente aos meus estudos e atividades, sempre cuidando de mim como um filho.

À dona Maria Helena, funcionária que trabalhou em nossa república, sendo uma pessoa de extrema confiança, sendo praticamente uma segunda mãe para todos nós.

À todas as pessoas que de alguma forma me incentivaram e me deram apoio para concluir o curso.

**RODRIGUES, R.Q.B. A obtenção de ganhos produtivos e redução dos desperdícios com a implantação de Manufatura Enxuta em uma Indústria Metalúrgica.** Trabalho de Graduação de Engenharia de Produção Mecânica - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

## **RESUMO**

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de explicitar os reais benefícios da utilização do conceito de Manufatura Enxuta em uma Indústria Metalúrgica. Através deste serão destacadas as estratégias e as ferramentas da Engenharia de Produção que foram utilizadas na implantação de Manufatura Enxuta, com a finalidade de melhorar os processos em diversos aspectos como redução de movimentação, padronização da produção, diminuição dos tempos utilizados no *setup*. Os métodos práticos aplicados com a finalidade da redução de desperdício serão evidenciados.

E também serão evidenciadas as reais dificuldades encontradas na implantação de Manufatura Enxuta. O presente trabalho também tem o objetivo de evidenciar a teoria colocada em prática.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Kaizen*, Manufatura Enxuta, Melhoria Contínua, *takt-time*.

**RODRIGUES, R.Q.B. Obtaining and Production gains with a decrease of waste with the implementation of Lean Manufacturing in a metals industry.** Undergraduate Work of Mechanical Production Engineering - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

### **ABSTRACT**

This work was developed with the aim of explaining the real benefits of using the concept of Lean Manufacturing in a Metallurgical Industry. Through this will highlight the strategies and real gains from the use of this methodology and therefore, the tools of Production Engineering that were used in the implementation of Lean Manufacturing, in order to improve processes in various aspects such as reduced handling, standardization of production, reduced time used in machine setup. Practical methods applied for the purpose of reducing waste become apparent.

Also highlighted will be the real difficulties encountered in the implementation of Lean Manufacturing.

**KEYWORDS:** Kaizen, Lean Manufacturing, Continuous Improvement, takt time.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção.....	19
FIGURA 2 – <i>Kaizen</i> de Fluxo e <i>Kaizen</i> de Processo .....	28
FIGURA 3 – Quadro <i>kanban</i> .....	29
FIGURA 4 – Ciclo com as etapas do MFV.....	33
FIGURA 5 – Gráfico de Espaguete .....	35
FIGURA 6 – ciclo PDCA.....	35
FIGURA 7 – Matriz de Ishikawa .....	36
FIGURA 8 – Indústria Metalúrgica Nekarth .....	37
FIGURA 9 – Algumas peças produzidas na Nekarth.....	38
FIGURA 10 – Bloqueio de Diferencial Kaiser Locker .....	39
FIGURA 11 – Quadro de atividades da mini- fábrica de carrinhos.....	41
FIGURA 12 – Gráfico das etapas de <i>set up</i> .....	43
FIGURA 13 – Gráfico de espaguete pré- <i>Kaizen</i> de <i>setup</i> .....	44
FIGURA 14 – Gráfico de Espaguete pós- <i>Kaizen</i> de <i>setup</i> .....	45
FIGURA 15 – Almojarifado antes do 5s.....	45
FIGURA 16 – Almojarifado depois do 5s.....	46
FIGURA 17 –Dispositivo com ferramentas identificadas.....	46
FIGURA 18 – Equipe no <i>Gemba</i> estudando tempos e oportunidades de melhoria.....	51
FIGURA 19 – Trabalho Padronizado do <i>PN 627290</i> .....	51
FIGURA 20 – Ações de Melhoria- caçambas identificadas.....	52
FIGURA 21 – Identificação de entrada de caçambas nas células.....	52
FIGURA 22 – Equipe fazendo o 5s na célula.....	53
FIGURA 23 – Comparação do Antes e Depois da aplicação do 5s.....	53



## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1 - <i>Layout</i> da Fábrica.....	61
---	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Matriz de atividades, responsabilidade e tempo- <i>set up</i> .....	44
TABELA 2 - Lista dos tornos CNC na fábrica.....	48
TABELA 3 - Resultados do <i>Kaizen</i> de <i>Setup</i> .....	53
TABELA 4 - Resultado dos <i>Kaizens</i> de <i>Layout</i> e Balanceamento.....	55
TABELA 5 - Resultados dos <i>Kaizens</i> de Padronização.....	56

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS**

CNC	Controle Numérico Computadorizado
JIT	Just in Time
ME	Manufatura Enxuta
MFV	Mapa de Fluxo de Valor
MTO	Make to Order
MTS	Make to Stock
OT	Ordem de Trabalho
SMED	Single Minute Exchange of die
STP	Sistema Toyota de Produção
TPS	Toyota Production System
5S	Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu, Shitsuke

## Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivo Geral.....	15
1.2 Objetivo específico .....	16
1.3 Justificativa .....	16
1.4 Metodologia .....	16
1.5 Estrutura do Trabalho .....	17
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1 Manufatura Enxuta .....	18
2.2. As (Oito) Perdas .....	20
2.2.1 Perdas por superprodução.....	21
2.2.6- Perdas no movimento.....	22
2.2.7- Perdas por espera .....	23
2.2.8- Perdas de criatividade dos funcionários .....	23
2.3 Os cinco princípios .....	23
2.3.1 Especificação do Valor.....	23
2.3.2 Identificação da Cadeia de Valor.....	24
2.3.3 Fluxo de Valor.....	24
2.3.4 Produção Puxada.....	24
2.3.5 Busca da Perfeição .....	25
2.4 As Principais Ferramentas da Manufatura Enxuta .....	25
2.4.1 5s .....	25
2.4.2 - <i>Jidoka</i> .....	26
2.4.3 - ( <i>JIT</i> ).....	26
2.4.4 – <i>kaizen</i> .....	27
2.4.5 – <i>kanban</i> .....	28
2.4.6- <i>SMED</i> .....	29
2.4.7 - <i>Takt time</i> .....	31
2.4.8 - <i>VSM</i> .....	32
2.4.9 - Balanceamento .....	33
2.4.10 - Padronização.....	34
2.5 Ferramentas Auxiliares.....	34
2.5.1 Gráfico de espaguete .....	34
2.5.2 PDCA.....	35
2.5.3 Diagrama de Ishikawa .....	35
2.5.4 <i>Brainstorming</i> .....	36
2.6 PPCP .....	36
DEMANDA.....	37
3 PESQUISA-AÇÃO .....	37

3.1 Descrição da fábrica .....	37
3.2 Ganho estimado .....	39
3.3 Método Aplicado .....	39
3.4 <i>kaizen</i> de <i>Set Up</i> .....	41
3.5 <i>kaizen</i> de <i>layout</i> .....	46
3.6 <i>kaizen</i> de <i>balanceamento</i> .....	48
3.7 <i>kaizen</i> de Padronização.....	49
3.8 Dificuldades encontradas na implementação .....	52
4 RESULTADOS .....	53
5 CONCLUSÕES .....	58
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59

# 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Ghinato (2002), a Manufatura Enxuta teve o seu surgimento na década de 50, no Japão, onde o país se encontrava devastado devido a Segunda Guerra Mundial. As fábricas no Japão necessitavam aumentar a produção otimizando custos, ou seja, eliminando os desperdícios e aumentando a flexibilidade de produção e a qualidade.

Dentre as fábricas japonesas que passavam por esse difícil período, pode-se destacar a fábrica de automóveis da Toyota, *Toyota Motor Company*, onde foi aplicado um sistema de produção conhecido como modelo padrão de produção, o Sistema Toyota de Produção - STP, ou *Toyota Production System - TPS, Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta.

O sucesso obtido na Toyota pelo sistema criado pelo vice-presidente da *Toyota, Taiichi Ohno* junto com o engenheiro *Eiji Toyoda*, foi tão expressivo que foi difundido por diversas fábricas, não apenas do setor Automotivo mas de diversos setores.

Atualmente, esse contexto está presente nas fábricas que buscam continuar no mercado, com suas atividades enxutas e com qualidade dos seus produtos assegurada.

O aumento da competitividade entre as empresas é um fator que colabora diretamente com a busca da melhoria contínua, a qual permite uma redução dos custos de produção, redução dos desperdícios, redução da movimentação, aumento de capacidade produtiva, otimização dos processos, possível eliminação de operações inerentes na fabricação dos produtos

O projeto apresentado foi possível de ser realizado por ter sido elaborado juntamente com a implantação do conceito de Manufatura Enxuta em uma Indústria Metalúrgica, na qual existiam desperdícios de tempo, movimentação e força de trabalho.

É importante salientar que o processo de implementação da Manufatura Enxuta não requer um grande investimento de capital, é um processo de melhoria contínua e deve ser iniciado com os recursos que estiverem disponíveis. Nem todas as metas foram atingidas no primeiro momento, o importante é que todos os colaboradores da fábrica tenham esse conceito em mente, assim o processo de melhoria se torna contínuo.

## 1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é evidenciar os benefícios obtidos na utilização do conceito de Manufatura Enxuta por uma fábrica. Através do presente trabalho será possível

evidenciar as técnicas de Engenharia de Produção que são aplicadas em uma implementação de Manufatura Enxuta e também utilizadas para manter a produção enxuta.

## 1.2 Objetivo específico

Os objetivos específicos do trabalho focam em apresentar os ganhos nos processos produtivos presentes em uma Indústria Metalúrgica, não apenas os ganhos em relação a tempo, movimentação mas também será explicitado a redução dos desperdícios. Sendo mais específico, serão apresentados alguns dos eventos *Kaizens* realizados na indústria metalúrgica, que foram os *Kaizens* de *Setup*, de *Layout*, de Balanceamento e de Padronização.

## 1.3 Justificativa

O presente estudo tem como justificativa o de evidenciar os benefícios obtidos com a utilização da Manufatura Enxuta, a qual pode ser denominada como a essência da engenharia de produção, por manter o foco no aumento de produtividade e na redução dos desperdícios. Através da demonstração das ferramentas de Engenharia de Produção que foram utilizadas na implementação da Manufatura Enxuta e através da fundamentação teórica, foi possível fazer uma correlação da prática com a teoria adquirida no curso de Graduação de Engenharia de Produção.

## 1.4 Metodologia

A metodologia do presente trabalho pode ser denominada como uma pesquisa-ação por ter a participação direta do autor, junto a uma equipe de engenheiros especialistas em implementação de Manufatura Enxuta.

## **1.5 Estrutura do Trabalho**

No primeiro capítulo são apresentados os objetivos geral e específico do presente trabalho, bem como a justificativa deste e a metodologia adotada.

No segundo capítulo são destacados os principais tópicos obtidos sobre o tema em questão, uma pesquisa bibliográfica foi levantada com o intuito de fazer uma relação da prática com a teoria.

Já no terceiro capítulo, a pesquisa-ação realizada é detalhada, evidenciando todos os tópicos do processo, bem como todas as técnicas aplicadas nas atividades necessárias a serem realizadas durante a implementação da Manufatura Enxuta.

No quarto capítulo, uma conclusão dos resultados obtidos é realizada, mostrando todos os benefícios do objeto de estudo e também algumas considerações finais importantes.

No quinto capítulo contém as referências bibliográficas consultadas para a realização do trabalho.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Manufatura Enxuta

Depois da Segunda Guerra Mundial, o Japão tinha como seu objetivo reconstruir o país através da reconstrução das indústrias e essas foram responsáveis por esse feito adotando uma nova política organizacional. Dentre todas as indústrias, especialmente do setor automobilístico, podemos destacar a *Toyota Motor Company*, que utilizou um sistema de produção, também conhecido como STP, *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta.

O termo Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing* surgiu pela primeira vez no livro "A Máquina que mudou o mundo" escrito por Womack e Jones (1998), onde foi demonstrado que as empresas japonesas, principalmente do setor automobilístico, estavam ganhando mercado por produzirem com alta confiabilidade e qualidade, utilizando cada vez menos recursos.

De acordo com MacDonald (2000), a PE reúne uma série de princípios para eliminar os desperdícios durante a produção dos produtos buscando atingir, ou até superar, as expectativas dos clientes.

Segundo Antunes e Klippel (2002), o STP é uma importante filosofia para o desenvolvimento da competitividade nas empresas e foi estruturado com base em três pilares fundamentais: (i) as normas da concorrência; (ii) o mecanismo da função produção; (iii) as perdas nos sistemas produtivos.

Também podemos destacar que, de acordo com Hines & Taylor (2000), os princípios da Manufatura Enxuta são:

- Especificar o que gera e o que não gera valor sob a perspectiva do cliente.
- Identificar todos os passos necessários para produzir produtos em toda a linha de produção.
- Promover ações com o objetivo de criar o fluxo de valor contínuo.
- Produzir somente quantidades solicitadas pelo cliente.
- Esforçar-se para que todos colaboradores mantenham se ativos em busca da melhoria contínua, na eliminação das perdas.

O objetivo da Manufatura Enxuta é o de eliminar desperdícios e perdas que ocorrem nos processos através da melhoria contínua nos processos produtivos.

De acordo com a Literatura, que a padronização da produção é um fator muito importante na Manufatura Enxuta, a qual possibilita um ganho de produção com qualidade assegurada, sem desperdício de tempo e ainda reduzindo as variabilidades nos processos.

Ohno (1997) coloca que deve-se dividir o movimento dos trabalhadores em duas dimensões: trabalho e perdas. E deve se dividir o trabalho em dois grupos: trabalho efetivo, o qual adiciona valor (*value added work*) e trabalho adicional, que não agrega valor (*non value added work*). De acordo com Womack (2006), o trabalho deve ser dividido em três grupos: atividades que agregam valor, atividades que não agregam valor e atividades que não agregam valor, mas dão suporte ao processo e às atividades que agregam valor. Desta forma, o objetivo proeminente do STP é aumentar a taxa de trabalho que agrega valor, eliminando assim as perdas, minimizando trabalho adicional e maximizando o trabalho efetivo.

Spear e Bowen (1999), enfatizam que um trabalho que é altamente padronizado tem todos os termos que o envolvem especificados, como conteúdo, seqüência, tempo e resultado.

Ainda de acordo com Spear e Bowen (1999), os padrões devem representar a forma mais segura e eficiente dos colaboradores executarem suas operações, acarretando no estabelecimento do trabalho padronizado, o que otimiza os custos e tempos de produção.

É importante ressaltar que os quatro princípios do pensamento enxuto: valor, fluxo de valor, fluxo e sistema puxado se interagem entre si, possibilitando melhoria nos processos tornando-os enxuto. Nesse contexto, o processo de redução de esforço, tempo, espaço, custos e erros é ilimitado e, ao mesmo tempo, oferece um produto que cada vez mais se aproxima do que o cliente realmente deseja, mantendo o trabalho padronizado.

Segundo Womack (1996), mesmo descobrindo que algumas empresas têm problemas estruturais graves, as coisas não irão piorar se você as tornarem enxutas. Devido o investimento de capital ser pequeno e se sua empresa necessita de um grande investimento de capital, é certo que ela não estará se tornando enxuta.

De acordo com Ghinato (2000), a estrutura da Manufatura Enxuta é a de acordo com a ilustração representada na FIGURA 1.

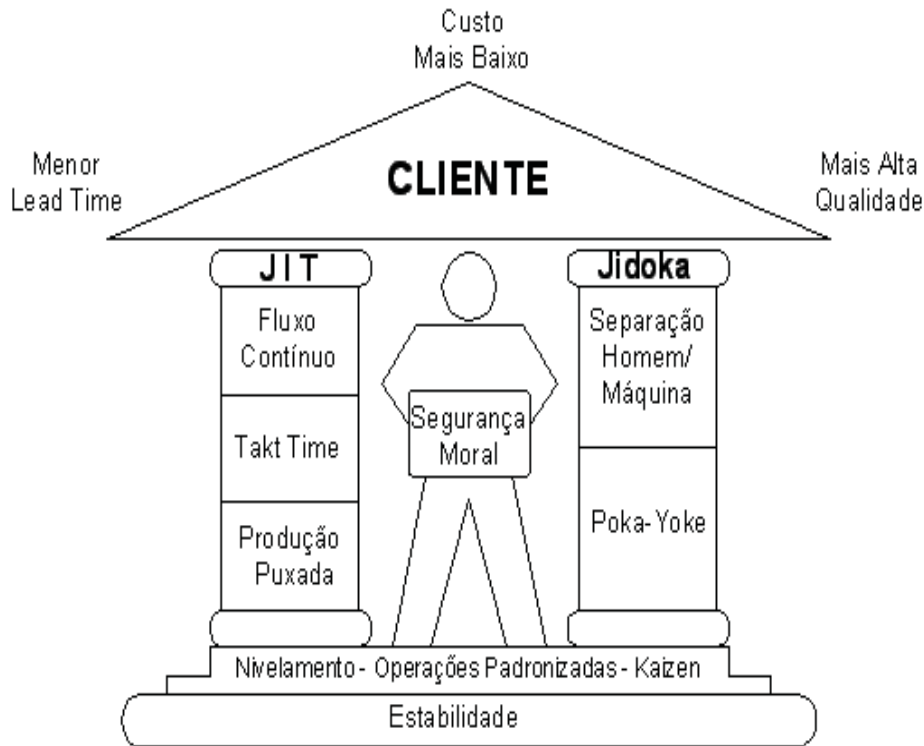


FIGURA 1- Estrutura do Sistema Toyota de Produção. Fonte GHINATO (2000)

Base (“Heijunka”): estabiliza a variabilidade da programação de produção, reduz o “lead-time” total, coordena as vendas, a programação e as necessidades dos clientes.

Pilar Esquerdo (“just-in-time”): elimina os desperdícios da produção, cria um fluxo otimizado do produto e da informação, minimiza o inventário e a área ocupada.

Pilar Direito (“Jidoka”): integra a qualidade ao processo, separa o homem da máquina usando a automação inteligente de baixocusto, utiliza sistemas à prova de erros, melhora os equipamentos e a confiabilidade.

Telhado (Objetivo): produção com baixo custo, num prazo menor e com qualidade.

## 2.2. As (Oito) Perdas

A essência do STP é a identificação e a eliminação de qualquer tipo de perda que ocorre nos processos e é conhecido na Toyota como o " princípio do não-custo".

Na engenharia industrial consagrada pela Toyota, perdas (*MUDA* em japonês) são atividades que geram custo e não agregam valor.

Na visão de *Ohno*(1997), Produção Enxuta é a eliminação dos sete tipos de desperdícios ou também conhecido como perdas existentes dentro de uma indústria.

Atualmente, além das sete perdas considerada por *Ohno* (1997), a oitava perda está sendo considerada também que é a perda de criatividade dos funcionários.

### **2.2.1 Perdas por superprodução**

As perdas por superprodução representam aquelas perdas decorrentes da produção antecipada de produtos, com o objetivo de formar estoques ou de produzir produtos que vão substituir os produtos que apresentavam defeitos. Nos dois casos há o desperdício. Este tipo de perda consome a capacidade de produção dos recursos necessários, permitindo com que haja atrasos. Este tipo de perda é considerada como a mais prejudicial às empresas devido a esconderem alguns problemas e permitir que surjam muitos outros.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2008), a ferramenta mais importante para o controle deste tipo de perda é a utilização da produção *just in time*.

### **2.2.2 Perdas por transporte**

O transporte é uma atividade que não agrega valor, e como tal, pode ser encarado como perda que deve ser minimizada. A otimização do transporte é, no limite, a sua completa eliminação. A eliminação ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos pois, em geral, o transporte ocupa 45% do tempo total de fabricação de um item (GHINATO, 2002).

Shingo (1996) acrescenta que o transporte, ou movimentação de materiais, é um custo que não agrega valor ao produto. Muitos pretendem melhorar o transporte, utilizando empilhadeiras, correias transportadoras, calhas de transporte e outros, o que apenas agiliza e facilita o trabalho de transporte. Porém, melhorias reais de transporte eliminam a função de transporte o máximo possível.

### **2.2.3. Perdas no processamento**

Perdas por processamento podem ocorrer em atividades que não contribuam para a melhoria da qualidade do produto, podendo ser eliminadas do processo. Deve ser necessário

o mapeamento de todo o processo para a identificação e possível eliminação das atividades que não agregam valor.

Consiste na atividades desnecessárias para que o produto atinja as necessidades dos clientes. O processo de fabricação em si, geralmente, apresenta atividades desnecessárias que muitas vezes são imperceptíveis pelos operários, devendo essas serem analisadas profundamente por uma equipe.

#### 2.2.4 Perdas por produtos defeituosos:

A fabricação de produtos que não atendam às especificações de qualidade estabelecidas representa uma forma de desperdício que contribui diretamente com o aumento dos custos de produção, logo, uma inspeção deve ser realizada buscando identificar e prevenir ocorrências deste gênero.

Para a eliminar essas perdas, de acordo com Shingo (1996), inspeções com objetivo de prevenção de defeitos devem ser realizadas, não apenas as inspeções que tem foco em localizar defeitos. Uma das ferramentas utilizada na ME é o *Poka-Yoke*.

#### 2.2.5 Perdas por estoque

Um dos paradigmas derrubados pelo STP é o da necessidade de formação de estoques nos processos produtivos, estoques em processos, também conhecido como *Wip (Work in Process)* e os estoques relacionados a produtos acabados na expedição.

De acordo com Shingo (1996), o estoque excessivo pode ser criado de duas maneiras:

-Esperas de processo quantitativas resultam de taxas de defeitos superestimadas, provocando excesso de produção. O excedente tem que esperar entre processos

-Esperas de processo relacionadas ao seqüenciamento da produção ocorrem quando a produção se antecipa à programação, ou seja, quando muito é produzido muito cedo, provocando esperas adicionais entre processos.

#### **2.2.6- Perdas no movimento**

As perdas por movimento são aquelas relacionadas com os operários da fábrica, ou seja,

movimentação feita pelos trabalhadores sem que estas sejam necessárias.

A redução dessas perdas tende a impactar positivamente sobre o tempo total de operação. (Revista Gestão Industrial).

### **2.2.7- Perdas por espera**

Segundo Shingo (1996), falta de balanceamento no processo de produção pode ocasionar na paralisação de postos de trabalho resultando em baixa taxa de ocupação de equipamentos, caracterizando as perdas por espera. Este tipo de perda pode ocorrer também quando os *setups* são realizados.

Para evitar esse tipo de ocorrência devemos utilizar o sistema TRF- Troca Rápida de Ferramentas, também conhecido como *SMED- Single-Minute Exchange of Die*.

### **2.2.8- Perdas de criatividade dos funcionários**

Nos dias de hoje a perda de criatividade dos funcionários é considerada um novo tipo de perda que ocorre nas empresas.

Devido ao fato de os operários estarem sempre voltados para a produção, executando tarefas e operações, não sobra tempo para os mesmos notarem que muitas alterações nos processos poderiam ser realizadas, otimizando o processo.

De acordo com Ohno (1997), o desperdício da Superprodução como sendo o maior deles, e ser o responsável pela ocorrência de todos os outros tipos de desperdício. O desperdício da Superprodução aumenta o tamanho dos estoques de produtos acabados e também aumenta o tamanho dos *Wip's (Working in Process)* espalhados pela fábrica.

## **2.3 Os cinco princípios**

De acordo com Womack e Jones (1998) os cinco princípios básicos que possibilitam o entendimento dos processos produtivos nas organizações, valor, cadeia de valor, fluxo, produção puxada e perfeição.

### **2.3.1 Especificação do Valor**

De acordo com Womack e Jones (1998), valor é um conceito relacionado a um produto específico que atende às necessidades do cliente final a um preço específico em um momento específico. O Valor é estabelecido pelo cliente final. Para o STP, não atender a necessidade do cliente é uma perda.

### **2.3.2 Identificação da Cadeia de Valor**

Segundo Womack e Jones (1998), identificação de valor é a etapa que consiste na identificação da cadeia de valor do produto. O conceito de cadeia de valor está relacionado à percepção do conjunto de atividades envolvidas na criação e fabricação do produto, a percepção das atividades que agregam valor ao produto.

### **2.3.3 Fluxo de Valor**

De acordo com Rother & Shook (2003), fluxo é toda ação necessária para fazer passar um produto por todos os caminhos relacionados à produção. Esta etapa consiste em realizar todas as etapas definidas na cadeia de valor que permitem o processo fluir. O produto deve ser visto em seu fluxo natural. O fluxo consiste em uma rede funcional dinâmica de processos e operações, e onde as operações são simplesmente meios para atingir determinados fins (Antunes, 1995). Para que se possa realizar melhorias em um processo, devemos distinguir o fluxo de processos do fluxo de operações e analisá-los separadamente (Shingo, 1996).

Para Shingo (1996), produção deve ser entendida como uma rede funcional de processos e operações. Processos são os fluxos de materiais que são necessários para transformar a matéria-prima em produto final no espaço e tempo e operações são as etapas que agregam valor ao produto, aonde ocorre transformação do produto.

### **2.3.4 Produção Puxada**

Womack e Jones (1998) referem-se a Produção Puxada como o nome dado a capacidade adquirida pela empresa em projetar, programar e fabricar exatamente o que o cliente deseja e quando ele deseja.

### **2.3.5 Busca da Perfeição**

A busca pela Perfeição é um fator contínuo no STP, sempre é possível melhorar os fluxos e processos com a implementação do pensamento enxuto. A redução de esforço, tempo, espaço e erros é ilimitada, o que torna cada vez mais o produto como o cliente realmente busca.

## **2.4 As Principais Ferramentas da Manufatura Enxuta**

### **2.4.1 5s**

A Ferramenta 5s é uma ferramenta que visa a padronização e a organização no ambiente. 5s é uma ferramenta fundamental do *Lean* e deve ser aplicada pelos principais utilizadores do espaço em questão.

A sua metodologia se baseia em 5 passos fundamentais que justificam as 5 palavras começadas com s (Womack e Jones, 2003). Para Falconi (2004), o 5s não é apenas uma ferramenta aplicada que objetiva somente a limpeza, mas é uma nova maneira de conduzir a empresa com ganhos efetivos de produtividade.

O 5s é uma ferramenta de gestão muito simples, o que permite com que todos os níveis organizacionais estejam envolvidos.

Seiri (senso de utilização) - consiste em diferenciar itens necessários e desnecessários para a execução da tarefa necessária no espaço de trabalho com o objetivo de organizar só os objetos que serão utilizados, além de liberar espaço.

Seiton (senso de ordenação) - consiste em sistematização, organização e identificação do trabalho ou operação a ser realizada.

Seisou (senso de limpeza) - o senso de limpeza é o de limpar e manter limpo todos objetos utilizados durante a produção, nos seus locais devidamente limpos. O grande mérito desse senso é o da conscientização de todos na fábrica de que não deve-se apenas limpar uma vez, mas sim fazer a manutenção da limpeza, facilitando as atividades que serão exercidas ali, naquele ambiente de trabalho.



*Seiketsu* (senso de saúde e higiene)- Este senso busca melhorar a qualidade de vida dos envolvidos na fábrica. Higiene é a manutenção da limpeza. Seiketsu visa a melhoria na qualidade de vida de todos os colaboradores da fábrica.

*Shitsuke* (senso de autodisciplina) - Este senso tem como finalidade manter a autodisciplina de todos os envolvidos para que o programa 5s tornando-o um hábito. Este senso é o responsável por manter a filosofia de melhoria contínua em toda fábrica.

#### **2.4.2 - Jidoka**

Segundo Ghinato (1995), *Jidoka* consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processo produtivo sempre que alguma anomalia fosse encontrada. A palavra *jidoka* tem o significado desse conceito, de automação, a máquina possui a inteligência de transformar o produto, mas ela necessita do toque humano.

O foco da aplicação da ferramenta aplicada da ferramenta *Jidoka* é o de impedir a geração e a propagação de possíveis defeitos. Quando uma máquina interrompe o processo ou até mesmo o operador, os problemas se tornam visíveis, o que colabora e facilita a resolução de tal problema.

De acordo com Monden (1997), os importantes efeitos da automação são:

- A redução de custo através da redução da força de trabalho
- Flexibilidade na produção para alterações na demanda
- Qualidade assegurada
- Aumento do respeito à condição humana.
- Qualidade assegurada

#### **2.4.3 - (JIT)**

*JIT (Just in Time)* é uma técnica de gestão e um dos pilares do Sistema Toyota de Produção (STP) e dentro de algumas de suas características, podemos citar a produção em pequenos lotes, redução de estoque, *lead-times* reduzidos, mão-de-obra multifuncional, layout celular e produção puxada.

Segundo Ghinato (1995), é de extrema importância entender que o *Just in Time* é apenas uma ferramenta para se atingir os objetivos do STP.

Como define Ghinato (1995, p170):

"...*JIT* significa que cada processo deve ser suprido com os itens e quantidades certas, no tempo e lugar certo."

Segundo Corrêa e Gianesi (1996), podemos destacar alguns pré-requisitos para a implementação do *JIT*:

- Comprometimento da alta administração: o *JIT* não atinge o sucesso na sua implementação sem a alta administração acreditar no sistema.
- Medidas de avaliação de desempenho: a forma de avaliar o desempenho nos diversos setores deve ser modificada para ser clara e objetiva, de modo a incentivar todos os funcionários quanto ao comportamento de forma coerente, alinhados com os critérios competitivos da empresa e com os princípios do *JIT*.
- Estrutura organizacional: a estrutura organizacional deve ser modificada com a finalidade de reduzir o número de departamentos.
- Organização do trabalho: a organização do trabalho deve priorizar a flexibilidade dos trabalhadores, estabelecendo uma fácil comunicação e trabalho em equipe
- Conhecimento dos processos: a utilização de fluxogramas contendo todas as atividades da empresa colabora para se obter uma visão do fluxo de informação e matéria
- Ênfase nos fluxos: deve existir a criação de estruturas celulares, de acordo com os fluxos existentes.

#### **2.4.4 – *kaizen***

A palavra *kaizen* tem origem japonesa e significa “mudar para melhor”. Na prática das empresas significa que nenhum dia deve passar sem que sejam feitas melhorias. O *kaizen* também pode ser definido como melhoramento contínuo, e tem por objetivo a promoção de melhoramentos sucessivos e constantes, ou seja, mais e menores passos de melhoramento incremental (SLACK et al., 2002).

Segundo Rother e Shook (2003), o *kaizen* é uma importante ferramenta que colabora com que uma interação nos diversos setores de uma empresa ocorra, por envolverem diversos colaboradores de diversos setores.

Ainda com Rother e Shook (2003), existem 2 níveis de *kaizen*:

- *Kaizen* de fluxo: que é dirigido ao gerenciamento, e está direcionado no fluxo de valor.
- *Kaizen* de processo: que enfoca em processos individuais, dirigido às equipes de trabalho e líderes de equipe. Essa diferença entre os níveis de *kaizen* pode ser verificada na FIGURA 2.

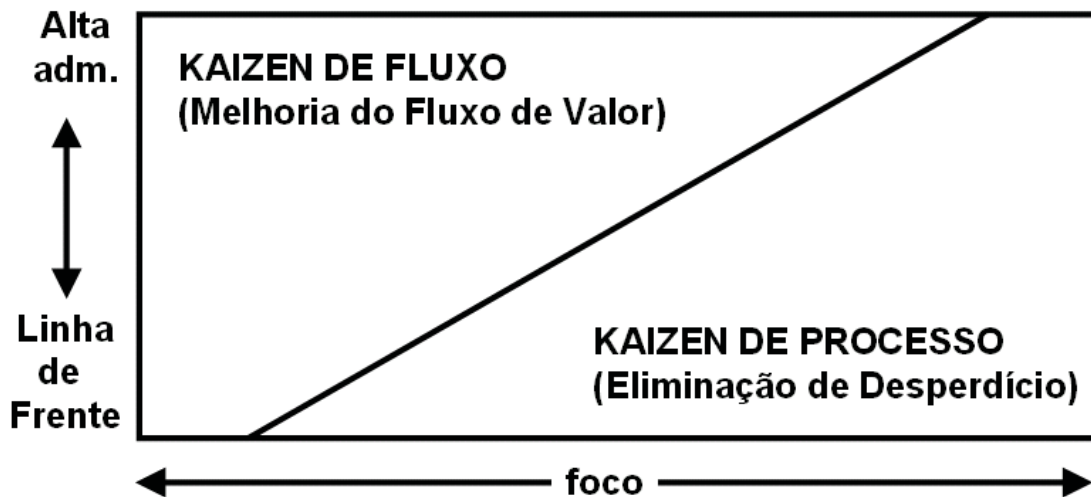


FIGURA 2 - Kaizen de Fluxo e Kaizen de Processo. Fonte: ROTHER & SHOOK, 1999

#### 2.4.5 – *kanban*

*Kanban* é uma técnica desenvolvida pelos engenheiros japoneses aplicada na gestão de materiais e de produção através da utilização de cartões. Essa técnica parte do pressuposto que não se deve produzir nada até que exista a solicitação de algum item. De acordo com Tubino (2000, p. 195):

"...À medida que o cliente de um processo necessita de itens, ele recorre aos *Kanbans* em estoque neste processo, acionando diretamente o processo para que os *Kanbans* dos itens consumidores sejam fabricados e repostos aos estoques."

O sistema *Kanban* foi desenvolvido com a finalidade de regular o fluxo de itens globais, controlar o estoque em nível mínimo, além de permitir um fácil controle visual, conforme Shingo,(1996).

Ohno, criador do sistema *Kanban*, teve a idéia de criá-lo baseando-se no que presenciou nos supermercados americanos, onde a mercadoria é retirada quando o cliente

necessita e a mesma é reposta quando consumida. De acordo com essa ideologia, cartões são colocados em um quadro representando os produtos, de acordo com a FIGURA 2.



FIGURA 3 – Quadro *kanban*

#### **2.4.6- SMED**

*SMED* (*Single Minute Exchange of Die*), também conhecida como TRF (Troca Rápida de Ferramenta) é uma ferramenta aplicada na Manufatura Enxuta que tem como objetivo a troca rápida de ferramentas utilizadas na produção, mais específico, a aplicação da *SMED* permite que a realização do *setup* nas máquinas seja um processo otimizado, em um curto espaço de tempo. O principal objetivo do *SMED* é o de otimizar o processo de trocas de ferramenta, eliminando possíveis desperdícios de tempo na preparação das máquinas.

De acordo com Shingo (2000), o conceito da ferramenta *SMED* pode ser resumido como a mínima quantidade de tempo necessária entre a última conforme do lote que estava produzindo com a primeira peça conforme do outro lote que vai entrar em produção.

#### *Setup*

Para se minimizar essa etapa de produção, deve-se analisar a operação de manufatura. Shingo (2000) expõe que existem elementos comuns e similares ao *setup*, classificando-os e

determinando o equipamento ideal para realizar tal operação, torna-se viável reduzir consideravelmente o tempo gasto por um *setup*.

Segundo Shingo (2000), as operações de *setup* interno e externo devem ser observadas para identificar possíveis oportunidades de melhoria no processo.

Ainda com Shingo (2000), as melhorias obtidas com a TRF que comprovaram ser as mais efetivas são:

- Separação bem definida dos *setups* internos e externos.
- Conversão Total de *setup* interno em externo.
- Eliminação de ajustes
- Fixação sem parafusos

### **Estágios de *Setup***

De acordo com Shingo (2000), a aplicação da ferramenta *SMED* possui alguns estágios conceituais e esses são:

#### **Estágio inicial: *setup* interno e externo não se distinguem**

Esse estágio é marcado pelos tempos necessários para se realizar algumas fases do *setup* e, através de cronometragem dessas etapas tem-se o tempo real utilizado. Se as devidas operações forem muito complexas ou demoradas, é aconselhável filmar toda essa etapa.

Deve-se dar toda a atenção ao operário responsável que realiza os *setups*, só ele pode falar sobre as dificuldades que encontra durante o processo, dificuldades que o atrapalham na preparação das máquinas, problemas na ergonomia entre outros problemas apresentados, que impedem com que o trabalho seja realizado da melhor maneira possível.

#### **Estágio 1: Separando o *setup* interno do externo**

Nesse estágio são separadas todas as atividades executadas pelo operário da seguinte maneira:

- setup* interno: são aquelas atividades que são realizadas com a máquina parada.
- setup* externo: são aquelas atividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

## **Estágio 2: convertendo *setups* internos em externos**

Nessa etapa há uma busca para converter os *setups* internos em externos, com o objetivo de parar as máquinas por um longo período de tempo. As ferramentas necessárias para realizar o máximo de operações possíveis devem ser padronizadas, estabelecendo fixadores ou suportes permanentes com a finalidade de ao se parar a máquina, só exista a substituição de tal fixador e não dos componentes contidos nele.

## **Estágio 3: melhoria permanente nas operações da máquina**

Essa fase tem como objetivo melhorar todos os processos e etapas que acontecem durante o *setup*, como a movimentação de ferramentas na fábrica, criação de suportes ideais para fixação de ferramentas próximo a família de máquinas.

Diminuir o tempo de *setup* em si na primeira utilização da ferramenta *SMED* não é uma tarefa simples, logo deve-se criar um ciclo da utilização dessa ferramenta afim de se encontrar os menores tempos possíveis.

### **2.4.7 - *Takt time***

*Takt time* - define o ritmo da produção, ou seja, é a frequência na qual se deve produzir um produto sincronizando a velocidade de produção ao ritmo de vendas, para atender a demanda do mercado (ROTHER e SHOOK, 2003).

A palavra alemã '*takt*' serve para designar o compasso musical, tendo sido introduzida no Japão nos anos 30 com o sentido de 'ritmo de produção', quando técnicos japoneses estavam a aprender técnicas de fabricação com engenheiros alemães (SHOOK, 1998).

De acordo com Yamada e Marins (2010), tempo *takt* é definido como sendo o tempo disponível de produção e a quantidade de tal produto. é o ritmo de produção necessário para atender a demanda as restrições de capacidade da linha ou célula.

Os tempos de paradas de produção programados, como tempos utilizados na realização de manutenção preventiva, tempos utilizados na preparação das máquinas (*setup*), entre outros tipos devem ser descontados, assim teremos o *takt time* ou tempo *takt* como sendo:

$\text{Tempo Disponível para Produção} = \text{Tempo de Produção} - \text{Paradas programadas}$
---

$\text{Tempo TAKT} = \text{Tempo Disponível para Produção} / \text{Demanda do Cliente}$
---

#### 2.4.8 - VSM

*VSM (Value Stream Mapping)* é uma ferramenta utilizada na implementação de Manufatura Enxuta que tem como propósito identificar todos os processos da produção que agregam valor ao produto e os que não agregam valor ao produto, com o objetivo de realizar melhorias com a finalidade de eliminar operações que não sejam necessárias.

O *VSM* foi proposto por Rother e Shook (2003) e destaca-se por ilustrar o processo sob uma perspectiva que todo o processo pode ser visto e compreendido como um todo, desde uma análise individual dos processos, bem como uma visão do fluxo de informações e de materiais.

De acordo com Rother e Shook (2003), o objetivo do *VSM* é construir uma representação de toda a cadeia de produção, incluindo também todas as operações individuais, sendo conectadas por um fluxo e tendo o seus clientes como ponto final, logo, esse fluxo pode ser contínuo ou por meio de produção puxada, de acordo com a necessidade do cliente. O *VSM* deve conter ícones e símbolos representando cada tipo de fluxo, se é de informações ou de materiais, dentro do fluxo de valor, com o objetivo de identificar as possíveis melhorias no processo que possam ser implementadas.

Antes de iniciar o *VSM*, algumas etapas devem ser realizadas para que a aplicação da ferramenta *VSM* seja aplicada para que se obtenham resultados verdadeiros do fluxo de valor. Segundo Rother e Shook (2003), tais etapas são:

- selecionar uma família de produtos que tenham etapas semelhantes no seu processamento, e essas devem ser realizadas em máquinas/equipamentos similares.
- elaborar um mapa do estado futuro apontando como o fluxo deveria ocorrer, tanto de materiais como de informações.
- identificar os locais onde operações são executadas e formam um estoque, mais precisamente, identificar o *Wip* padrão, que formam em algumas operações, com o objetivo de manter o fluxo contínuo.

-desenvolver um plano de implementação descrevendo o planejamento para se atingir o estado futuro, de acordo com o mapa do estado futuro. O mapa do estado futuro do processo sempre deve existir com a finalidade de que a melhoria deve ser contínua.

O ciclo das etapas de um Mapeamento de Fluxo de Valor está representando de acordo com a FIGURA 4.



FIGURA 4 – Ciclo com as etapas do MFV. Fonte: ROTHER E SHOOK (2003).

#### **2.4.9 - Balanceamento**

O objetivo do balanceamento de produção é fazer com que as atividades de produção sejam sincronizadas, equilibrando as capacidades produtivas das máquinas e diminuindo os estoques em processo. O balanceamento torna possível a criação de um fluxo contínuo de produção.

Quando se levanta um estudo de balanceamento de produção, deve-se dar a máxima atenção nos recursos gargalos que são as atividades que possuem o maior tempo de operação entre uma sequência de operações.

Segundo Correia e Gianesi (1996), o recurso gargalo, por definição, fica ocupado todo o tempo de sua disponibilidade. além de possuir o maior tempo de processamento, gera uma



fila de produtos na linha de produção, deixando os equipamentos mais rápidos com ociosidade.

#### **2.4.10 - Padronização**

Segundo Imai (2005), a padronização é um conjunto de regras e procedimentos estabelecidos para se realizar as operações necessárias na produção e também colabora com que a melhoria contínua do processo aconteça com frequência, ou seja, quando se existe um ambiente de produção padronizado, os empecilhos que dificultam a ocorrência de fluxo contínuo sejam diagnosticados e eliminados.

Baseando-se em Monden (1997), o trabalho padronizado é evidenciado quando se tem os três elementos presentes na produção: *takt-time*, seqüência do trabalho e estoque padrão de processo.

Kondo (1991) entende *takt-time*, seqüência do trabalho e estoque padrão de processo da seguinte maneira:

- *takt-time*: produzir de acordo com a demanda do mercado;
- seqüência de trabalho: é o método de trabalho estabelecido;
- estoque padrão de processo: está relacionado a um fator limitante de produção ou uma restrição, é necessário para que se tenha um fluxo contínuo, respeitando algumas limitações inerentes dos processos.

De acordo com Ohno (1997), trabalho padronizado é baseado em uma especificação das tarefas a serem realizadas pelos operários em um processo, com a finalidade de produzir produtos, com o mínimo de desperdício, atendendo os clientes em um prazo adequado.

### **2.5 Ferramentas Auxiliares**

#### **2.5.1 Gráfico de espaguete**

Algumas ferramentas auxiliares que foram utilizadas na implementação da Manufatura Enxuta só serão citadas por fazerem parte da implementação, porém, mas sai do escopo do trabalho.

Foram utilizada as ferramentas Gráfico de Espaguete, com o propósito de desenhar o fluxo de informação, materiais e pessoas (FIGURA 5).

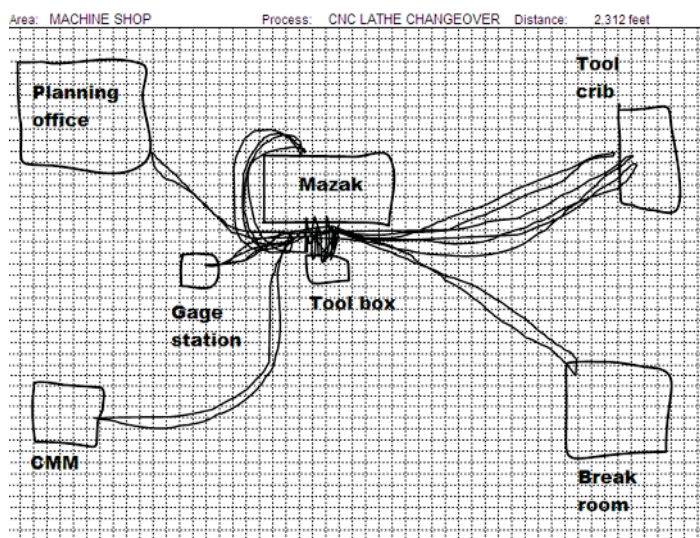


FIGURA 5- Gráfico de Espaguete

### 2.5.2 PDCA

A ferramenta PDCA ( *Plan, Do, Check, Act* ) também foi utilizada em diversas etapas da implementação da Manufatura Enxuta (FIGURA 6).



FIGURA 6 - Ciclo PDCA

### 2.5.3 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, conhecido também como diagrama causa-efeito e espinha de peixe é uma ferramenta da qualidade que permite analisar um problema como um todo, identificando as causas- raízes.

Segundo Ishikawa (1993), toda causa existe um efeito, e esse é formado por um conjunto de fatores, que unidos por um processo, se originam as causas, que somadas resultam em tal efeito, conforme consta na FIGURA 7.

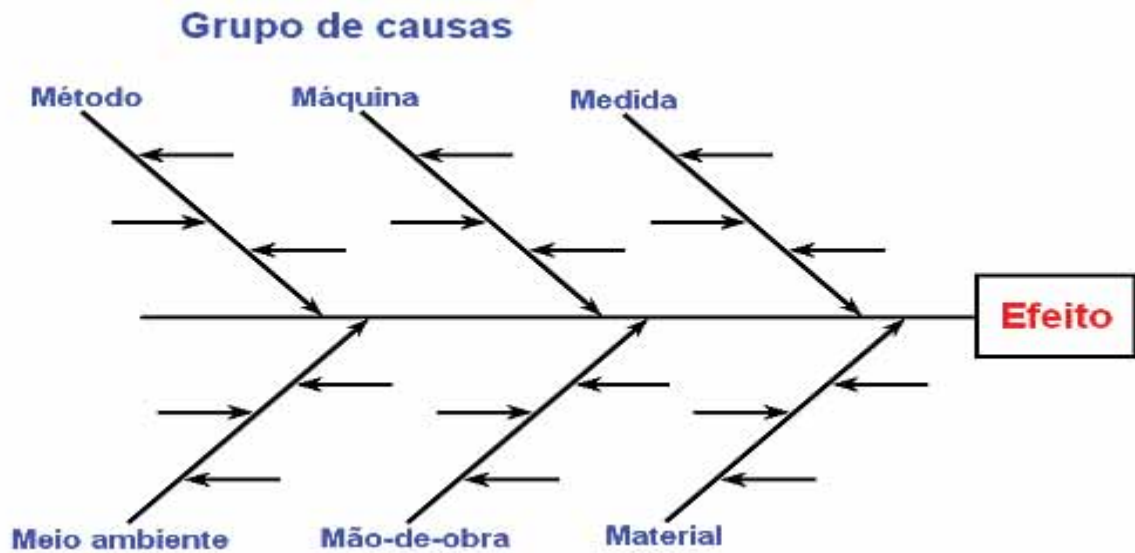


FIGURA 7 – Matriz de Ishikawa

#### 2.5.4 Brainstorming

O *Brainstorming* era realizado nas reuniões das equipes *kaizen* com a finalidade de se chegar na melhor solução dos problemas encontrados.

De acordo com Ghinato (2000), o *Brainstorming* é o nome dado a reuniões realizadas por todos colaboradores que estão participando de tal projeto, onde várias idéias são dadas, por diferentes pontos de vista, reunindo-as e chegando na melhor solução.

#### 2.6 PPCP

O PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção) é o departamento na empresa responsável por executar o planejamento, a programação e o controle de produção de acordo com as máquinas disponíveis, número de operários, quantidade de matéria prima a ser

comprada, tempo disponível, para que o atendimento ao cliente seja o melhor possível, ou seja, atender nos prazos e quantidades corretas.

Segundo Slack (2002), o planejamento e controle da produção é o gerenciamento das atividades da produção, de forma a atender a demanda dos clientes, logo a função do PPCP é de gerenciar os recursos disponíveis de modo que se possa cumprir os prazos e as quantidades, mantendo a qualidade dos produtos.

Ainda com Slack (2002), o PPCP é fundamental em qualquer organização por ser o responsável por tomar decisões necessárias para um bom atendimento do cliente.

O PPCP é responsável por definir quais produtos são *MTO* (*Make to Order*) e *MTS* (*Make to Stock*). Uma empresa pode adotar esses dois modelos de produção citados, dependendo exclusivamente da demanda de cada produto. Para Willians (1984), os produtos *MTO* devem ser os que apresentam baixa demanda, enquanto os produtos *MTS* apresentam uma alta demanda.

### **3 PESQUISA-AÇÃO**

#### **3.1 Descrição da fábrica**

A Nekarth (FIGURA 8) é uma indústria metalúrgica que atende especificamente o mercado de máquinas agrícolas e veículos pesados. Ela tem a missão de crescer de forma sustentável, provendo produtos e serviços de qualidade a toda indústria automobilística.



FIGURA 8 – Indústria Metalúrgica Nekarth

Os produtos da Nekarth são peças automotivas como engrenagens, eixos, luvas de acoplamento, entre outros produtos (FIGURA 9).



FIGURA 9 – Algumas peças produzidas na Nekarth

A grande variedade de produtos que a Nekarth fabrica são os que atendem as fábricas de máquinas agrícolas e de veículos de grande porte, como as peças que constam na FIGURA 9.

O produto patenteado da Nekarth no mercado é o Bloqueio de Diferencial Kaiser Locker ( FIGURA 10), o qual atende diversos tipos de veículos, e atualmente está sendo estudado a utilização em Máquinas Agrícolas e também em Caminhões utilizados em transportes e em mineração.



FIGURA 10 – Bloqueio de Diferencial Kaiser Locker

A Nekarth surgiu em 1952 e, mudou-se uma vez o local da fábrica. Porém a mesma não utilizava ainda os conceitos de Manufatura Enxuta e para continuar no mercado, a Nekarth decidiu implementar os conceitos de Manufatura Enxuta, com a finalidade de reduzir seus custos e aumentar a produtividade e flexibilidade, mantendo a qualidade dos produtos, conforme consta no item 2.1 do presente trabalho.

### **3.2 Ganho estimado**

Os ganhos estimados no primeiro momento com a implementação de manufatura enxuta foi de um aumento de produtividade de 20% com a realização de alguns kaizens na fábrica, que serão descritos nesse capítulo.

É importante evidenciarmos que a implementação ainda está sendo realizada, logo, será dado a ênfase nas células 2 e 3, onde foram implementadas as devidas mudanças, fazendo-as que o processo de produção se torne enxuto.

### **3.3 Método Aplicado**

A direção da Empresa contratou uma Consultoria de Estratégia e Gestão e a implementação da Manufatura Enxuta teve início no mês de Julho de 2011.



Os eventos Kaizen retratados no presente trabalho foram eventos Kaizen de Processo

Como o conceito de Manufatura Enxuta era novo para muitos empregados, ficou determinado que no início de cada evento *kaizen*, que teria a duração de uma semana, com uma estrutura pré-determinada como mostrada a seguir:

Na segunda-feira, um treinamento e alinhamento era exposto para todos os participantes que formavam a equipe *kaizen*.

Uma mini-fábrica de carrinhos foi utilizada na semana *kaizen* com o propósito de difundir o pensamento enxuto e todas as atividades que estão associadas a ele, como mostra a FIGURA 11.

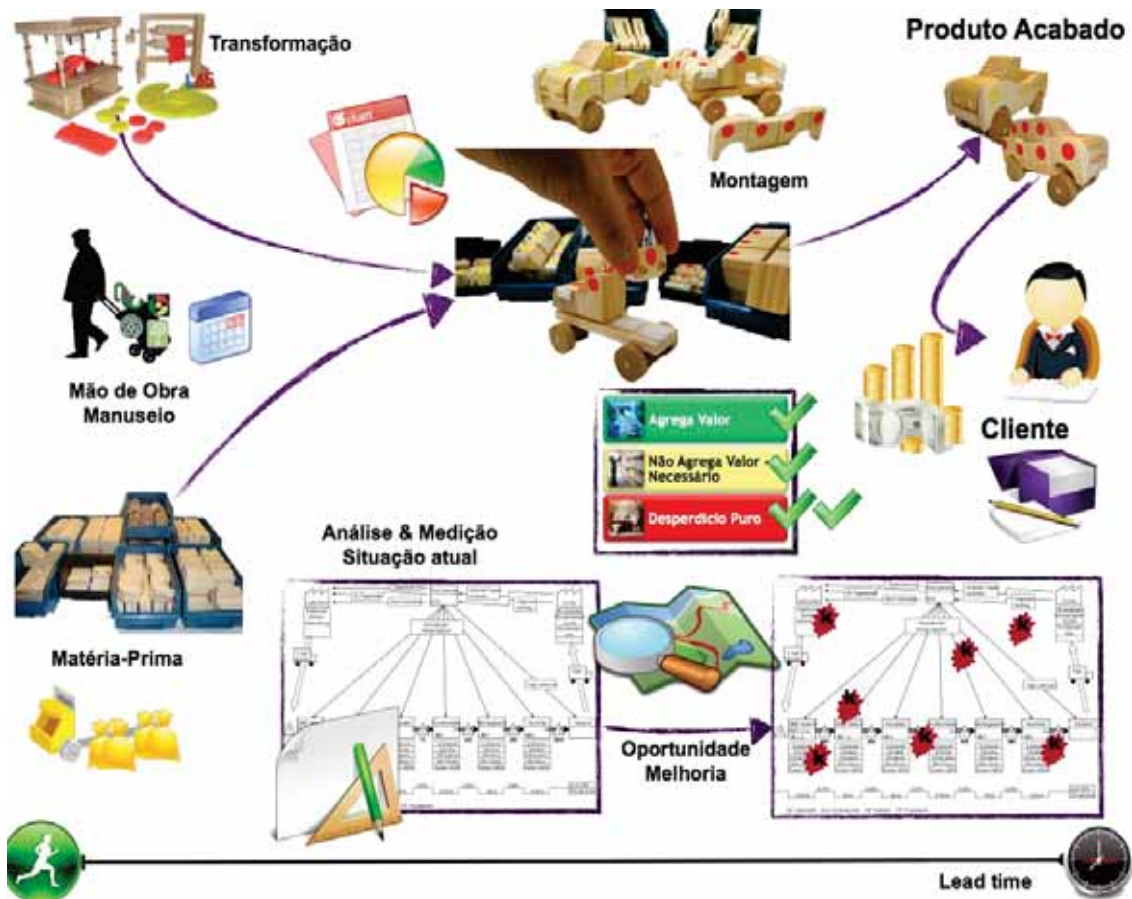


FIGURA 11- Quadro de atividades da mini- fábrica de carrinhos

Na terça-feira, todos os integrantes da equipe ficavam no *gemba*, no intuito de entender todos os processos e fluxos, com a finalidade de propor melhorias.

Na quarta-feira os integrantes da equipe se reuniam e com o auxílio de uma matriz de estratificação, a qual contém todas as oportunidades de melhoria levantadas pelos integrantes da equipe, e os devidos custos de implementação de tal melhoria. Sendo assim, na semana *Kaizen*, todas as ações de grande impacto e de baixo custo eram realizadas e as demais, eram esplanadas para a alta direção da fábrica e, os mesmos decidiam se haveria ou não um investimento. Também na quarta-feira as ações levantadas que são de baixo custo eram iniciadas.

Na quinta-feira todos os participantes passavam o dia inteiro no *gemba* implementando melhorias, organizando todas as ferramentas, dispositivos utilizados na produção como carrinhos de transporte, colaborando com que os operadores participantes do evento tornem todas ações possíveis de serem implementadas, registrando-as por meio de fotos.

Na sexta-feira, uma apresentação do *kaizen* era realizada a todos os integrantes da fábrica, mostrando as melhorias realizadas e as oportunidades de melhoria futuras, os ganhos obtidos e as oportunidades futuras de melhorias. Foi adotado envolver todos os colaboradores da fábrica com a finalidade de melhor difundir o conceito da Manufatura Enxuta e as ferramentas utilizadas.

Como o conceito de Manufatura Enxuta não está atualmente difundido nas indústrias, um método de passar esse conceito para todos os operários é o que foi chamado de "Massificação", o qual tinha o objetivo de passar para todos operários o que era a Manufatura Enxuta e quais as perspectivas da implementação e os ganhos obtidos, e que o objetivo era o de melhorar o trabalho para todos os colaboradores, aumentar a produtividade e a flexibilidade de produção, enfim, um conjunto de melhorias. Esse evento era realizado pelos consultores, com o auxílio do *Microsoft Power Point 2007*.

### **3.4 *kaizen* de Set Up**

Esse *kaizen* tinha o objetivo de reduzir o tempo gasto na preparação das máquinas, principalmente dos tornos CNC, que eram máquinas com uma elevada carga de trabalho e eram essenciais.

O objetivo desse *kaizen* era o de reduzir em 25% os tempos de *setup* na família de tornos CNC Index GU 800 e esse objetivo foi alcançado promovendo algumas melhorias como, redução da movimentação, melhoria da organização, segurança e limpeza, a eliminação de esperas, o que colaborou com uma maior flexibilidade de produção.



## Ferramentas Utilizadas

- Mapeamento do Processo
- 5s
- Gráfico de Espaguete

Um gráfico de pizza foi construído de acordo com cada etapa que ocorre no *set up* dos tornos CNC, como mostra a FIGURA 12.

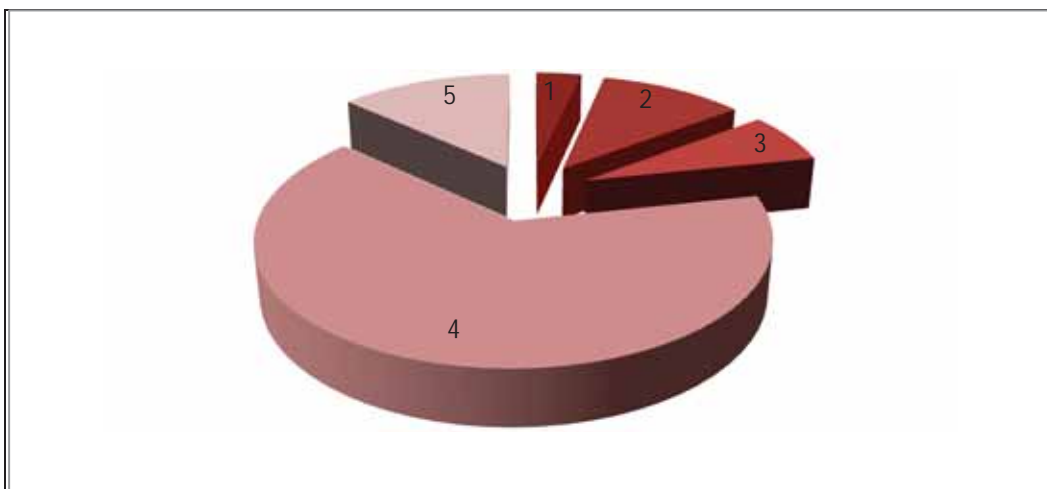


FIGURA 12- Gráfico das etapas de *set up*

- 1 - Seleção de documentos e ferramentas : 5 min.
- 2 - Troca de castanhas e acertos das novas : 16 min.
- 3 - Troca das ferramentas: 10 min.
- 4 - Passar programa no torno CNC: 93 min.
- 5 - Aprovação da Qualidade: 19 min.

**Tempo total = 143 minutos**

### **Estratégia do *Kaizen* de *Setup***

Em um primeiro momento a equipe se reuniu e houve um treinamento de quais seriam as possíveis causas que influenciavam no tempo das operações de *setup*. Após essa etapa, a equipe fica encarregada de ir ao *gemba* para acompanhar a produção e identificar possíveis desperdícios que ocorram, seja de movimentação, das peças e dos operários.

A equipe participante foi dividida em dois grupos, o primeiro grupo foi responsável pela etapa do setup externo (localização das ferramentas, acesso dos operários, etc.) e a segunda equipe era responsável pelo setup interno (ajustes, troca rápida de dispositivos, etc.).

Foram feitas matrizes de atividades, responsabilidade e tempos para cada processo de *setup* realizado na fábrica, sendo possível assim averiguar qual o tempo que levava para realizar alguma etapa do *setup*.

		MATRIZ DE ATIVIDADES, RESPONSABILIDADE E TEMPO - SET UP (PRENSA 320 T)													
Funções	Atividades	Set up Interno													
		Tempos													
Operador	Retirada da Ferramenta	Retirada dos parafusos e garras	3min												
		Retirada da ferramenta da máquina		2min											
		Colocar ferramenta a prateleira			2min										
	Colocação da Ferramenta	Pegar a ferramenta a ser utilizada				5min									
		Colocar ferramenta na máquina					10min								
		Encontrar calços para ferramenta						8min							
		Apertar parafusos							2min						
	Ajustar a máquina	Procurar as peças a serem utilizadas							8min						
		Ajuste da pressão								10min					
		Ajustando com as peças a serem produzidas									10min				
	Liberação	Levar peças para CQ para ser liberada											5min		
		Aguardando liberação do CQ												39min	
														Total	104 min

TABELA 1 - Matriz de atividades, responsabilidade e tempo- *set up*

Um gráfico de Espaguete foi feito antes e depois do evento *kaizen*, podendo-se notar a melhoria obtida com a realização do *kaizen*, como mostra as FIGURAS 13 e 14.



FIGURA 13- Gráfico de espaguete Pré-Kaizen

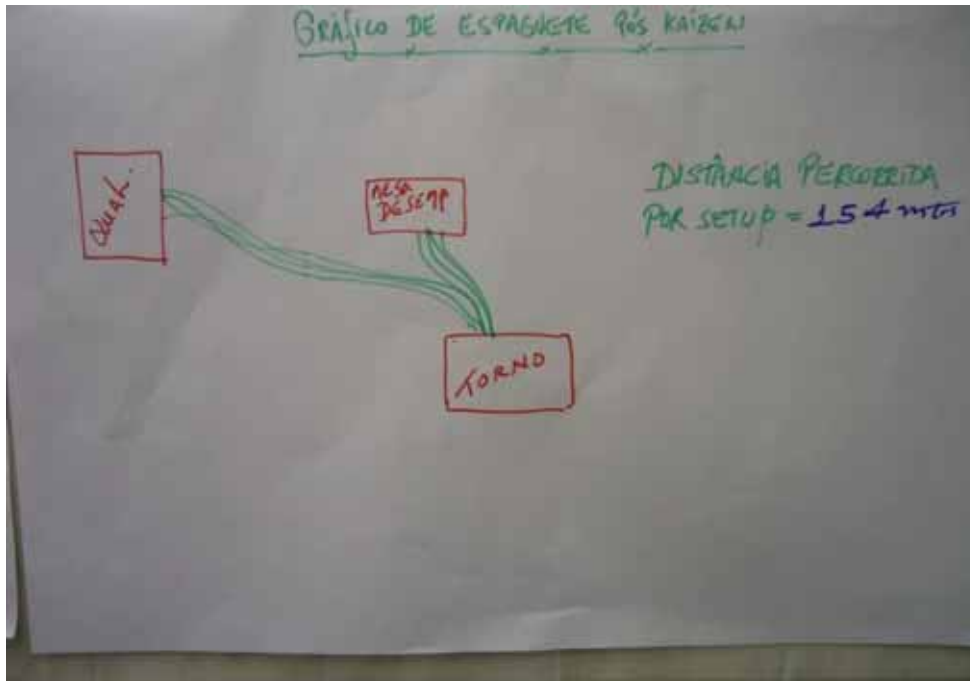


FIGURA 14- Gráfico de Espaguete Pós-Kaizen

Como o *kaizen* de *setup* tem como objetivo maior a redução do tempo despendido na realização da operação de *setup*, o qual está diretamente ligado com troca de ferramentas e estas ficam armazenadas no almoxarifado, logo, o almoxarifado teve algumas ações do *kaizen* implementadas, como mostra o 5s realizado no almoxarifado (FIGURAS 15 e 16),



FIGURA 15 - Almojarifado antes do 5s



FIGURA 16 - Almojarifado depois do 5s



FIGURA 17- Dispositivo com ferramentas identificadas pela etiqueta.

As ferramentas utilizadas na produção se encontram no almoxarifado da fábrica e, elas são levadas do almoxarifado para a máquina, por um operário que tem a função de abastecedor das células, sendo que as mesmas foram identificadas com cores para facilitar e reduzir o trabalho do abastecedor (FIGURA 17).

O *kaizen* de setup foi o primeiro a ser realizado por ser um *kaizen* que não apresenta nenhuma necessidade de investimento e as melhorias adquiridas no processo com a redução dos tempos utilizados *setups* são notadas por todos os colaboradores da fábrica e, tornando o conceito de Manufatura Enxuta um conceito muito presente por toda a fábrica, o que colabora demasiadamente com o sucesso da implementação da Manufatura Enxuta e com os próximos *kaizens* a serem realizados.

### **3.5 *kaizen* de layout**

O *kaizen* de *Layout* foi realizado nos dias 12 a 16 de Dezembro de 2012. Esse *kaizen* foi realizado com o objetivo de se criar células de produção, atendendo alguns dos princípios da Manufatura Enxuta como o de eliminar transportes desnecessários de pessoas ou materiais, reduzir a movimentação de materiais e operadores, reduzir o tempo de espera existente na

produção e melhorar o ambiente de trabalho. As metas para esse kaizen foram de reduzir a movimentação dos operários em até 50% e aumentar a produtividade em 25% com a utilização de células de produção, onde cada célula formada teria um grupo de produtos que possuem suas operações similares, que possam ser realizadas nas mesmas máquinas e se possível, com as mesmas ferramentas.

Uma equipe responsável por realizar a mudança das máquinas foi contratada. Devido a fábrica não possuir empilhadeiras que suportassem o peso das máquinas.

Nos dias da mudança do *layout*, a ferramenta 5s foi utilizada por ter sido uma grande oportunidade realizar uma limpeza e organização na fábrica, quase todas as máquinas foram realocadas, conforme as células de produção criadas.

#### **Ferramentas utilizadas:**

5s

Gráfico de Espaguete

Mapeamento do Processo

VSM

A mudança do *layout* por um motivo de restrição de espaço e de grau de importância das máquinas, priorizou com que os tornos CNC se encontrassem na região central da fábrica, permitindo que as peças se deslocassem uma distância mínima possível. Os tornos CNC que são utilizados na fábrica estão identificados na TABELA 2.

TORNO CNC					
CÓDIGO	NOME- MÁQUINA	DIMENSÕES (m)		CÉLULA	CÓDIGO PASSADO
		X	Y		
TC008	ROMI MAZAK-30U	4,78	1,85	4	99,001,0701
TC010	ROMI ECN-40 II	3,65	2,40	1	99,001,0703
TC003	INDEX GU-800	4,60	3,10	2	99,001,0705
TC009	INDEX GE-65	4,15	1,94	4	99,001,0706
TC007	INDEX GFG-250	4,20	3,35	4	99,001,0707
TC004	INDEX GU-805	4,60	3,10	2	99,001,0708
TC006	INDEX MC 400 I	2,40	3,80	2	99,001,0711
TC001	INDEX GU-800L I	5,90	3,00	2	99,001,0712
TC002	INDEX GU-800L II	5,90	3,00	2	99,001,0713
TC005	INDEX MC 400 II	2,40	3,80	2	99,001,0714

TABELA 2- Lista dos tornos CNC na fábrica

### 3.6 *kaizen* de balanceamento

O *Kaizen* de balanceamento teve o objetivo de balancear a produção quanto a quantidade requerida pelos clientes e a capacidade de processamento da produção.

Como foi adotado um *layout* de células de produção, conforme mostrado no *kaizen* de *layout*, as famílias de produtos foram distribuídas nas células e essas possuem uma semelhança quanto ao tipo de máquina que as produzem e quanto aos tipos de ferramentas utilizadas.

Com a realização do balanceamento da produção e a mudança de layout se tornou possível a aplicação dos conceitos da ferramenta *jidoka*, que é a de um homem operar mais de uma máquina.

No novo *layout* de fábrica, os tornos CNC foram alocados de maneira que o *display* para realizar os comandos ficassem dispostos de uma maneira que um operador poderia operar duas máquinas.

Através do balanceamento, foi possível identificar se os produtos eram *MTO* ou *MTS*.



## **Ferramentas utilizadas**

Balanceamento

*Jidoka*

*Takt time*

### **3.7 *kaizen* de Padronização**

O *kaizen* de Padronização tem como objetivo de criar um padrão de produção quanto aos métodos e processos estabelecidos.

Esse *kaizen* teve grande importância na indústria em questão devido aos operários terem o costume de realizar as tarefas como queriam, não havendo um padrão de trabalho, aspecto essencial para a implementação de Manufatura Enxuta.

A Nekarth apresentava muitos desperdícios antes dessa implementação porque os operários não utilizavam um trabalho padronizado, o que foi possível de se verificar através da literatura que a falta de trabalho padronizado acarreta em diversos outros tipos de perda.

Uma equipe foi montada na realização do *kaizen* proposto e responsável por aplicar as ferramentas citadas abaixo. (FIGURA 18).

## **Ferramentas utilizadas**

Balanceamento

5s

Gráfico de Espaguete

Padronização com base no Takt Time

A FIGURA 19 exemplifica um trabalho padronizado, tendo a peça 627290 como modelo.

As FIGURAS 20, 21, 22 e 23 demonstram algumas melhorias que foram implementadas na fábrica através do método proposto pela ferramenta 5s.





FIGURA 18 - Equipe no *Gemba* estudando tempos e oportunidades de melhoria

## Trabalho Padronizado

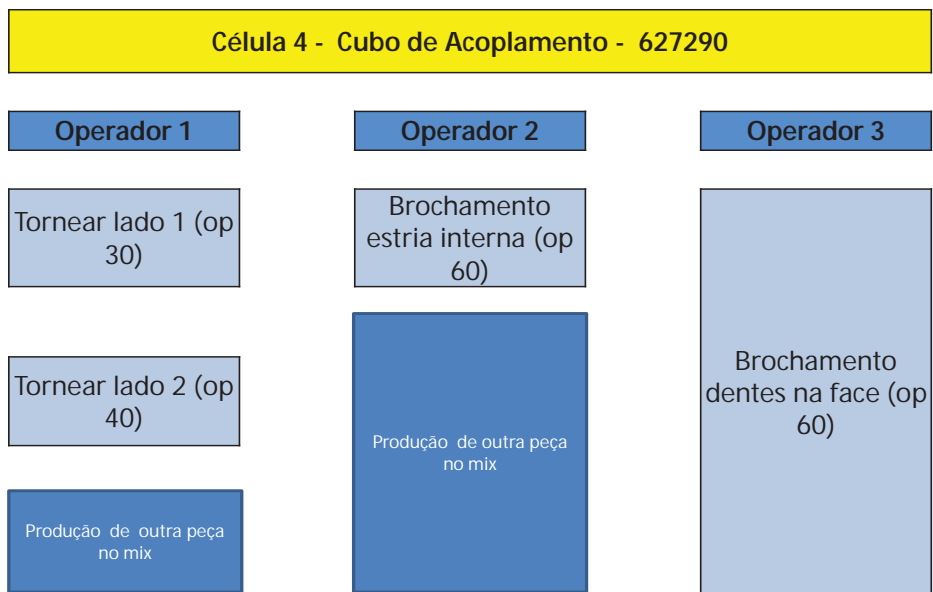


FIGURA 19 - Trabalho Padronizado do *PN 627290*

## Ações de melhoria – Fixação das plaquinhas nas Caçambas

Manter em 100% do tempo as informações durante o transito da peça, até sua finalização



FIGURA 20 - Ações de melhoria - caçambas identificadas



FIGURA 21 - Identificação de entrada de caçambas nas células



FIGURA 22 - Equipe fazendo o 5s na célula

## Implementação do 5s

✘ Antes



✔ Depois



FIGURA 23 - Comparação do Antes e Depois da aplicação do 5s

### 3.8 Dificuldades encontradas na implementação

As dificuldades encontradas durante a implementação das quais podem ser destacadas como as restrições quanto ao tamanho de algumas máquinas, por serem muito pesadas, não se pode remanejar - lá para o local onde estava projetado, devido às estruturas da fábrica. Foram realizados diversos projetos para se chegar no novo *layout*, conforme ANEXO 1.

Mas ficou explícito que a maior dificuldade encontrada é a dificuldade de alguns colaboradores não conhecerem e não acreditarem na filosofia da manufatura enxuta, tornando o processo da implementação muito mais lento e oneroso, permitindo com que o insucesso do projeto ocorra. Como visto na fundamentação teórica, o processo até se atingir a manufatura enxuta, passa por diversas melhorias ao longo do tempo, a melhoria deve ser contínua. O que acredito ser essencial para uma implementação de sucesso da manufatura enxuta, é o verdadeiro conhecimento da filosofia por parte de todos os empregados da fábrica, podendo se tornar possível uma implementação de sucesso nos diversos setores da empresa.

#### 4 RESULTADOS

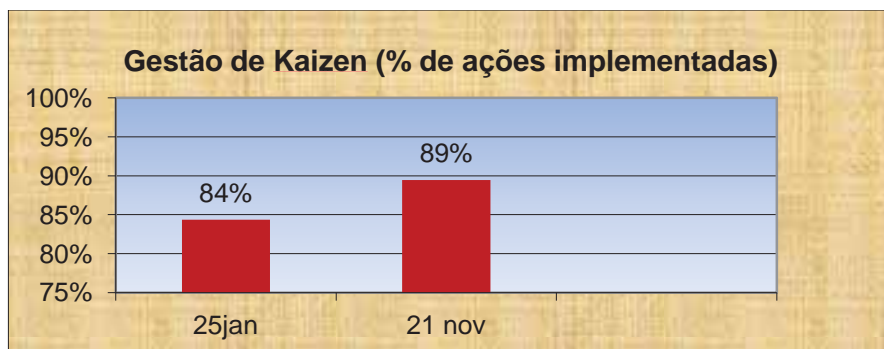
Os resultados dos *Kaizens* realizados na indústria metalúrgica estão expostos na TABELA 3, os quais evidenciam a situação atual da implementação da Manufatura Enxuta.

##### *Kaizen de setup*

<b>OBJETIVOS</b>	<b>ANTES DO KAIZEN</b>	<b>DEPOIS DO KAIZEN</b>	<b>OBJETIVO (meta)</b>	<b>GANHO obtido</b>
<b>TEMPO DE SETUP</b>	<b>143 minutos</b>	<b>77 minutos</b>	<b>20%</b>	<b>46%</b>
<b>MOVIMENTAÇÃO</b>	<b>930 metros</b>	<b>154 metros</b>	<b>-----</b>	<b>83%</b>

TABELA 3 - Resultados do *Kaizen de Setup*





Comentários:

Esse kaizen foi auditado em Janeiro de 2012, onde o acompanhamento de um set up no torno mc 400, peça 30057710, confirmou redução de 23,3% no tempo (60 min para 46 min). A movimentação, igualmente foi proporcional a redução verificada na semana kaizen, devido principalmente a pratica do setup externo.

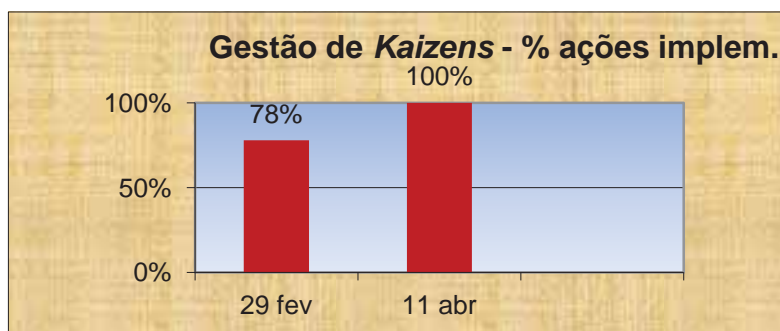
Apesar de ser um Kaizen FECHADO (resultados comprovados), está sendo feito novo acompanhamento nesse ultimo trimestre de 2012 para recuperar as praticas de trabalho e também firmar o compromisso fundamental de ter a programação em mãos para cumprimento das instruções de trabalho, pelo menos 2 horas antes dos setups. O GMC vem trabalhando em 4 ações a serem fechadas e uma nova auditoria deverá ser realizada.

*kaizens de Layout e Balanceamento*

<b>OBJETIVO</b>	<b>Pré kaizen</b>	<b>META</b>	<b>Pós Kaizen</b>
<b>Criar planilha de carga máquina com base nas demandas</b>	<b>Não havia</b>	<b>NA</b>	<b>OK</b>
<b>Definir o número de Células e pessoas para cada uma delas</b>	<b>Não havia</b>	<b>NA</b>	<b>OK</b>
<b>Montar o Layout com base nos estudos</b>	<b>Não havia</b>	<b>NA</b>	<b>OK</b>

<b>Aumento de produtividade no mínimo em 25%</b>	<b>316</b> pçs/operador ou tempo para se produzir	<b>395</b> pçs/operador ou tempo para se produzir	<b>Sendo levantado após maturação</b>
--	--	--	---------------------------------------

TABELA 4 - Resultado dos *Kaizens* de *Layout* e Balanceamento



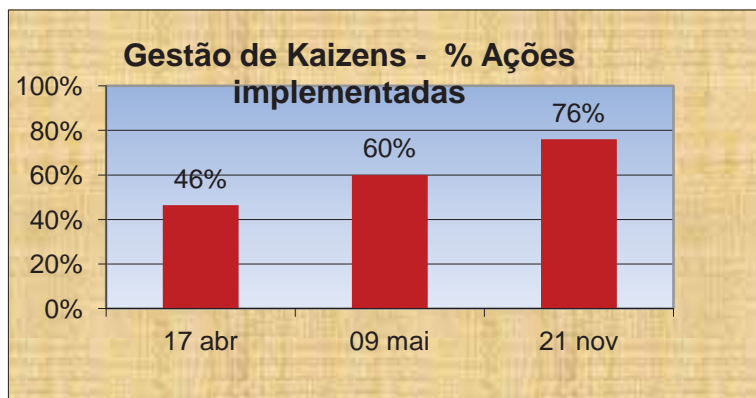
**Comentários:**

Esses kaizens já estão com 100% das ações fechadas no período de sua realização. Melhorias contínuas vem ocorrendo, sob coordenação do GMC, conforme consta na TABELA 4.

kaizens de Padronização

<b>OBJETIVO</b>	<b>Pré kaizen</b>	<b>META</b>	<b>Pós Kaizen</b>
<b>Aumento da Produtividade</b>		<b>25%</b>	
<b>Redução da movimentação (BASE luva de acoplamento)</b>	<b>1900 metros para 600 pçs produzidas</b>	<b>NA</b>	<b>120 metros para 600 pçs produzidas</b>
<b>Redução da movimentação (BASE NO EIXO 81674700)</b>	<b>292 metros para 70 pçs produzidas</b>	<b>NA</b>	<b>50 metros para 70 pçs produzidas</b>

TABELA 5- Resultados dos Kaizens de Padronização



**Comentários:**

**Houve bom progresso nas ações implementadas. Itens importantes foram fechados e outros ainda não. É MUITO IMPORTANTE dar continuidade no plano de fechamento das ações ainda pendentes, bem como monitoramento para o fechamento dos ganhos ( TABELA 5).**



## 5 CONCLUSÕES

Através da realização desse trabalho, pode-se notar claramente a tamanha importância da Engenharia de Produção em todos os campos. Apesar desse conceito ter surgido em Indústrias Automobilísticas, atualmente é um conceito adotado em todas as indústrias e serviços.

Os resultados dos *kaizens* realizados na fábrica atingiram a meta que era de aumentar em 20% a produtividade da fábrica e reduzir os desperdícios para que se possa implementar a Manufatura Enxuta de forma plena.

Os ganhos obtidos até o momento são apenas um resultado da implementação de Manufatura Enxuta em um primeiro momento, visto que a Manufatura Enxuta apresenta a filosofia de que a melhoria deve ser contínua, porém isso depende muito de quanto essa filosofia foi aderida por todas as pessoas que compõem o time da alta administração e também funcionários.

Foi possível averiguar que a utilização do conceito de Manufatura Enxuta nas fábricas é um fator essencial para se obter produtos de qualidade, de acordo com as requisições dos clientes. A capacidade produtiva da fábrica aumentou, como a de melhorar o ambiente de trabalho em quesitos como limpeza, organização e a auto-disciplina adotada por todos operários da fábrica.

Como exposto anteriormente, a implementação da Manufatura Enxuta deve ser um processo gradativo, até que todos os colaboradores da indústria tenham aderido a essa filosofia.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES JR., J.: **Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: uma Discussão Sobre a Probabilidade de Unificação da Teoria das Restrições e a Teoria que Sustenta a Construção dos Sistemas de Produção com Estoque Zero**. Tese de doutorado em Administração de Empresas, Programa de Pós-Graduação em Administração da UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998

ANTUNES, J. A. V.; KLIPPEL, M. **Matriz de posicionamento estratégico dos materiais: uma abordagem metodológica**. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), Curitiba, PR. Anais... Curitiba, 2002

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. INDG Tecnologia e Serviços, 2004

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. (1996) **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. Atlas S.A: São Paulo.

FALCONI, V. **TQC Controle Total da Qualidade**. 2. ed. Minas Gerais: INDG, 2004.

GHINATO, P. (1995) *Sistema Toyota de Produção: Mais do que Simplesmente Just-in-time*. Editora da UCS.

GHINATO, P. (2000) *Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações*. UFPE: Recife

GHINATO, P. (2002) *Lições Práticas para a Implementação da Produção Enxuta*. EDUCS - Editora da Universidade de Caxias do Sul: Caxias do Sul.

HINES, P.; TAYLOR, D. (2000). **Going Lean. A guide to implementation**. Lean Enterprise Research Center, Cardiff, UK.

IMAI, Masaaki. **KAIZEN: A Estratégia para o Sucesso Competitivo**. 6ª Edição. IMAN, São Paulo, 2005

ISHIKAWA, K **TQC – Total Quality Control: estratégia e administração da Produção**. São Paulo : Atlas, 1976.

KONDO, Y. **Human motivation: a key factor for management**. Tokyo: 3A Corp., 1991.

LEAN INSTITUT BRASIL. **Léxico Lean**: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean

MACDONALD, T; VAN AKEN,E.; RENTES, AF. (2000) **Utilization of simulation model to support value stream analysis and definition of future state scenarios in a high-technology motion control plant**. Research Paper. Department of Industrial & Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University & São Carlos Engineering School, University of São Paulo

MARCHWINSKI, C.; SHOOK, J. **Léxico lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean**. 2.ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2007

MONDEN, Y. **Toyota Production System: an integrated approach to just-in-time**. 3ª edição. Norcross, Georgia: Engineering and Management Press, 1997

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**, Porto Alegre, Editora Bookman, 1997.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

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

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SLACK, N; CHAMBERS, S; e JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo, Atlas, 2008.

SPEAR, S.J. & BOWEN, H.K. **Decoding the DNA of the Toyota Production System**. Harvard Business Review. September – October 1999.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

YAMADA, N. E; MARINS, F.A.S. **Aplicação de conceitos da Manufatura Enxuta no processo de pré-equipagem de asas.** Simpoi, 2010. São Paulo.

WOMACK, James P. **Das Ferramentas Enxutas (lean tools) ao Gerenciamento Enxuto (lean management): a situação da mentalidade lean em 2007.** Fev.2008. Disponível em: <[http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo\\_67](http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_67)> Acesso em: 20 mai. 2012.

Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. **A Máquina que mudou o Mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J.P., JONES, D.T.: **A mentalidade enxuta nas empresas.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.

#### SITES PESQUISADOS

CONSULTORIA OTIMA ESTRATÉGIA E GESTÃO, Disponível em: <http://www.otimaeg.com.br>. Acesso em 10 ago.2012.

NEKARTH – IDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PEÇAS E MÁQUINAS, **História da Empresa.**

Disponível em: [www.nekarth.com.br](http://www.nekarth.com.br). Acesso em 12 jul. 2012.

LEAN INSTITUTE BRASIL, **Conectando a Montagem aos Processos em Lotes através de Sistemas Puxados Básicos.** Disponível em:

[http://www.lean.org.br/download/artigo\\_34.pdf](http://www.lean.org.br/download/artigo_34.pdf). Acesso em 31 mai. 2008

ANEXO 1 - *Layout da Fábrica*

PLANTA NEKARTH REALIZADA A PARTIR DE  
JANEIRO DE 2012 - PAVIMENTO TÉRREO  
AUTOR: ROGÉRIO GÔES DOS SANTOS  
ESCALA 1:250

