

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção
Curso de Engenharia de Produção

**Aplicação do Sistema de Manufatura Enxuta no processo
de usinagem de uma empresa do setor Metal-Mecânico**

Marcos Eiji Hiramatsu

TCC-EP-44-2009

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção
Curso de Engenharia de Produção

**Aplicação do Sistema de Manufatura Enxuta no processo
de usinagem de uma empresa do setor Metal-Mecânico**

Marcos Eiji Hiramatsu

TCC-EP-44-2009

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: *Prof(º). Dr. Edwin Cardoza Galdamez.*

**Maringá - Paraná
2009**

Marcos Eiji Hiramatsu

Aplicação do Sistema de Manufatura Enxuta no processo de usinagem de uma empresa do setor Metal-Mecânico

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador: Prof(º). Dr Edwin Vladimir Cardoza Galdamez
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

Prof(ª). Daiane Maria De Genaro Chirolí
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

Maringá, Outubro de 2009

"Não faz mal que seja pouco, o que importa é que o avanço de hoje seja maior que o de ontem. Que nossos passos de amanhã sejam mais largos que os de hoje."

Daisaku Ikeda

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e minha irmã, por me apoiarem em todos os momentos nessa minha existência.

À Fabiana, por fazer parte da minha vida.

Aos meus colegas de faculdade, onde conheci pessoas incrivelmente fantásticas, que de forma direta ou indiretamente contribuíram durante essa difícil fase.

Ao meu amigo e colega de classe Adriano, pelas noites mal (ou nada) dormidas onde fizemos inúmeros trabalhos ao longo dessa nossa graduação.

Aos professores do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá que se dedicaram a transmitir o conhecimento, e em especial ao meu orientador professor Edwin, por dar a chance de me mostrar essa nova ótica de enxergar os sistemas de produção.

À empresa por disponibilizar os recursos necessários para o desenvolvimento deste projeto, principalmente ao Rafael Filho e Daniel Gomes pela oportunidade.

RESUMO

O propósito de utilização através de revisão bibliográfica focada no Sistema *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta) com aplicação em um setor industrial é realizar o estudo das principais ferramentas e práticas contribuindo de uma forma geral a melhoria dos processos. Visando continuamente a redução de custos e a qualidade do produto, onde de uma forma em geral se aplicando corretamente às técnicas têm-se o resultado almejado. O presente trabalho tem como finalidade desenvolver o aumento no rendimento e a melhoria de qualidade em um setor de Usinagem com técnicas e ferramentas da Manufatura Enxuta, onde este conceito possibilita à empresa atender de forma competitiva às necessidades de cada cliente.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta, *Lean Manufacturing*, Redução de desperdícios.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processos e Operações	9
Figura 2 – Evolução do sistema ERP	14
Figura 3 – Guarda-chuva de <i>Kaizen</i>	19
Figura 4 - Exemplo de mapeamento do estado futuro.	21
Figura 5 – Alguns ícones para definição do Mapeamento do Fluxo de Valor.	21
Figura 6 - Fluxograma de operações de produção geral.....	26
Figura 7 - Fluxograma de operações do setor de Usinagem.....	28
Figura 8 – Máquina de corte – Serra-Fita – antes e depois da melhoria	32
Figura 9 – Desenho técnico da proposta da nova matéria-prima.....	35
Figura 10 – Peças antes de receberem usinagem.....	39
Figura 11 – Peças depois que receberam usinagem.....	39

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Relatório de custos desnecessários	30
Tabela 2 - Amostragem das peças antes da melhoria	36
Tabela 3 - Amostragem das peças após a melhoria	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNC	Controle por comando numérico
ERP	Planejamento dos recursos do negócio (<i>Enterprise Resource Planning</i>)
Gargalos	Limitações do sistema produtivo
ISO	<i>International Standardization Organization</i>
JIT	Justo no tempo (<i>Just-in-time</i>)
<i>Kaizen</i>	Melhoria contínua
<i>Kanban</i>	Sistema puxado de programação e acompanhamento da produção
<i>Layout</i>	Instalações industriais
<i>Lead time</i>	Tempo de passagem ou atravessamento
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
MRP	Planejamento das necessidades de materiais (<i>Material Requirements Planning</i>)
<i>Poka-Yoke</i>	Dispositivos à prova de erros
<i>Setup</i>	Troca de ferramentas ou de preparação para produção
TRF	Troca rápida de ferramentas

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	X
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA OU OPORTUNIDADE DE PESQUISA.....	2
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	2
2 SISTEMAS DE MANUFATURA ENXUTA	4
2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO	4
2.2 DESPERDÍCIOS NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	6
2.2.1 <i>A redução de desperdícios</i>	8
2.3 MELHORIA CONTÍNUA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	8
2.3.1 <i>Melhoria dos Processos</i>	9
2.3.1 <i>Melhoria das Operações</i>	10
2.4 PRÁTICAS DE MELHORIA CONTÍNUA.....	12
2.4.1 <i>ERP – Enterprise Resource Planning – Planejamento dos Recursos Empresariais</i>	12
2.4.2 <i>Kanban</i>	14
2.4.3 <i>Poka-yoke</i>	16
2.4.4 <i>Gerenciamento visual</i>	17
2.4.5 <i>Kaizen</i>	18
2.4.6 <i>Mapeamento do Fluxo de Valor</i>	19
4 METODOLOGIA	23
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	24
4.2 O SETOR DE USINAGEM.....	27
4.3 INTRODUÇÃO DE PRÁTICAS DE PRODUÇÃO ENXUTA PARA REDUZIR DESPERDÍCIOS NO SETOR DE USINAGEM.....	28
4.3.1 <i>Melhoria na Operação de Corte-Usinagem de Peças</i>	29
4.3.2 <i>Melhoria da Operação de Corte (Serra Fita)</i>	31
4.3.3 <i>Melhoria na redução de matéria-prima</i>	33
4.4 AVALIAÇÃO FINAL DA INTRODUÇÃO DE PRÁTICAS DE PRODUÇÃO ENXUTA.....	41
5 CONCLUSÃO	42
5.1 LIMITAÇÕES.....	42
5.2 TRABALHOS FUTUROS.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a alta concorrência entre os mercados sugere que as empresas busquem soluções para que seu produto se destaque, onde a qualidade e o custo fiquem tangíveis aos olhos do cliente.

Embasado nesta lógica, a indústria se vê necessária recorrer a alternativas com rápidas tomadas de ação, driblando as barreiras impostas pelas novas situações deste mercado para se manter competitiva, para que isso de fato aconteça é necessária o levantamento das operações que não agregam valor ao produto, transformando as maiores perdas em potenciais ganhos em seu processo produtivo, com o principal foco de que o cliente deseja os produtos que venham adquirir satisfaçam as suas necessidades e expectativas.

Logo, o Sistema de Manufatura Enxuta ou em inglês *Lean Manufacturing* ou ainda Sistema Toyota de Produção, com sua filosofia de gestão, introduz ferramentas e técnicas que garantem a melhora da eficiência das operações de produção, reduzindo perdas desnecessárias, agregando qualidade no produto acabado e gerando maior eficiência dentro de seus processos de fabricação, possibilitando a empresa atender de maneira competitiva as necessidades de cada cliente, reduzindo principalmente os custos da produção.

O presente trabalho irá propor melhorias no processo produtivo no setor de Usinagem de uma forma mais direcionada, onde espera-se que os resultados ajudem a se expandir aos demais setores da indústria estudada.

1.1 Justificativa

O trabalho será aplicado no setor de Usinagem de uma indústria metal-mecânica, pois através do estudo das ferramentas do Sistema de Manufatura Enxuta concluiu-se que auxiliam no combate aos principais desperdícios detectados, como por exemplo, movimentos desnecessários, tempos de paradas de máquinas elevadas, alto estoque de produtos em processo, entre outros. Acarretando, portanto acréscimo desnecessário ao custo final do produto.

1.2 Definição do problema ou oportunidade de pesquisa

O presente trabalho propõe a utilização de conceitos provenientes do Sistema de Manufatura Enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico, focando-se na análise de perdas no processo de produção. O objetivo é a identificação de atividades que geram custos e não agregam valor ao produto final. Utilizando pesquisa qualitativa, através de entrevistas e análise de dados, identificou-se que no setor de Usinagem possuía perdas produtivas. Em seguida, avaliou-se a execução dos procedimentos relacionados nesse setor sob a ótica do Sistema de Manufatura Enxuta que possibilitou a identificação de algumas perdas. Para cada perda, desenvolveu-se uma solução através da aplicação de ferramentas básicas da Engenharia de Produção, como desenvolvimento de dispositivos de redução de perdas desnecessárias, entre outros.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é utilizar conceitos, métodos e ferramentas do Sistema de Manufatura Enxuta para reduzir os desperdícios das operações no processo de usinagem em uma empresa do setor metal-mecânico de Maringá-PR.

1.3.2 Objetivos específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Desenvolver uma pesquisa bibliográfica dos temas relacionados com Sistema de Manufatura Enxuta;
- Propor e avaliar a implantação de práticas de produção enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico;
- Destacar as vantagens e dificuldades que foram enfrentadas durante o desenvolvimento do trabalho.

1.4 Estrutura do trabalho

No primeiro capítulo são apresentados a justificativa do trabalho, os objetivos geral e específicos.

O segundo capítulo contempla a revisão bibliográfica do tema, com o intuito de buscar informações necessárias para o correto entendimento do tema e ser usado como base para aplicação prática do estudo.

O terceiro capítulo define o tipo de pesquisa aplicada neste trabalho, bem como suas fases.

No quarto capítulo, encontra-se a pesquisa ação, com um detalhamento da situação atual e a descrição das etapas da aplicação das atividades da pesquisa.

E o quinto capítulo apresenta a conclusão e as referências bibliográficas utilizadas no trabalho.

2 SISTEMAS DE MANUFATURA ENXUTA

2.1 Sistemas de produção

De acordo com Gaither *et al* (2002), a história das civilizações sempre existiram sistemas de produção, onde desde a colheita das plantas silvestres à criação de animais marcaram a origem do ser humano. As pirâmides egípcias, a Grande Muralha da China, entre outros, atestam a indústria dos povos da Antiguidade.

Os sistemas de produção anteriores a 1700 são chamados de sistemas artesanais, uma vez que a produção era realizada em casa ou em cabanas, onde os artesãos orientavam aprendizes a executarem o trabalho manual dos produtos, Gaither *et al* (2002).

Assim a civilização foi evoluindo a forma de produzir, aparecendo os primeiros produtos feitos à mão originando os artesãos, que por sua vez, com o passar do tempo, começaram a comercializar através da troca de produtos, até a venda de produtos ou serviços no moldes atuais, ou seja, através de recursos monetários.

O sistema artesanal segundo Peinado *et al* (2007) foi substituído com o advento da Primeira Revolução Industrial na Inglaterra a partir de 1780. Um dos principais elementos foi a descoberta da máquina a vapor por James Watt (1776). Essa descoberta trouxe avanço importante, a força mecanizada substituiu a força humana e da água.

Para Peinado *et al* (2007) Segunda Revolução Industrial foi a “grande mudança” onde se iniciou na Inglaterra e posteriormente se espalhou pela Europa, América e Ásia, que proporcionou o desenvolvimento da indústria em geral. A indústria avançou ainda mais com o desenvolvimento do motor a gasolina e da eletricidade nos anos 1800; fornecendo a base para a substituição do sistema caseiro pelo sistema fabril. Aconteceram inúmeros acontecimentos que marcaram e definiram de fato essa nova fase de modernização das fábricas, da criação de novos produtos, entre outros. Alguns responsáveis onde afirmam Peinado *et al* (2007), marcaram essa fase da revolução:

- Henry Bessemer – Processo da fabricação do aço industrial;
- Gottlieb Daimler e Karl Benz – aperfeiçoamento do motor e criação do automóvel;

Ainda na Segunda Revolução Industrial, marcou-se a segunda fase onde ocorreram pesquisas por tentativas, erros e acertos que na grande maioria dos autores na literatura citam que marca o início da abordagem clássica da administração.

Peinado *et al* (2007) destacam dois nomes que marcaram essa segunda fase:

- Frederick Winslow Taylor (1911) – “Pai da administração científica”, analisou a administração de tarefas e padronizou a forma de se produzir;
- Henry Ford (1913) – Criação da primeira linha de montagem móvel. Onde o produto em processo percorre um percurso e os operadores ficam parados.

Na década de 1910, de acordo com Peinado *et al* (2007), Henry Ford cria a linha de montagem seriada, revolucionando os métodos e processos produtivos até então existentes. Surge o conceito de *produção em massa*, caracterizada por grandes volumes de produtos extremamente padronizados, isto é, baixa variação nos tipos de produtos finais. Essa busca da melhoria da produtividade por meio de novas técnicas definiu o que se denominou Engenharia Industrial.

Desenvolvida como alternativa para a baixa produtividade e ao alto custo da produção artesanal. O produtor em massa utiliza profissionais excessivamente especializados para projetar produtos manufaturados por trabalhadores semi ou não-qualificados, utilizando máquinas dispendiosas e especializadas em uma única tarefa.

A chave para a produção em massa foi o desenvolvimento de ferramental de precisão e de peças intercambiáveis. Para conseguir a intercambiabilidade, Ford insistiu na padronização das medidas por todo o processo e também se beneficiou dos avanços nas máquinas e ferramentas (Womack *et al* 2004).

Martins *et al* (2005) revelam que após a Revolução Industrial, com o início da administração científica realizada por Taylor, várias personalidades entraram em cena para fazer parte da história da evolução da produção, entre eles se destaca Taiichi Ohno com o sistema de Manufatura Enxuta, alvo de estudo deste trabalho. Continuam existindo vários autores que buscam as melhorias contínuas em sistemas de produção.

Womack *et al* (1992) ressaltam que após Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, ambos engenheiros da Toyota, visitaram e estudaram Rouge, então o mais eficiente complexo fabril de produção em massa do mundo, perceberam ser possível melhorar o sistema de produção existente na Toyota, mas que seria difícil apenas copiar e aperfeiçoar o modelo americano, devido à situação em que o Japão se encontrava após o término da segunda guerra mundial, concluindo então que a produção em massa não funcionaria nesse país, sendo assim foi criado um novo sistema de produção, o Sistema Toyota de Produção que é hoje conhecido por Manufatura Enxuta.

É neste contexto que a Manufatura Enxuta se enquadra no que se diz respeito à eliminação de desperdícios, tendo como objetivo principal a redução de custos e criação de valor ao longo do processo produtivo e que pela destreza declarada ao povo japonês pelo presidente da Toyota, Toyoda Kiichiro (1894-1952): “Alcancemos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá” (Taiichi Ohno, 1997, p. 22), onde a atitude deste personagem demonstrou objetividade desse sistema e que comprovou ser eficaz sendo aplicado a diversas empresas espalhadas pelo planeta.

Shingo (1997) revela que 80% das pessoas irão dizer que o Sistema Toyota de Produção é um sistema *Kanban*. Poucas pessoas compreendem realmente o objetivo desse sistema e dirão: “É um sistema que visa a eliminação total de perdas”.

O Sistema Toyota de Produção de acordo com Shingo (1997) é 80% eliminação das perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% o *Kanban*.

2.2 Desperdícios nos sistemas de produção

Ohno (1997) afirma que se considerar o trabalho que é necessário como real e então o resto como desperdício teremos a seguinte equação:

$$\text{Capacidade atual} = \text{trabalho} + \text{desperdício} \quad (1)$$

Trabalho compreende as atividades que levam o processo a efetivamente alcançar seu fim.

São de dois tipos:

- a) Trabalho que adiciona valor: é a atividade que se refere à operação de produção efetiva, ou seja, é o momento de processamento de uma determinada peça, agregando valor ao produto;
- b) Trabalho que não adiciona valor: são as operações representadas por atividades que dão suporte ao processamento propriamente dito, por exemplo, movimentos decorrentes das condições inapropriadas de trabalho que auxiliam a realização do processamento, utilização de matéria-prima com excesso de sobre-metal, entre outros. Perdas, são todas as atividades desnecessárias que geram custos e não agregam valor ao produto e que, portanto, devem ser eliminadas dos processos de fabricação.

Shingo (1996) define sete tipos de desperdício:

- a) Superprodução: produzir além do que se precisa gera estoques, aumentando o custo da produção e armazenamento, isto significa capital sem giro;
- b) Espera: são decorrentes da falta de materiais para serem processados e causam a ociosidade. Podem ser provocadas pela falta de matéria-prima ou ainda pela falta de transporte ou permissão para a movimentação de um posto de trabalho para outro;
- c) Transporte: o deslocamento do produto não gera nenhuma criação de valor, e ainda sistemas inadequados de transporte podem não atender a demanda requerida pelo fluxo de produção ou danificar os produtos;
- d) Estoque: requer investimento, muitos produtos quando ficam por muito tempo em estoques, podem se deteriorar ou ainda ocorrer à depreciação;
- e) Processamento: algumas operações do processo são desnecessárias e também não agregam valor ao produto;
- f) Movimentação: está associada ao esforço desnecessário do operário, ocasionado por métodos inadequados de trabalho. Os movimentos desnecessários podem ocasionar refugos e retrabalhos, devido à fadiga física por exemplo;

- g) Defeitos: ocasionam desperdício de material e mão-de-obra. Os refugos geram custos e aumento do custo hora/homem e hora/máquina para a empresa.

2.2.1 A redução de desperdícios

Conforme Shingo (1996), o preço final de venda de um determinado produto adotado por várias empresas se resume na seguinte equação:

$$\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço de Venda} \quad (2)$$

No entanto, na filosofia do Sistema Toyota de Produção, o valor de um bem se resume a uma equação alterada proveniente da equação:

$$\text{Preço de Venda} - \text{Custo} = \text{Lucro} \quad (3)$$

De acordo com esta definição nota-se claramente que o lucro é proveniente do preço de venda menos o custo, onde este custo é o ponto chave do pensamento enxuto, e que através dessa premissa o princípio do não-custo denota o investimento que as empresas perseguem, através de eliminar totalmente o desperdício e assim manter ou aumentar os seus lucros.

2.3 Melhoria contínua dos sistemas de produção

De acordo com Shingo (1996) a produção tanto na fábrica quanto no escritório é uma rede funcional de processos e operações, onde ambas são distintas e que devem ser entendidas para haver melhorias dentro de uma indústria. Além do mais, é necessário entender profundamente e analisar o processo antes de melhorar as operações.

Ainda Shingo (1996) demonstra que o processo é o fluxo de materiais no tempo e no espaço, é a transformação da matéria-prima em componentes semi-acabados e posteriormente em produto final. Já operação, é o trabalho realizado para efetivar essa transformação.

Através da Figura 1 é demonstrado de uma forma clara exemplo de Processos e Operações

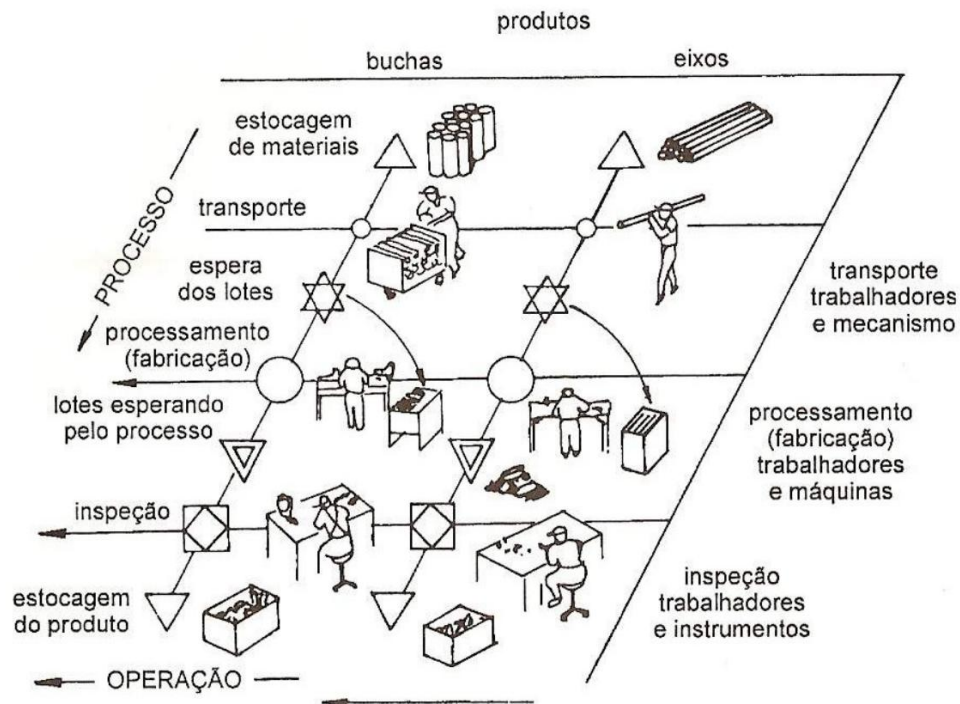


Figura 1 - Processos e Operações
Fonte: Shingo, 1996 – p. 38.

2.3.1 Melhoria dos Processos

Shingo (1996) destaca o caminho pelo qual a matéria-prima é transformada em produto. Ele consiste de quatro fenômenos: processamento, inspeção, transporte e estocagem.

Pode ser melhorado através de duas maneiras: da Engenharia de Valor, onde o produto é questionado se pode manter a qualidade e ao mesmo tempo consegue reduzir o custo de fabricação e a outra forma é melhorar os métodos de fabricação do ponto de vista da Engenharia de Produção em que a característica base é como a fabricação de um determinado produto pode ser melhorada.

Este autor revela cinco fases do processo, que são:

- a) Processamento: mudança física no material;
- b) Inspeção: comparação com o padrão estabelecido;
- c) Transporte: movimentação de material;

- d) Espera do processo: lotes inteiros de produtos que aguardam para serem inspecionados, processados ou transportados;
- e) Espera do lote: durante as operações de um lote, enquanto uma peça é processada, as outras ficam na espera.

2.3.1 Melhoria das Operações

Para Shingo (1996) existem dois tipos de operações: operações de *setup* e operações principais.

- a) Operações de *setup*: são consideradas as preparações antes e depois das operações, tais como preparação da máquina para receber a matéria-prima e convertê-la em uma peça, ajustes das ferramentas, das matrizes, entre outros.
- b) Operações principais: execução do trabalho em si, são as ações necessárias e essenciais para cada processo.
- c) Folgas marginais: ações decorrentes de forma não-programada, tais como: varrer cavacos, quebra de máquina, fadiga, etc.

– Operações de setup

O Sistema Toyota de Produção enfatiza a necessidade de eliminar a perda da superprodução e somente a produção com pequenos lotes é capaz de lidar com demanda de alta diversidade de produtos para um pequeno volume. Para isso a utilização de setup rápido é um requisito fundamental (Shingo, 1996).

Shingo (1996) admite que o *setup* possui quatro atribuições:

- a) Preparação da matéria-prima, dispositivos de montagem, acessórios, entre outros. – corresponde a 30%;
- b) Fixar e remover matrizes e ferramentas – 5%;
- c) Centrar e determinar ferramentas – 15%;

d) Processos iniciais e ajustes – 50%.

Shingo (1996) formulou a hipótese que qualquer setup poderia ser executado com menos de dez minutos, chamando a técnica de Troca Rápida de Ferramenta (TRF), que mais tarde foi adotada pelo Toyota, como um dos elementos principais do seu sistema.

Portanto o TRF é uma metodologia para reduzir o tempo de troca das ferramentas (setup), cuja meta é um tempo menor que dez minutos, com o principal objetivo de tornar a produção mais flexível as variações de demanda.

Para se reduzir o *setup* é necessário conhecer dois tipos de setup explicado por Shingo (1996):

- a) *Setup interno* (TPI – Tempo de Preparação Interno), montar ou desmontar a matriz somente quando a máquina estiver parada;
- b) *Setup externo* (TPE – Tempo de Preparação Externo), realizar a preparação das matrizes quando a máquina estiver funcionando.

– **Operações principais**

Shingo (1996) descreve que dentro das operações principais existem as *operações essenciais* que são: processamento (execução da tarefa), inspeção (medir a qualidade), transporte (movimentar o material) e estocagem (estocar peças).

Ainda nas operações principais existem as *operações auxiliares*, que dá o suporte às operações essenciais, podemos citar: processamento (ação da manipulação do material, colocar ou retirar, na máquina), inspeção (ação de manipular o produto para verificar a qualidade), transporte (ação de carregar e descarregar o material), espera (ação de colocar e remover as peças da área de estoque).

– **Folgas marginais**

De acordo com Shingo (1996) existem dentro das operações essenciais as folgas marginais, onde são consideradas operações indiretas e que é consumido hora/homem. Consistem em atividades indiretamente relacionadas com a produção e que a interrompem ou reduzem seu ritmo normal. Existem três tipos de folgas:

- a) Na operação: onde consiste em atividades relacionadas com a tarefa, tais como: remoção de cavacos, quebras de máquinas, alimentação das máquinas, entre outros;
- b) Entre operações: fornecimento de material entre uma operação e outra, a substituição de produtos de um *pallet* e outro, etc.
- c) Ligadas ao pessoal: quando ocorre a fadiga (física e mental) e necessidades fisiológicas.

2.4 Práticas de melhoria contínua

Segundo Machado e Heineck (2001 apud Womack *et al*, 1996) descrevem os cinco princípios para a implantação do sistema de Manufatura Enxuta:

1. Ter uma clara definição do significado do valor de um produto para a fundamentação para as perspectivas do cliente final;
2. Identificar a cadeia de valor de cada produto ou famílias de produto, verificando as atividades de processos para eliminação de perdas;
3. Gerar um fluxo de valor com base na cadeia de valor relacionada;
4. Obter um sistema produtivo em que o cliente obtenha os produtos somente a partir de sua necessidade, ou seja, que seja puxada a produção;
5. Busca continua das melhorias na cadeia de valor, assim eliminando os desperdícios.

Nos próximos tópicos serão abordados os princípios através de práticas e ferramentas desse sistema que são: *Kanban*, *Poka-Yoke*, Gerenciamento Visual, *Kaizen*, Mapeamento do Fluxo de Valor e o ERP que não faz parte do Sistema de Manufatura Enxuta que, no entanto, se faz necessário sua revisão bibliográfica para o bom entendimento de um sistema de produção.

2.4.1 ERP – *Enterprise Resource Planning* – Planejamento dos Recursos Empresariais

Segundo Martins e Laugeni (2006), o ERP é um sistema que facilita o fluxo de informação dentro de uma empresa, integrando as diferentes funções, quais sejam: manufatura, logística, finanças, recursos humanos e engenharia, entre outras. Ainda apresenta uma base de dados que opera em uma única plataforma e que consolida todas as informações em um único ambiente computacional.

O surgimento do ERP pode ser considerado a evolução do MRP e MRP II. O MRP II foi ampliado para cobrir áreas de engenharia, finanças, vendas, suprimentos, empreendimentos e recursos humanos, denominando-se ERP.

Para Peinado *et al* (2007), o MRP – *Material Requirements Planning* (Planejamento da Necessidades de Materiais) - é uma técnica que permite determinar as necessidades dos materiais que serão utilizados na fabricação de um produto. A produção em larga escala exigia o controle de um número muito grande de informações sobre os materiais necessários à produção, envolvendo a determinação, com precisão, das quantidades e das datas de entrega dos materiais necessários para a produção, eliminando o máximo possível de estoques.

Embora o sistema MRP possua uma concepção de forma a “puxar a produção”, a partir do plano mestre de produção, que fornece as informações e o sinal para ativar todo o sistema, a maneira como o MRP trabalha estimula, na prática, que a produção seja empurrada. Como cada posto de trabalho pode repassar ao seguinte o resultado da sua produção assim que concluído, o ritmo da produção em cada estágio vai sendo determinado pelo ritmo do posto anterior. À medida que se forma uma “pilha” de itens a serem processados na entrada de um posto de trabalho, a tendência é que este aumente o seu ritmo, para compensar o “atraso”.

Quando não há poucos itens a serem processados, os integrantes do posto de trabalho respiram aliviados, sentindo que podem trabalhar mais calmamente. Dentro da lógica de produção empurrada, pouca consideração é dada à ociosidade ou sobrecarga dos processos clientes (aqueles que vêm depois). Toda a atenção se concentra nos processos fornecedores (os que alimentam o posto de trabalho com itens a serem processados).

Peinado *et al* (2007) afirmam que o MRP II foi lançado devido ao aumento da capacidade de processamento dos computadores e que a princípio foi criado para o controle dos materiais fossem estendidos a outras áreas das empresas, obtendo-se o nome de *Manufacturing Resources Planning* – Planejamento dos Recursos de Produção.

A Figura 2 apresenta a evolução do sistema ERP.

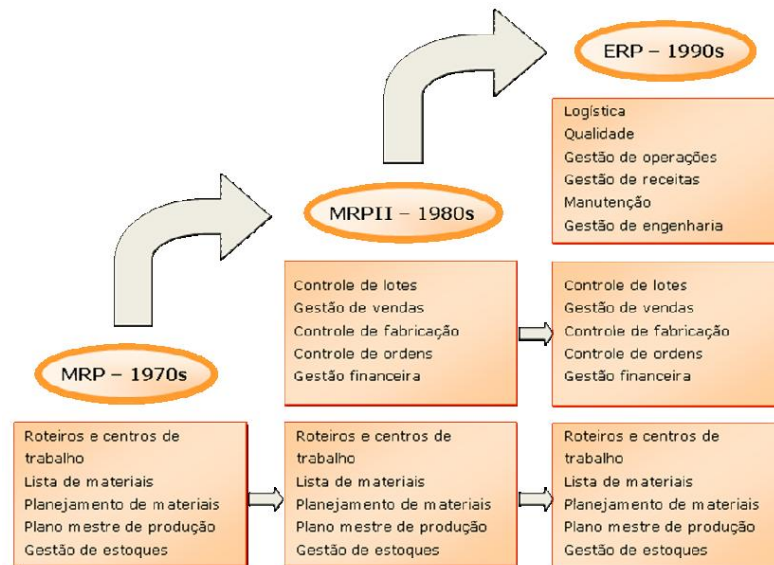


Figura 2 – Evolução do sistema ERP
Fonte: Martins e Laugeni (2006)

Sob a ótica do Sistema Toyota de Produção, para Shingo (1997), o MRP é um sistema de gerenciamento que visa encontrar as condições ótimas através de processamento computacionais. No entanto, este autor não acredita que este sistema esteja voltado à melhoria do sistema básico de produção da mesma maneira que está o Sistema Toyota de Produção, os quais elenca:

- Redução drástica dos tempos de preparação;
- Uso destes *setups* reduzidos na busca constante de produção em pequenos lotes;
- Execução de operações de fluxos de peças unitárias, do processamento de peças ao processo de montagem;
- Ter como meta a produção contrapedido através de um sistema de puxar.

2.4.2 Kanban

Kanban é uma palavra de origem japonesa, que significa cartão. É uma técnica que permite a implantação de uma das principais características do JIT, a produção puxada, ou seja, a produção das peças necessárias e no momento da necessidade do cliente, que sinaliza esta necessidade, geralmente, através do cartão (Ohno, 1997).e

Inicialmente denominado de Sistema de Supermercado, o Kanban foi desenvolvido por Taiichi Ohno, por volta de 1953 e aplicado na Toyota Motor Company, através da utilização de pedaços de papéis que listavam o número do item de uma peça e também outras informações referentes ao trabalho de usinagem. O sistema surgiu devido às observações de Taiichi Ohno nos supermercados americanos, onde as suas prateleiras tinham espaços limitados para cada item, portanto eram reabastecidas somente quando esvaziavam, ou seja, somente quando havia a real necessidade (Ohno, 1997).

A essência dessa abordagem é a redução do estoque através da redução do número de *Kanban*. O *Kanban* não é nada mais que um meio para atingir um fim. (Shigeo Shingo, 1996. p. 222)

Estrutura do Kanban

- a) Kanban (cartões): geralmente são utilizados dois tipos de cartões. O cartão de movimentação que autoriza a retirada e movimentação das peças de um processo para outro, ele funciona como uma requisição de materiais. O cartão de produção determina o tipo e a quantidade de peça que o processo deverá produzir, ele funciona como um dispositivo de controle da produção. Independente do tipo de cartão ele deve conter informações importantes para o funcionamento do sistema. Essas informações variam de acordo com a empresa, porém algumas são fundamentais como: a descrição da peça (nome, código), número de peças em cada contêiner, descrição do processo ou área de trabalho, componentes da peça, etc.
- b) Contêiner: são também chamados de contenedores, embalagens ou caixas onde as peças serão armazenadas ou transportadas. Eles devem ter os seus volumes padronizados, para manter um controle visual sobre o processo.
- c) Célula: local onde o Kanban está sendo implantado, também chamada de célula de produção ou manufatura.
- d) Quadro Kanban: painel onde os cartões são fixados, a fim de manter um gerenciamento visual do processo e autorizar o processamento das peças solicitadas.

- e) Área de mini-estoque de entrada ou saída de materiais.

Logo o sistema Kanban é uma forma simples de se trabalhar, pois cada processo é responsável por sua produção, então os operários começam a trabalhar por si mesmos, a gerenciar e tomar suas decisões quanto à produção e melhorias no processo.

2.4.3 Poka-yoke

O Poka-Yoke é um mecanismo usado para colocar um processo completo à prova de erro. É usada para denominar dispositivos ou mecanismos simples, que são instalados em máquinas, ferramentas ou postos de trabalho assegurando que as condições apropriadas existem antes de executar um passo do processo, impedindo que defeitos ocorram em primeiro lugar. Quando isto não é possível, executa uma função de detecção, eliminando defeitos no processo o mais cedo possível.

O método pode ser usado em operações manuais que requerem atenção do operador, em casos que possa haver o mau posicionamento das peças, quando ajustes são necessários, e em muitos outros casos.

Ele pode usado de duas maneiras (Shingo, 1996):

- a) Método do Controle: quando ativado pára a linha ou a máquina de forma que a ação corretiva seja imediatamente implementada;
- b) Método da Advertência: quando ativado detecta a anormalidade e sinaliza a ocorrência através de sinais sonoros e/ou luminosos para atrair a atenção dos responsáveis;
- c) Método do Contato: quando ativado detecta a anormalidade na forma ou dimensão através de dispositivos que se mantêm em contato com o produto;
- d) Método do Conjunto: Utilizado em operações executadas numa seqüência de movimentos ou passos pré-estabelecidos, garantindo que nenhum dos passos seja negligenciado com o intuito de não ocorrer falhas nas operações;

Logo o poka-yoke com a implantação correta dos dispositivos garante a normalidade dos processos, reduzindo erros humanos, colhendo como resultado a redução dos custos por falhas na produção e ainda redução de acidentes de trabalho.

2.4.4 Gerenciamento visual

No Sistema de Manufatura Enxuta, é essencial que cada processo seja atendido sempre que solicitado, evitando assim que todas as operações sejam interrompidas de forma inesperada.

Para atingir com sucesso aos prazos de atendimento sem ser prejudicada com a redução dos estoques, a Toyota desenvolveu um sistema de gerenciamento pelos olhos, onde tudo que está acontecendo no setor produtivo é facilmente percebido por todos os funcionários.

Para Imai (1996) a gerência visual dentro de uma empresa deve abranger os 5 “M”: Mão-de-obra, Máquina, Material, Método e Medição, onde qualquer anormalidade relacionada a esses itens deve ser apresentada visualmente.

- a) Mão-de-obra: Através de gráficos que são atualizados diariamente pelos próprios trabalhadores referentes a absenteísmo e participação nos Círculos de Qualidade e através de uma folha onde é anotada a versatilidade de todos os trabalhadores do setor;
- b) Máquinas: Através da automação e sistemas poka-yoke, que interrompem o processo produtivo assim que alguma anomalia acontece, indicando o problema através da utilização de andon (lâmpadas de sinalização), além de indicadores de níveis de lubrificação, frequência de troca, tipo de lubrificante e outros;
- c) Material: Utilização de kanban para indicar o fluxo de materiais e se a quantidade em estoque é coerente com o programado; Identificação de todos os locais reservados para o armazenamento de materiais;
- d) Métodos: Através de folhas que ficam afixadas em todos os postos de trabalho, indicando a correta maneira de se executar determinado processo, identificando pontos de verificação da qualidade e o que fazer quando ocorrer variações;

- e) Medições: Com o uso de etiquetas que mostram todas as datas de validade dos equipamentos que necessitam com frequência passar por um processo de calibração (torquímetros, paquímetros etc.);
- f) Através de gráficos de controle de qualidade, refugo, custos de produção etc. Esse módulo tem como objetivo a padronização das áreas de trabalho, procurando transmitir informações rápidas, simples e claras, por meio do quadro de indicadores de absentéismo, refugo, produtividade e qualidade preenchida pelos próprios trabalhadores do chão de fábrica, com marcações nos pisos, quadros instrutivos, identificação clara de materiais, etc.

2.4.5 Kaizen

Imai (1996) afirma que *Kaizen* é uma palavra de origem japonesa, que tem o significado de kai – mudança e zen – para melhor, portanto é a melhoria contínua, que envolve todos da empresa, inclusive gerentes e operários.

A prática do *Kaizen* nunca tem fim, ele é utilizado sempre que se busca uma melhoria em qualquer atividade, sempre com o objetivo principal de criar mais valor com menos desperdícios. Ele é usado, por exemplo, quando se quer reduzir o setup de uma máquina, ou ainda, quando se quer aumentar a produtividade em uma linha de produção.

O *Kaizen* propicia resultados aparentes e concretos, tanto qualitativamente, quanto quantitativamente, geralmente em um curto espaço de tempo e a um baixo custo. Mas o principal objetivo está no envolvimento direto das pessoas, que se sentem mais valorizadas e motivadas a alcançar os objetivos da empresa.

Para Imai (1996) o *Kaizen* é um conceito de guarda-chuva, o recado da estratégia do kaizen é que nenhum dia deve passar sem que algum tipo de melhoramento tenha sido feito em algum lugar da empresa.

A Figura 3 exemplifica o conceito de guarda-chuva.



Figura 3 – Guarda-chuva de *Kaizen*
Fonte: Imai (1996)

O *gemba* é uma palavra japonesa que significa “verdadeiro lugar” – onde as coisas acontecem. Nos negócios, são as atividades que agregam valor ao produto para satisfazer o cliente. Logo o *Gemba Kaizen* é uma filosofia de constante evolução profissional da equipe para produzirem com motivação e qualidade, buscando a satisfação total do cliente (Imai, 1996).

2.4.6 Mapeamento do Fluxo de Valor

Para a verificação de melhorias ao longo de um processo produtivo de uma indústria segundo Luz *et al.* (2004) a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor é necessária para a tomada de decisões coerentes para o processamento de melhorias contínuas, onde através desta pode-se analisar o fluxo de produção, do início (pedido do cliente) até a entrega do produto acabado.

Para Forno *et al.* (2007) o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta da Manufatura Enxuta que foi formalizada por Rother e Shook, onde é dito formalização pois se utiliza essa ferramenta na *Toyota Motor Company* há mais de vinte anos.

Mapear o fluxo de valor é analisar todo o processo de transformação do material, como exemplo o fluxo de produção desde a matéria-prima até o consumidor final (Luz *et al.*, 2004).

As principais vantagens, para Luz *et al.* (2004 apud Rother *et al.*, 1999) da utilização dessa ferramenta destacam:

- Ajuda a visualizar mais do que os processos individuais.
- Ajuda a identificar o desperdício e suas fontes.
- Fornece uma linguagem comum para tratar os processo
- Facilita a tomada de decisões sobre o fluxo.
- Aproxima conceitos e técnicas enxutas, ajudando a evitar a implementação de ferramentas isoladas.
- Forma uma base para o plano de implantação da Mentalidade Enxuta
- Apresenta a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material
- Forma uma base para o plano de implantação da Mentalidade Enxuta
- Apresenta a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.
- É uma ferramenta qualitativa que descreve, em detalhes, qual é o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

– Criação do Mapa de Fluxo de Valor

Segundo Luz *et al.* (2004 apud Rother *et al.*, 1999) para o sucesso da elaboração do Mapa de Fluxo de Valor deve-se seguir os seguintes passos:

- Selecionar a família de produtos.
- Determinar o gerente do fluxo.
- Desenhar os estados atual e futuro.
- Planejar e implementar o plano de ação.

Esses passos são descritos de acordo com Luz *et al.* (2004 apud Rother *et al.*, 1999). Para fazer a seleção da família de produtos é necessário identificar a necessidade do cliente, posteriormente, analisar o grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns em seus processos de transformação.

O desenho do fluxo de valor de uma família de produtos é necessário que todos os departamentos sejam transparentes, pois é necessário ter o conhecimento de todo o fluxo de material e informação de uma família de produtos, ou seja, os processos e como eles são programados.

A Figura 4 e a Figura 5 representam respectivamente um exemplo do mapeamento do fluxo de valor e o significado de seus ícones.

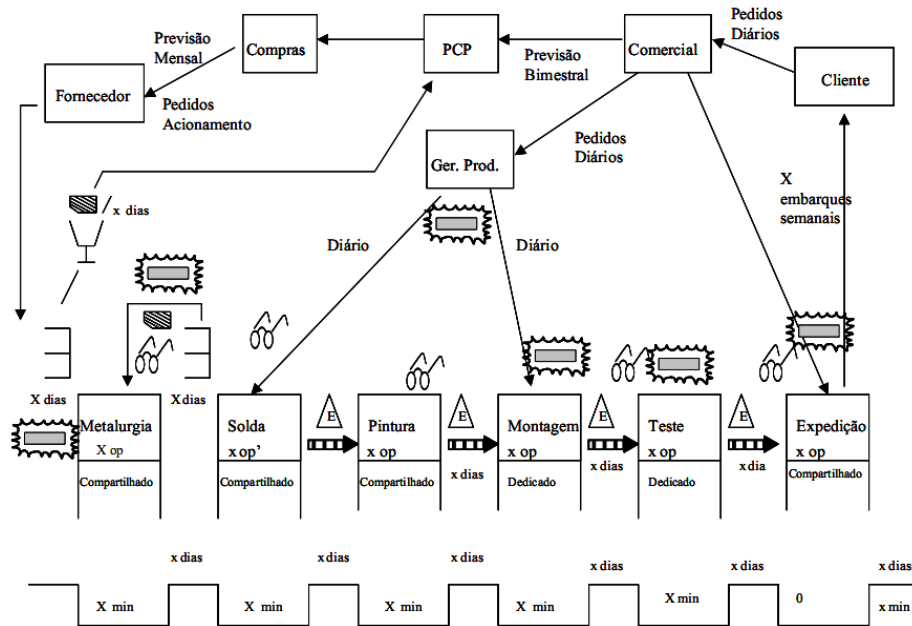


Figura 4 - Exemplo de mapeamento do estado futuro.

Fonte: Luz *et al.* (2004)

Símbolo	Significado
	Processo
	Kanban de transporte
	Evento Kaizen
	Estoque em processo
	Supermercado
	Produto acabado para o cliente
	Interferência supervisores

Figura 5 – Alguns ícones para definição do Mapeamento do Fluxo de Valor.

Fonte: Luz *et al.* (2004)

O Gerente de Fluxo tem a responsabilidade de entendimento do fluxo e sua melhoria. O Mapa de Fluxo de Valor (MFV) pode ser uma ferramenta de comunicação, planejamento e gerenciamento do processo de mudança. Para Rother (1999), mapear é uma linguagem e como toda nova linguagem, a melhor forma de aprendizagem é praticá-la. O primeiro passo é mapear o estado atual, feito a partir da coleta de dados no chão de fábrica, esta é a base para a elaboração do mapa do estado futuro.

O último passo é a elaboração do plano de implementação , quais são as etapas para se chegar ao estado futuro.

No momento que o estado futuro torna-se uma realidade, um novo mapa futuro deverá ser mapeado. Isto é a melhoria contínua do processo.

No Quadro 1, Forno *et al.* (2007) demonstra o passo-a-passo para realização prática do Mapeamento do Fluxo de Valor.

1	Definir a família a ser mapeada
2	Conhecer o processo
3	Identificar e calcular os estoques em dias
4	Identificar se o sistema é "puxado" ou "empurrado"
5	Levantamento dos dados dos processos
6	Identificar o fluxo de informação
7	Calcular a linha do tempo
8	Identificar a forma do recebimento e expedição
9	Desenhar o mapa de fluxo de valor presente
10	Fluxo de informação

Quadro 1 - Passos do Mapeamento do Fluxo de Valor.
Fonte: Forno *et al.* (2007 apud Rother e Shook, 2003)

4 METODOLOGIA

Por meio de observações *in loco* verificou-se que existem desperdícios (tempo desnecessário de produção, recursos alocados de forma pouco eficiente, entre outros) no processamento das principais peças produzidas no setor de Usinagem. Com a fundamentação teórica adquirida ao longo do período acadêmico e complementada com o estudo mais aprofundado da teoria do Sistema de Manufatura Enxuta, notou-se que existe a necessidade de desenvolver melhorias nos processos de fabricação de peças.

Este trabalho trata-se de uma Pesquisa-Ação. É uma metodologia de trabalho que pode ser utilizada para buscar melhorias de modo coletivo entre pesquisadores e participantes da pesquisa de campo (SILVA e MENEZES, 2005):

- a) A coleta de dados é realizada através de anotações na Folha de Apontamento pelo próprio operador, onde o mesmo foi implantado para realizar o estudo de eficiência individual, gerando informações de tempo de operação por ciclo de cada peça, entre outras informações;
- b) Através das informações coletadas é gerado um banco de dados, reunindo informações gerais de todas as peças fabricadas, sendo tabuladas e reunidas por grupos que tem maior incidência em produção. Será acompanhado mensalmente e que será o alvo para o monitoramento do rendimento, resultado das melhorias propostas utilizando o Sistema de Manufatura Enxuta, onde através gerenciamento visual e análise do fluxo de processamento dos produtos existentes serão verificadas se existem pontos a serem melhorados;
- c) Através de Observação Individual, melhorias pontuais analisadas no chão de fábrica serão analisadas e monitoradas, onde se haverá um possível aumento na eficiência do de um determinado processo;
- d) Indicadores de desempenho já implantados no setor deverão ser monitorados para verificar no final do trabalho se houve melhora no processo produtivo do referido setor.
- e) Compilação final de todas as informações geradas no pré e pós-utilização do sistema, onde se espera ganho de produtividade, redução de custos e qualidade nos produtos

acabados, com a possível expansão desta filosofia aos demais setores produtivos da empresa.

4.1 Apresentação da empresa

A Noma do Brasil S/A é uma indústria do setor Metal-Mecânico onde o seu escopo está à fabricação de implementos rodoviários.

Com 42 anos de mercado, vêm atuando na fabricação de semi-reboques e terceiro eixo. Foi fundada em 1 de julho de 1967, sob o nome fantasia Brasmecânica. Tendo como objetivo a venda de peças, conserto, reforma e fabricação de terceiro eixo. Sua sede estava situada a Rua Guarani, na cidade de Maringá, estado do Paraná, com um terreno de 800 m² e 100 m² de área construída. Sendo neste local a montagem dos primeiros semi-reboques.

Em 1970 a sede foi transferida para a Avenida Colombo, com uma nova área 5.000 m², passando a fabricar trinta e cinco *trucks*¹ por mês e também iniciou a fabricação de caçamba basculante sobre chassi. Nesta atuação de fabricação de implementos a necessidade por espaço veio com a transferência para a cidade de Sarandi, passando assim para uma área de 95.846 m², com uma área já construída de 11.375 m², passando a fabricar nessa época reboques tanque.

Já em 1987 passou a ser montada a rede de representantes, partindo do princípio que juntamente com a venda, deve-se prestar assistência técnica, pois se tratam de produtos com elevado teor técnico, incluindo normas de utilização e desempenho. Assim, foram instaladas as primeiras assistências nos estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina. No ano de 1988 a empresa incorporou sua concorrente Truck Maringá, e a partir daí começou a fabricar diversos tipos de semi-reboques.

A partir de 1989 a convite da empresa sueca Scania AB, a empresa começou a atuar no mercado exterior. Com a exportação de trinta e dois semi-reboques para o Chile, atuando também em novos mercados como o Paraguai, Uruguai, Argentina, Bolívia e Equador. A

¹ Terceiro eixo do veículo trator tracionando pelo menos uma unidade rebocada ou semi-rebocada. De acordo com a resolução 210/06 do Conselho Nacional de Trânsito, no Art. 2º, item §5º - peso bruto por conjunto de dois eixos em tandem, quando à distância entre os dois planos verticais, que contenham os centros das rodas for superior a 1,20m e inferior ou igual a 2,40m: 17 t;

organização desenvolveu e aperfeiçoou seu departamento de comércio exterior, e atualmente é um dos braços comerciais da empresa, com estrutura e representantes.

Em 1997 a empresa lançou o Rodotrilho ou semi-reboque bimodal². Hoje em dia esse sistema está sendo realizado para o transporte de botijão de gás na estrada de ferro de Carajás e entre as cidades de Imperatriz e São Luís no Maranhão.

O implemento rodoviário é produzido em uma moderna linha de montagem, auxiliada por gabaritos específicos, máquinas de corte a plasma e robôs de soldagem. O gerenciamento de todo o sistema é feito por um software mundialmente conhecido. Possui o certificado ISO 9001³, no qual segue fielmente o que foi definido em suas projeções para construção e atendimento, apontando assim uma padronização em seu sistema, garantindo qualidade aos seus produtos.

Em relação ao mercado nacional, a empresa encontra-se em quarto lugar, buscando continuamente a evolução em sua colocação. Por isso, adquiriu-se recentemente outra empresa com amplos conhecimentos e fabricação de baú em alumínio para carrocerias de caminhões e semi-reboques, que de acordo com a organização é uma caixa construída em alumínio fixado no próprio chassi do caminhão ou não, ideal para transportes de caixas e de pouca quantidade para deslocamento em áreas urbanas.

Com a fábrica instalada estrategicamente nas proximidades dos grandes consumidores, o cliente não desembolsa o valor do frete para adquirir seu equipamento e não precisa se locomover até outro estado para retirar seu equipamento

Também como ponto fundamental e apreciado pelos consumidores como diferencial é o prazo de garantia de 18 meses, única no segmento que dá ao seu cliente este tempo de garantia. Sendo os equipamentos de alto valor agregado, esta é uma opção que atrai muitos clientes para a empresa.

² Implemento que pode trafegar tanto em rodovias ou ferrovias.

³ De acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro. A ABNT NBR ISO 9001 é a versão brasileira da norma internacional ISO 9001 que estabelece requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) de uma organização, não significando, necessariamente, conformidade de produto às suas respectivas especificações. O objetivo da ABNT NBR ISO 9001 é lhe prover confiança de que o seu fornecedor poderá fornecer, de forma consistente e repetitiva, bens e serviços de acordo com o que você especificou.

A grande maioria das peças que compõe o produto são fabricadas em sua própria sede, baseando-se em clientes internos o principal está na linha de montagem, onde é realizada a produção do implemento, e os fornecedores internos de peças que realizam a manufatura dos componentes necessários, e é um de seus fornecedores que será o nosso objeto de estudo: o setor de Usinagem.

A Figura 6 demonstra o fluxo de processo entre os setores da fábrica.

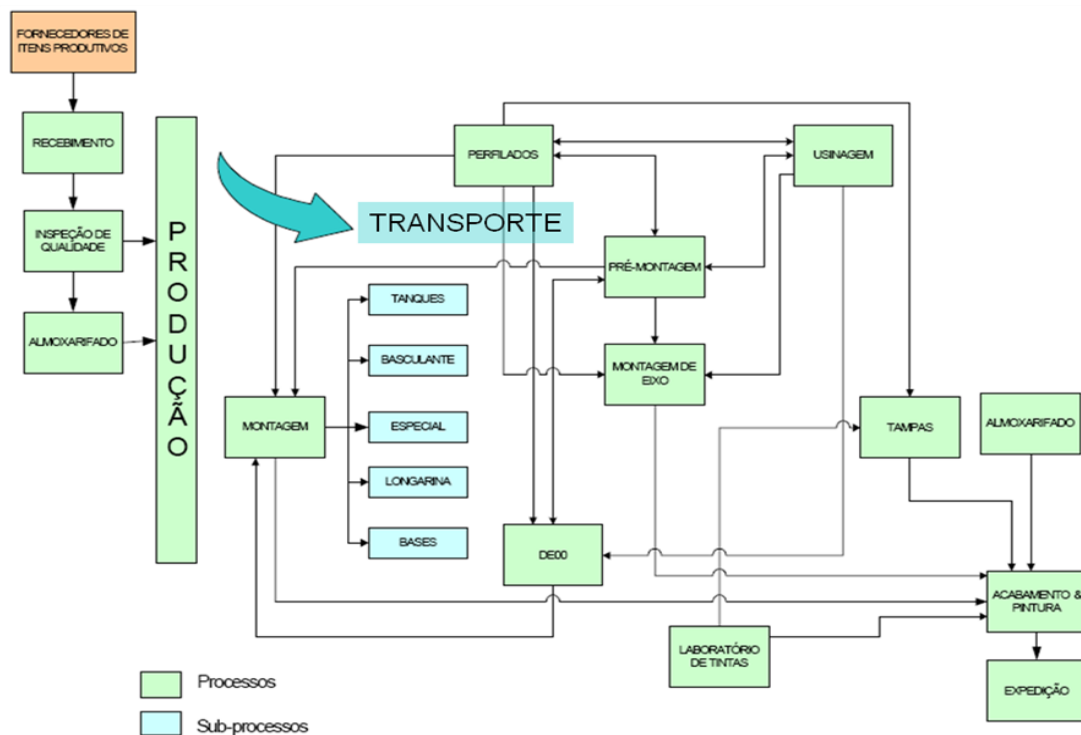


Figura 6 - Fluxograma de operações de produção geral

A empresa é dividida em dois grandes setores: a Fábrica de Montagem e a Fábrica de Peças, onde a Fábrica de Montagem corresponde às linhas: Tanques, Basculante, Especial, Longarina e Bases. Já a Fábrica de Peças será o fornecedor da Fábrica de Montagem, são os seguintes sub-setores: Perfilados, Pré-Montagem, Montagem de eixo, Tampas e Usinagem.

A Fábrica de Peças têm como fornecedor principal o setor DE00, onde é o depósito das peças que serão dispostos os *Kit's* de montagem dos implementos, que após serem preparados são transportados e levados aos seus clientes da Fábrica de Montagem.

Todavia, alguns componentes são encaminhados diretamente aos setores solicitados, devido a alguma interferência de alguma ação não planejada, ou mesmo quando as peças são dispostas diretamente ao depósito da fábrica de montagem.

4.2 O setor de Usinagem

A produção das peças que requerem a utilização de equipamentos de precisão para se adequar ao padrão exigido da montagem do produto será processada neste setor, como exemplo peças que possuem roscas, de precisão nas dimensões, buchas, pinos, entre outros.

A demanda solicitada é programada essencialmente por dois métodos: pelo método da programação do departamento de PCP, onde o mesmo entrega ao encarregado do setor as Ordens de Produção, ou ainda é requerido pelos clientes internos que solicitam através do método *Kanban*, onde são alocados no quadro os cartões das peças requeridas.

O setor possui basicamente as seguintes operações de processamento de peças:

- Corte (barra ou tubo de aço), através de:
 - disco de corte – tubos de aço de até 1” de diâmetro;
 - prensa – barras de aço de até 42mm de diâmetro ou tubo de aço quadrados com 100mm de diâmetro;
 - serra-fita – corte manual de tubos ou barras reto ou em ângulo e corte automático deste mesmo material.
- Usinagem de peças, onde se caracteriza a produção de remoção de sobre-metal em tubos/barras de aço ou ferro fundido, para se adquirir o formato da peça solicitada, feito através de tornos CNC ou tornos manuais;
- Furar/escarear – realização de furos em tubos/barras e escareamento para a remoção de rebarba através de furadeira.

Existem variados modelos de peças, onde pode ser solicitada apenas o corte, ou corte e usinagem e ainda corte, usinagem e furação. Para cada operação é denominado no Plano de Processos de Fabricação como OP XX, como exemplo uma peça que é necessária ser cortada, usinada e furada receberão respectivamente denominações: OP 10, OP 20 e OP 30.

As rotinas de processos do setor são demonstradas através da Figura 6.

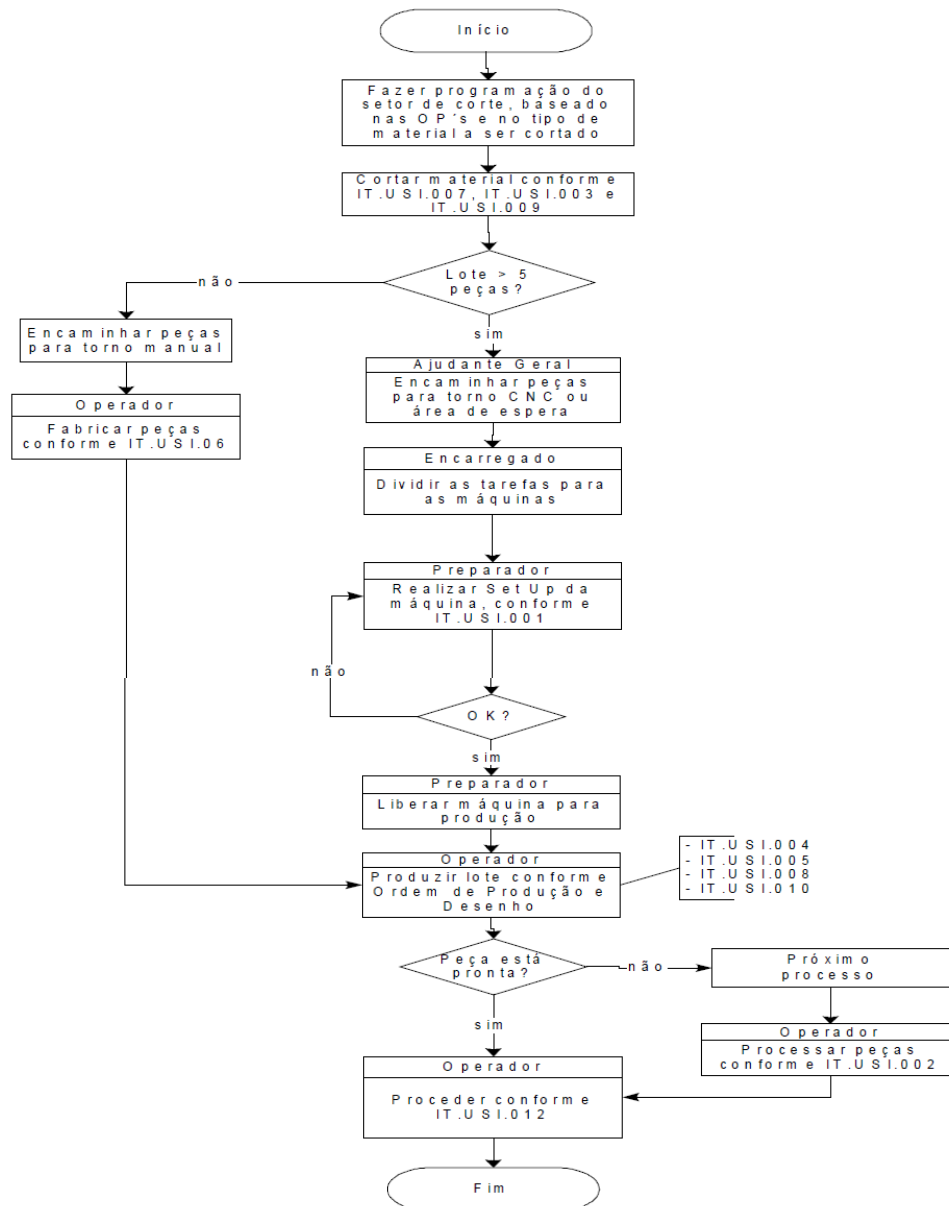


Figura 7 - Fluxograma de operações do setor de Usinagem.

4.3 Introdução de Práticas de Produção Enxuta para Reduzir Desperdícios no Setor de Usinagem

Para que a produtividade das linhas de usinagem tenha um melhor desempenho, fato que é necessário a permanecer competitiva no mercado, conseguindo produzir o número de peças no menor tempo e menores custos. A Manufatura Enxuta pode contribuir significativamente com algumas ferramentas e práticas, as quais já tiveram sucesso comprovado em várias empresas no mundo. Após a tomada de decisão de aplicar os conceitos e técnicas da

Manufatura Enxuta no setor, a maior dificuldade não é adquirir conhecimento da metodologia e suas vantagens, mas sim colocar em prática os conceitos intrínsecos à técnica.

Através de Observação Individual, melhorias pontuais foram analisadas e monitoradas, onde haverá um possível aumento na eficiência através de eliminação de perdas desnecessárias em um determinado processo.

4.3.1 Melhoria na Operação de Corte-Usinagem de Peças

Continuamente é analisado o fluxo de operações através de roteiros cadastrados das peças no sistema MRP da empresa, onde é para verificado constantemente melhorias nos processos de fabricação, onde foi constatado em uma peça no roteiro e no plano de processo de fabricação que na operação 10, cortar, o tempo de operação era de 25 segundos. No entanto, essa barra cortada com tamanho de 3000mm era usinada automaticamente na operação 20, usinar e cortar com tamanho de 55mm, resultando na produção de 54 peças.

Com isso, no roteiro da peça o tempo da operação estava com 25 segundos, contudo, a peça na operação 10 teria esse tempo de hora/máquina diluído de 25 segundos dividido por 54 peças, o que resultaria que o tempo da peça no roteiro deveria estar com 0,46 segundos e não 25 segundos.

Através dessa análise gerou-se a dúvida se outras peças estavam com o mesmo problema, onde foi constatado através de relatório e entrevista com o operador da máquina CNC de alimentação automática, onde foi constatado que existiam de fato outras peças com esta mesma incoerência de informação.

Foi realizado um levantamento de quais peças tinham passagem por este torno de alimentação automática, gerando um relatório com todas as peças que tinham passagem por esse torno, e depois de realizado um filtro através da técnica da curva ABC, que foram as peças estudadas até com 86% de produção no período de 1 ano, receberam a análise de verificação.

Na Tabela 1 são apresentadas as peças que foram coletadas da curva A. Se as peças estavam de acordo foram marcadas com 0 na coluna *flag*, ou seja, nada foi alterado, e as peças que estavam fora do padrão receberam o *flag* 1. Após isso foi multiplicado a hora/homem+hora/máquina e multiplicada pela média mensal de produção de cada peça, resultando na cobrança indevida dessas peças, dentro da somatória de valores indicados na tabela pela coluna custo, resultando em uma perda de R\$ 1272,10.

Após a detecção dessa falha foi corrigido o problema e sendo verificada abrangência para que isso se repita em outras operações.

Tabela 1 - Relatório de custos desnecessários

<i>PEÇA</i>	<i>PORCENTAGEM ACUMULADA</i>	<i>Flag</i>	<i>custo</i>
TAMPA PONTEIRA EIXO CILÍNDRICO Ø63,5X26	10,59%	0	-
ARRUELA Ø25,4X1,9X5	20,39%	0	-
SEPARADOR LATERAIS Ø25,4X95	28,94%	1	264,88
PINO BALANÇA Ø44,80XØ61X214	35,76%	0	-
PINO ARTICULAÇÃO Ø11XØ15,87X63	41,70%	0	-
BUCHA PINO ARTICULAÇÃO	47,23%	0	-
PINO ARTICULAR PÁRA-CHOQUE Ø30X190	51,01%	0	-
BATENTE ALÇA DA FECHADURA Ø23X6	54,13%	0	-
BUCHA SEPARADORA DA FECHADURA Ø25X50	57,21%	1	127,38
TUBO FLANGE Ø26,9XØ21,6X50	59,66%	1	101,35
BUCHA MANCAL Ø32,2XØ17x35	61,51%	1	114,17
BUCHA ARTICULAR TAMPA MANGOTE Ø9,52X12	63,06%	1	48,188
ARRUELA Ø32,2X5	64,46%	1	86,5
PINO TRAVA Ø9,53X35X95	65,77%	0	-
BUCHA VARÃO Ø32,2XØ20,4X80	66,97%	1	74,542
ARRUELA Ø38,1X3,35X5	68,14%	1	48,134
PINO DOBRADIÇA TAMPA Ø34,93X97	69,27%	0	-
BUCHA Ø20XØ32X25	70,39%	1	69,417
BUCHA DOBRADIÇA Ø12,7X9,5X20	71,50%	1	46,107
BUCHA PROTEÇÃO LANTERNA Ø38,10X55	72,53%	1	63,375
LUVA Ø32,2X15 ROSCA DE 1/2" NPT	73,46%	1	115,33
BUCHA DA ARTICULAÇÃO Ø15,87X37	74,37%	1	28,146
BUCHA GUIA PISTÃO Ø61,80X76,1X43	75,27%	0	-
PINO DOBRADIÇA LATERAL Ø19X128	76,18%	1	28
PINO TRAVA PRESSÃO Ø12,7X44	77,02%	0	-
ROLDANA PORTA ESTEPE Ø44,45X27	77,86%	0	-
BUCHA REGULAGEM DO MACACO Ø63,4X17	78,68%	0	-
PINO C/ CABEÇA Ø25,4X86	79,48%	0	-
PINO ROLDANA PORTA ESTEPE Ø15,87X50	80,28%	0	-
CONTRA-PORCA CONEXÃO ENTRADA	81,74%	0	-
BUCHA CÔNICA TIRANTE Ø63,4X27	82,44%	0	-
BUCHA Ø25,4XØ13X27	83,59%	1	12,021
PONTEIRA TUBO DE PRESSÃO 1,1/16" X12 FIOS	84,10%	0	-
ARRUELA Ø32,2XØ19,80X5	84,59%	1	30,208
PINO COM CABEÇA Ø34,93X66	85,07%	0	-

TUBO APOIO PLACA SINALIZAÇÃO Ø21,3X15	85,53%	1	14,396
TOTAL DESPERDIÇADO	1272,1		

4.3.2 Melhoria da Operação de Corte (Serra Fita)

O colaborador de serra opera duas máquinas: a serra com o corte automático de peças e a serra com operação manual pelo operador de corte reto de barra ou tubo em ângulo.

Analisando a operação foi observado que a serra automática possuía uma vantagem operacional relativamente alta quando comparada com a máquina manual em termos de rendimento no corte de tubos ou barras e que, no entanto, esta vantagem não estava sendo aproveitada devido às peças caírem após o corte dentro do local destinado à recepção de cavaco e óleo de corte, obrigando o operador parar de cortar peças na serra manual para fazer a coleta dessas peças para uma caixa de transporte.

Shingo (1996) afirma que os desperdícios de movimentação de peças pode ser um determinante na produção da peça que não agrega valor, além de desperdício desnecessário no hora/homem para realizar tal operação e causar fadiga pelo movimento, causando redução de desempenho devido à falta de ergonomia e movimentos repetitivos totalmente desnecessários.

Análise pós-melhoria:

Em média reduziu-se 9,35% de uma jornada de trabalho de 8 horas com a melhoria implantada, eliminando o desperdício de movimentação, onde de acordo com Shingo (1996) é considerado uma folga marginal entre operações, em que são consideradas operações indiretas que não agregam valor em que é consumido hora/homem desnecessários. Foi inserido um dispositivo para que as peças após cortadas caírem diretamente dentro de uma caixa para ser transportada para a próxima operação, resultando em uma melhoria onde o operador não realize mais essa operação de movimentação da peça da máquina para a caixa de armazenamento, assim podendo operar a serra manual sem se preocupar com a serra automática.

Após a implantação da melhoria a eficiência real desta máquina aumentou sua produtividade, gerando a produção de mais peças no dia, ocasionando agora estoque em processo

intermediário, gerando problema agora identificado como um gargalo a próxima operação de produção: a de usinagem da peça no torno.

Antes



Depois



Figura 8 – Máquina de corte – Serra-Fita – antes e depois da melhoria

4.3.3 Melhoria na redução de matéria-prima

Shingo (1996) afirma que perdas no Processamento, que é a mudança física no material, devem ser eliminadas.

Diante dessa lógica, após estudo e implantação da melhoria do processo de corte de peças na máquina serra-fita, foi gerado peças no estoque em processo intermediário, onde o processamento base do setor é a usinagem de peças, e que agora com o estoque em processo ficou evidente que era necessário realizar um plano de ação para melhorar o desempenho desses tornos.

Após observação nas máquinas foi observado que houve muita perda de sobre metal após a usinagem, sendo analisado através de amostragem que a média após processamento de usinagem da peça, a retirada de material corresponde 0,5 kg por peça, onde causou questionamento se realmente todo esse volume era necessário para a produção deste item.

Entrou-se em contato com o fornecedor da matéria-prima, solicitando a possibilidade da melhoria em seu processo de fabricação, reduzindo sua matriz para a obtenção de um produto mais perto do produto final usinado.

O mesmo revisou seu processo e afirmou que seria possível essa melhoria onde foi alterada a matriz e produzido um lote piloto de 10 peças e que o mesmo garantiu que essa amostra corresponderia às características finais para as demais peças a serem nos disponibilizadas.

Foi encaminhado pelo pesquisador ao fornecedor o desenho técnico sugerido com os novos dimensionais conforme Figura 8, e em seguida foi realizado a avaliação do fornecedor onde segue abaixo seus comentários:

Segundo informações repassadas pelo Coordenador de Processos do fornecedor: “Com relação a frete ficará por conta do cliente, pois já estaremos fornecendo as peças. Outra questão que trata do tamanho da amostra posso lhe garantir repetibilidade das mesmas, independente do tamanho do lote, claro que seguindo as normas de tolerâncias que deve ser de conhecimento do cliente.”

Dentro dessa lógica, foram produzidas as peças desse lote piloto, em seguida acompanhado pela Engenharia de Processos que realizou a tomada de todos os dimensionais necessários. A Tabela 2 mostra o resultado antes da melhoria da peça. Com a peça remodelada, depois da

melhoria realizada pelo fornecedor os dados resultantes são representados na Tabela 3, para se analisar se o novo dimensional iria corresponder às dimensões necessárias para se obter um resultado final esperado,

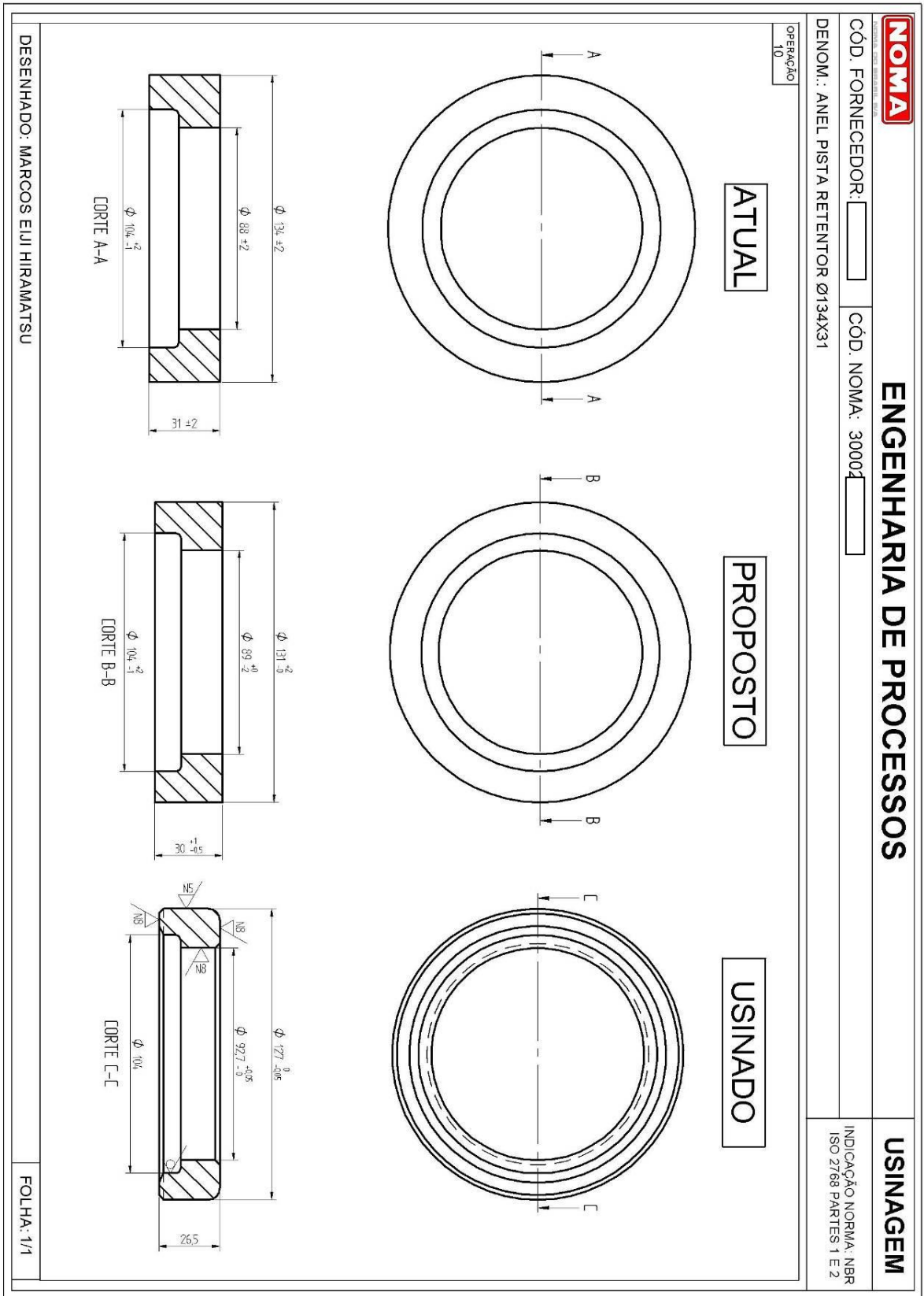


Figura 9 – Desenho técnico da proposta da nova matéria-prima.

Amostragem de peças antes da melhoria

Tabela 2 - A amostragem das peças antes da melhoria

PEÇAS	Ø EXTERNO	Ø MENOR	Ø MAIOR	LARGURA	PESO
1	134,22	86,70	104,62	31,94	1541,20
	134,03	86,69	104,57	31,49	
	133,81	86,57	104,36	31,32	
2	134,79	86,92	104,03	31,69	1533,10
	134,70	86,55	103,82	31,65	
	134,58	86,51	103,45	31,01	
3	133,97	87,32	104,48	34,59	1546,40
	133,86	86,96	104,38	31,58	
	133,51	86,88	104,01	31,23	
4	134,05	87,20	104,30	32,10	1575,70
	134,01	86,80	104,01	31,99	
	133,58	86,59	103,93	31,20	
5	134,32	87,15	104,66	32,33	1525,10
	133,88	87,02	104,48	32,20	
	133,38	86,93	104,39	31,90	
6	134,42	87,27	104,79	31,82	1530,70
	134,15	86,79	104,45	31,77	
	133,77	86,70	104,07	31,73	
7	134,21	87,18	104,57	31,71	1551,00
	134,06	86,92	104,41	31,44	
	133,23	86,85	104,40	31,20	
8	134,38	87,46	104,67	33,14	1565,50
	134,07	87,20	104,17	31,97	
	133,98	87,04	104,02	31,91	
9	133,30	87,29	104,10	31,91	1537,70
	133,08	87,27	103,74	31,81	
	132,96	86,29	103,70	31,62	
10	134,40	87,33	104,26	31,91	1580,90
	133,08	87,29	104,10	31,87	
	132,96	87,27	103,70	31,62	
11	134,40	87,43	104,26	32,07	1585,80
	133,99	87,33	104,15	31,87	
	133,86	87,15	103,82	31,81	
12	134,25	87,01	104,44	32,01	1542,80
	133,86	86,86	104,37	31,73	
	133,47	86,82	104,35	31,67	
13	135,22	87,07	104,29	32,19	1545,50
	134,78	86,90	104,18	31,70	
	134,01	86,84	103,93	31,32	
MÉDIA MAIOR	134,32	87,16	104,42	32,27	
MÉDIA MÉDIA	134,03	86,97	104,21	31,76	1548,39
MÉDIA MENOR	133,65	86,80	104,01	31,49	

Amostragem peças depois da melhoria – lote piloto

Tabela 3 - A amostragem das peças após a melhoria

PEÇA	Ø EXTERNO	Ø MENOR	Ø MAIOR	LARGURA	PESO
1	133,02	88,69	107,7	30,62	1454,1
	131,47	88,2	103,56	30,23	
	131,41	86,82	103,4	30,13	
	132,95	88,37	104,61	30,65	
2	131,71	86,68	103,21	30,13	1459,5
	131,66	86,57	102,91	29,91	
	133,37	88,43	104,92	30,88	
3	131,92	86,64	103,87	30,22	1464,1
	131,81	86,5	103,64	29,88	
	132,84	88,59	104,92	30,6	
4	131,58	86,89	103,47	30,15	1441,2
	131,28	86,78	103,47	29,73	
	133,45	88,7	103,66	30,45	
5	131,95	86,93	103,65	29,89	1441,8
	131,54	86,75	103,58	29,54	
	132,9	89,19	104,72	30,57	
6	131,71	86,75	103,26	30,11	1437,3
	131,24	86,66	103,2	29,61	
	133,44	88,73	104,58	30,28	
7	132,07	86,78	103,44	30,18	1448,7
	131,97	86,59	103,17	29,5	
	132,78	88,36	104,5	30,91	
8	132,32	86,74	103,6	30,42	1439,5
	131,52	86,32	103,33	29,77	
	132,56	88,23	104,62	30,7	
9	132,32	86,88	103,44	29,78	1438,3
	131,52	86,58	103,34	29,74	
	132,98	88,72	104,76	30,86	
10	131,84	86,68	103,86	30,67	1444,7
	131,67	86,12	103,62	29,9	
MEDIA MAIOR	133,03	88,60	104,90	30,65	
MÉDIA MÉDIA	131,89	86,92	103,54	30,18	1446,92
MÉDIA MENOR	131,56	86,57	103,37	29,77	

Consumo de pastilhas – TNMA – facear e usinar \varnothing externo.

Foram utilizados os mesmos parâmetros de usinagem para os dois casos. As outras duas operações (usinagem interna e faceamento com o bedame) não surtiram efeito, pois as alterações foram realizadas substancialmente somente na face externa da peça.

CONSUMO DE INSERTOS ANTES MELHORIA						
OP	Descrição da operação	Tag	Máquina	Data	Operador	
10	FACEAR E USINAR \varnothing EXTERNO	800940	TORNO INDEX MC400	19/1/2009	ODIRLEI	
Dados do Inserto						
Fabricante:	Kennametal					
Descrição:	TNMA 160412 KC9325					
Código:	9303210					
Qt Arestas:	6					
Dados de Corte				Refrigeração	Resultado (média)	
Vc	400	Qp	1	Nada	Pçs / Aresta	43
N	1500			Ar Comprimido		
Fn	0,2 / 0,1			X Solúvel		

Quadro 2 – Consumo de insertos antes da melhoria.

CONSUMO DE INSERTOS APÓS MELHORIA						
OP	Descrição da operação	Tag	Maquina	Data	Operador	
10	FACEAR E USINAR \varnothing EXTERNO	800940	TORNO INDEX MC400	15/06/2009	ROBERTO	
Dados do Inserto						
Fabricante:	Kennametal					
Descrição:	TNMA 160412 KC9325					
Código:	9303210					
Qt Arestas:	6					
Dados de Corte				Refrigeração	Resultado (média)	
Vc	400	Qp	1	Nada	Pçs / Aresta	70
N	1500			Ar Comprimido		
Fn	0,2 / 0,1			X Solúvel		

Quadro 3 – Consumo de insertos após melhoria.

Valor médio = R\$ 25,74 por inserto.

Consumo de Pastilhas antes melhoria = $(2000/43 \times 6) = 7,75 \sim 8$ insertos/mês

Consumo de Pastilhas após melhoria = $(2000/70 \times 6) = 4,76 \sim 5$ insertos/mês

Diferença de três insertos por mês = $3 \times R\$ 76,2/\text{mês} = \sim R\$ 914,4/\text{ano}$

5.1.4 Usinagem da peça – lote piloto.



Figura 10 – Peças antes de receberem usinagem



Figura 11 – Peças depois que receberam usinagem.

5.1.5 Análise pós melhoria

Após análise apurada das amostras do lote piloto e comparada com o modelo anterior, observa-se que a redução da matéria-prima proposta surtiu um efeito positivo, diminuindo seu dimensional e conseqüentemente seu peso bruto médio em 100 gramas.

100g pontualmente têm-se a visão de ser uma melhoria insignificante, no entanto, se analisado através do montante produzido médio mensal de 2000 peças, temos 200kg sendo consumido a menos por mês, dividido por 1,45kg por peça estaremos reduzindo aproximadamente 137 peças ao mês. R\$ 8,39 é o custo unitário com IPI⁴, sem acréscimo de custos indiretos como transporte (onde o frete fica por conta do cliente) e o custo do mesmo varia de acordo com a tara do volume movimentado, custo de estocagem entre outros.

Se for considerado em termos de unidade estaríamos reduzindo em média R\$1150,00 mensais (137 peças) e ao ano R\$13800,00, agora se for considerado por massa, o Kilograma teria o custo de R\$5,41, o valor da peça antiga R\$8,39 e a peça remodelada teríamos o custo de R\$7,84 aproximadamente, resultando em uma diferença de R\$0,55, simulando em uma média de 2000 peças resultaria em uma redução na ordem de R\$1100,00 mensais.

A redução de sobre-metal aumentou a vida útil de cada pastilha utilizada na operação facear externo, passando de 43 para 70 peças aproximadamente, e com isso ganhando, em uma média para 2000 peças/mês o número de 3 pastilhas, perfazendo uma economia mensal média de R\$50,22 e ao ano R\$600,00.

No período de Janeiro 2008 a Abril 2009 possui o volume médio de 2000 peças por mês, onde neste mesmo período se observa que possui pico de consumo a 3000 peças em um mês e um mínimo de 1000 peças.

Apesar de possuir algumas características peculiares em sistemas de fundição, como o ângulo de extração, a peça tem como resultado um formato cônico, possuindo limites inferiores e superiores, além da tolerância do tamanho exigido.

⁴ IPI – Imposto sobre Produto Industrializado.

Para se chegar a um produto que não falte sobre-metal e conseqüentemente a qualidade final exigida de uma peça homogênea e dentro dos parâmetros da Engenharia de Produto, o dimensional proposto garante o resultado desejado.

4.4 Avaliação Final da Introdução de Práticas de Produção Enxuta

Após os resultados gerados através das melhorias apontados no presente trabalho, pode-se concluir que de uma forma integrada entre revisão da literatura e aplicação direta no processo produtivo resultaram:

- Através de análise do fluxo de produção através do sistema MRP da empresa, pode-se constatar que variadas peças possuíam em seu roteiro de produção uma operação inexistente, gerando custo desnecessário ao valor do produto, logo de acordo com a filosofia do sistema estudado este custo desnecessário reduziria a margem de lucro, fato que é demonstrado por Shingo (1996) através da equação: preço de venda – custo = lucro;
- Eliminação de perdas por espera – foi verificado através do fluxo de produção em que a máquina serra-fita possuía problemas de operação, resultando em gargalo para o próximo processamento que é a usinagem de peças, logo através de levantamentos e estudos tendo como base a observação direta do equipamento pode-se adaptar dispositivos para que realmente a função da máquina de cortar peças automaticamente desempenhasse seu procedimento efetivo. Logo, de acordo com Shingo (1996) um dos sete desperdícios revisados na literatura que é a espera fosse sanado.
- A maioria das peças produzidas no setor recebem a última operação que é a usinagem, onde ficou evidente que após a melhoria da serra-fita muitas peças agora permanecem estocadas à espera de liberação de torno para serem processadas. Com isto foi realizado o estudo de redução de sobre-metal em uma das peças que são produzidas nos tornos, em que se chegou a um resultado positivo, onde além de reduzir tempo de operação, foi reduzido também o consumo de insertos, além da redução de resíduos (cavacos) gerando menos sucata. Sendo evidenciado sobre a ótica de Shingo (1996) onde aponta que através de melhorias nos métodos de fabricação do ponto de vista da Engenharia de Produção me que revela que uma das fases que é o de processamento atingisse o resultado esperado.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho é o resultado de uma revisão bibliográfica sobre o Sistema de Manufatura Enxuta, onde proporcionou conhecimento e entendimento das ferramentas que viabilizaram a aplicação prática dessa filosofia e ferramentas em um setor de usinagem de peças.

As melhorias propostas e aplicadas são conseqüências de um trabalho em grupo que envolveu o pesquisador e funcionários direta ou indiretamente ligados ao setor estudado.

Em um primeiro momento pode-se observar que o referido setor possuía inúmeras dificuldades e oportunidades de melhorias a serem realizadas, onde desperdícios de operações eram evidentes, logo com a implantação de técnicas e ferramentas da Manufatura Enxuta, esses pontos a serem melhorados tornaram a chave principal para o reconhecimento que de fato esse sistema de produção é eficaz.

Os eventos *Kaizen* são contínuos, ou seja, até o momento em que se falar em produção melhorias sempre serão apontadas e executadas, do início do processo até ao produto acabado. Baseado nessa lógica esta pesquisa apontou de forma consistente, melhorias de fluxo de processos consideráveis, dentro dessas melhorias que foram geradas através da análise do fluxo produtivo encontram-se: Redução de uma operação em diversas peças produzidas no setor, sendo apontadas indevidamente no roteiro de produção. Implantação de dispositivo em máquina liberando operador de serra em cerca de 9,37% em um turno de 8 horas de trabalho diário para outras atividades. Redução do dimensional de matéria-prima, reduzindo tempo de operação da peça e consumo de equipamentos.

Tendo em vista da premissa básica do Sistema de Manufatura Enxuta, muitos tipos de desperdícios (apontamento de horas de custo de produção desnecessário, por espera e melhorias nos processamentos) desnecessários foram detectadas e efetivamente sanadas.

5.1 Limitações

A utilização da Folha de Apontamento sugerida no início desse projeto atualmente está sendo preenchido pelos funcionários do setor, no entanto, devido à rotatividade (*turn-over*) de funcionários achou-se necessário não aplicar ao projeto, pois a análise dos dados tornaram-se inviáveis de serem mensurados.

Foram observados e planejados melhorias no decorrer desta pesquisa, no entanto, devido ao curto período do projeto, não foi possível evidenciá-las devido o planejamento do setor de montagem de gabaritos da empresa possuir outras prioridades para a fabricação de dispositivos para a empresa.

5.2 Trabalhos Futuros

De acordo com o Sistema de Manufatura Enxuta, a melhoria contínua estará sendo analisada e implementada, logo são recomendados os seguintes itens:

- Elaborar e implantar o Mapa de Fluxo de Valor, para verificação mais precisa de todos os pontos de melhorias detectados e eliminados da cadeia de produção do setor;
- Revisar dimensionamento do número de peças do *Kanban* que são solicitadas para produção, com o objetivo de reduzir o estoque em processo e melhorar o balanceamento da linha de produção;
- Realizar o estudo de rearranjo de matéria-prima em seu locais de armazenagem (*cantilevers*) do setor, minimizando distância entre matéria-prima e máquina reduzindo tempo de movimentação;
- Dar continuidade ao estudo de redução de sobre-metal nas demais peças de ferro fundido que são processadas no setor, onde serão levantadas todas as peças com a mesma característica da peça deste trabalho, esperando o mesmo bom resultado.
- Criar “Agentes Enxutos”, onde serão treinados funcionários do setor que serão os facilitadores para manterem o projeto implantado.
- Expandir as técnicas e ferramentas da Manufatura Enxuta nos demais setores da empresa, visto que esse sistema de produção no setor estudado demonstrou-se eficaz, sendo então o projeto piloto para essa ação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONTADOR, J. C. **Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

FORNO, A. J., TUBINO D. F., ANDRADE G. O. P. **Benchmarking Enxuto e Mapeamento do Fluxo de Valor como estratégia para eliminar desperdícios: Estudo de Caso em Indústria Têxtil**. IV Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende, RJ, 2007.

GAITHER, N; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

IMAI, M. **Gemba-kaizen: estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica**. São Paulo: IMAM, 1996.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: 01 Set. 2009.

LUZ, A. A. C.; BUIAR, D. R. **Mapeamento do Fluxo de Valor – Uma ferramenta do Sistema de Produção Enxuta**. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, SC, 2004.

MACHADO, L. R.; HEINECK, L. F. **Modelos de produção enxuta destinados à viabilização de vantagens competitivas**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR73_0443.pdf>. Acesso em: 25 Out. 2009.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da produção – 2 ed. Ver., aum. e atual –** São Paulo: Saraiva, 2006.

OHNO, T. **O sistema de Produção: além da produção em larga escala – tradução Cristina Schumacher**. Porto Alegre: Artes médicas, 1997.

PEINADO, J., GRAEML, R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: mapeando fluxo de valor para agregar Valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

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

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Artes médicas, 1997.

TUBINO, D. F. **Sistemas de produção: A produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T. e ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus Ltda., 1992.

**Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874**