

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

**UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM  
UMA EMPRESA METALÚRGICA**

*Marco Rodrigo Ribeiro Sabin*

**TCC-EP-43-2009**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

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

**UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM  
UMA EMPRESA METALÚRGICA**

*Marco Rodrigo Ribeiro Sabin*

**TCC-EP-43-2009**

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

Orientador: *Prof.<sup>a</sup> Dra. Márcia Marcondes Altimari Samed*

**Maringá - Paraná  
2009**

**Marco Rodrigo Ribeiro Sabin**

**UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA  
EMPRESA METALÚRGICA**

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.<sup>a</sup> Dra. Márcia Marcondes Altimari Samed*  
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

---

*Prof. Edwin Vladimir C. Galdamez*  
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

Maringá, novembro de 2009.

## RESUMO

O presente trabalho propõe a aplicação de uma ferramenta do sistema de Produção Enxuta denominada Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) em uma metalúrgica. Também são descritos os conceitos de Produção Enxuta, algumas de suas ferramentas e estudos de caso. O MFV é uma ferramenta essencial para “enxergar” o sistema e para tomar decisões com maior facilidade, além de fornecer uma linguagem comum. Essa ferramenta forma a base para um plano de implementação, identificando a relação entre o fluxo de material e o fluxo de informação. Outro objetivo do MFV aplicado ao trabalho, foi à integração de ferramentas e técnicas enxutas que proporcionaram a redução do *lead time* e dos custos de produção. Na proposta de implantação do MFV que se apresenta no trabalho, mostra-se os problemas que existem no estado atual e as propostas de melhorias com a utilização do MFV para um estado futuro. Na proposta do Mapeamento do Fluxo de Valor futuro indicou-se resultados como a redução do *lead time*, do tempo de ciclo do produto e do gargalo, e também o balanceamento do processo produtivo e mudança no *layout* da empresa. Se implementado a proposta do MFV na empresa, terá uma redução dos custos, maior eficiência da produção e maior qualidade de seus produtos. Sendo assim, o MFV tornou-se uma ótima ferramenta para a empresa atingir seus objetivos.

**Palavras-chave:** Produção Enxuta; Mapeamento do Fluxo de Valor; Indústria Metalúrgica.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS E QUADROS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 <i>Objetivo geral</i> .....	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 PRODUÇÃO ENXUTA.....	4
2.1.1 <i>Ferramentas da produção enxuta</i> .....	6
2.1.1.1 Mapeamento do fluxo de valor.....	6
2.1.1.2 Mapeamento das atividades do Processo e Matriz Resposta da Cadeia de Suprimentos.....	6
2.1.1.3 <i>Layout</i> enxuto.....	7
2.1.1.4 Limpeza e organização (5S).....	8
2.1.1.5 Sistema <i>Kanban</i> .....	9
2.1.1.6 Manutenção Produtiva Total.....	9
2.1.1.7 Cinco elementos da manufatura enxuta.....	10
2.2 CONCEITO DE MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	10
2.2.1 <i>Passos para o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)</i> .....	14
2.3 ESTUDOS DE CASO EM ÁREAS CORRELATAS.....	16
2.3.1 <i>Estudo de caso: Empresa de Manufatura</i> .....	16
2.3.2 <i>Estudo de caso: Fundição</i> .....	20
<b>3 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>23</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	23
3.2 ANÁLISE DO ESTADO ATUAL.....	28
3.3 PROPOSTAS DE MELHORIAS NA PRODUÇÃO.....	30
3.4 PROPOSTA PARA O ESTADO FUTURO.....	31
3.5 DISCUSSÕES.....	33
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - FLUXO DE INFORMAÇÃO E DE MATERIAL.....	11
FIGURA 2 - SÍMBOLOS UTILIZADOS NO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	13
FIGURA 3 - EXEMPLO DE UM MAPA DO FLUXO DE VALOR.....	14
FIGURA 4 - ETAPAS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR .....	15
FIGURA 5 - MAPA DO ESTADO ATUAL.....	18
FIGURA 6 - MAPA DO ESTADO FUTURO.....	19
FIGURA 7 - MAPA DO FLUXO DE VALOR ATUAL .....	21
FIGURA 8 - MAPA DO FLUXO DE VALOR FUTURO.....	21
FIGURA 9 - MESA DE MASSAGEM DE 70 CM.....	24
FIGURA 10 - FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO DA MESA DE MASSAGEM 70 CM.....	26
FIGURA 11 - MAPA DO FLUXO DE VALOR ATUAL.....	30
FIGURA 12 - MAPA DO FLUXO DE VALOR FUTURO.....	32

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

QUADRO 1 - LEGENDA DA FIGURA 6.....	19
TABELA 1: TEMPOS DE PRODUÇÃO PARA OS COMPONENTES METÁLICOS.....	27
TABELA 2: TEMPOS DE PRODUÇÃO PARA O CORPO E OS PÉS.....	27
TABELA 3: TEMPOS DE PRODUÇÃO PARA OUTROS COMPONENTES.....	28
TABELA 4: TEMPO TOTAL DE PRODUÇÃO DA MESA DE MASSAGEM 70 CM.....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
C/O	<i>Change Over</i>
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
MPT	Manutenção Produtiva Total
PCP	Planejamento e Controle da Produção
TC	Tempo de Ciclo
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

# 1 INTRODUÇÃO

O mapeamento é uma ferramenta de comunicação, planejamento e gerenciamento de mudanças, que direciona as tomadas de decisões das empresas em relação ao fluxo, possibilitando ganhos em indicadores de desempenho interessantes.

Essa é uma ferramenta que utiliza papel e lápis e ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e de informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor (ROTHER e SHOOK, 1998). A idéia central consiste em seguir a trilha da produção de um produto, desde o fornecedor até o consumidor e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Feito isso, devem-se formular questões-chave e desenhar um novo mapa do fluxo de valor do produto.

Este trabalho apresenta a aplicação de uma ferramenta da produção enxuta em uma indústria metalúrgica de pequeno porte. Esta ferramenta é o mapeamento do fluxo de valor, que possibilita a identificação de atividades que agregam valor, bem como evidencia as perdas do processo de produção, as quais servem de base para o estabelecimento de melhorias de qualidade e produtividade.

## 1.1 Justificativa

A empresa em estudo apresentava problemas no processo produtivo, como a falta de organização em seu *layout*; designação das tarefas aos funcionários e padronização das mesmas. Logo, com o mapeamento do fluxo de valor a empresa poderá encontrar soluções para esses problemas e melhorarias em outros pontos, como: facilitar a tomada de decisões sobre o fluxo; ajudar a identificar os desperdícios e suas fontes e mostra qual o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

Escolheu-se esta ferramenta, pois:

- é essencial para as empresas enxergarem o seu fluxo de valor e tomarem decisões coerentes para sustentar o processo de melhoria contínua;

- tem grandes vantagens para empresas com produção em geral, mapeando todo o processo produtivo, desde o fornecedor até o consumidor final;
- pode ser aplicada em empresas do ramo de produção e com isso melhorar índices, aumentar a competitividade, lucros e melhorar a imagem da empresa.

## **1.2 Definição e Delimitação do Problema**

A empresa em estudo apresentava dificuldades em manter um equilíbrio no processo produtivo, estando com dificuldade de encontrar pessoas qualificadas, para completar o quadro de funcionários e substituir os não produtivos. Seus recursos financeiros estavam escassos, tendo que trabalhar sem capital de giro.

Sua produção era lenta, devido à falta de documentações no processo produtivo (fluxogramas, cronogramas, etc.) e seu *layout*. Seu maquinário atendia sua demanda atual, porém alguns estavam obsoletos.

A empresa apresentava dificuldades de entregar seus produtos no prazo estipulado, e com isso perder sua credibilidade junto aos clientes. Logo, um de seus principais objetivos era de conseguir melhorar seu processo produtivo a fim de antecipar suas entregas junto aos clientes e com qualidade, que é seu foco. A empresa estava tendo que dispensar alguns serviços devido a esse problema.

## **1.3 Objetivos**

Neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) busca-se readequar os processos produtivos de forma a melhorar sua eficiência produtiva. Com base nesses requisitos foram estabelecidos os objetivos descritos abaixo.

### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste projeto é utilizar o mapeamento do fluxo de valor para readequar uma empresa metalúrgica, da cidade de Maringá, de forma a produzir mais, com maior eficiência produtiva visando melhorar seu faturamento.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Realizar um mapeamento do fluxo de valor atual para identificar os gargalos do processo produtivo e as causas de desperdícios, sejam elas de matéria-prima, de produto em processo, de tempo, de mão-de-obra, de capital investido, devido ao *layout*, entre outros.
- Elaborar um mapeamento do fluxo de valor futuro, visando minimizar ou até mesmo eliminar o(s) desperdício(s) identificado(s).
- Verificar de que forma a proposta do fluxo de valor futuro pode interferir na redução de custos, na melhoria da produtividade, no *layout* produtivo.

### **1.4 Estrutura do Trabalho**

No Capítulo 1 apresentou-se a justificativa e os objetivos deste trabalho.

No Capítulo 2 serão apresentados os conceitos literários e estudos de caso.

No Capítulo 3 serão apresentadas a metodologia e a caracterização do produto.

Por fim, serão apresentadas as referências bibliográficas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Produção Enxuta

A Produção Enxuta reúne o melhor da produção artesanal e da produção em massa: a capacidade de reduzir custos unitários e aumentar tremendamente a qualidade, ao mesmo tempo oferecendo uma variedade crescente de produtos e um trabalho cada vez mais estimulante (WOMACK, JONES e ROOS, 2004).

Percorrendo os elementos da Produção Enxuta na fábrica, no desenvolvimento de produtos, no sistema de suprimentos, na rede de vendas e manutenção e na hipotética empresa enxuta multirregional. Conclui-se que a Produção Enxuta é uma maneira superior de o ser humano produzir bens. Ela propicia melhores produtos, numa maior variedade, e a um custo inferior. Igualmente importante, ela propicia um trabalho mais desafiador e gratificante para empregados em todos os níveis, da fábrica à alta administração (WOMACK, JONES e ROOS, 2004).

A Produção Enxuta parte do princípio que existem sete tipos de desperdícios dentro da empresa os quais devem ser atacados e eliminados. Estes desperdícios segundo Giansesi e Corrêa (1996), são desperdícios de: superprodução; material esperando no processo; transporte; processamento; movimentação nas operações; produzir produtos defeituosos e estoque.

O desperdício de superprodução provém, em geral, de problemas e restrições do processo produtivo, tais como altos tempos de preparação de equipamentos, induzindo à produção de grandes lotes; incerteza da ocorrência de problemas de qualidade e confiabilidade de equipamentos, levando a produzir mais do que o necessário; falta de coordenação entre as necessidades (demanda) e a produção, em termos de quantidades e momentos; grandes distâncias a percorrer com o material, em função de um arranjo físico inadequado, levando à formação de lotes para movimentação, entre outros. Desse modo, a filosofia Enxuta sugere que se produza somente o que é necessário no momento e, para isso, que se reduzam os tempos de *set up*, que se sincronize a produção com a demanda, que se compacte o *layout* da fábrica, e assim por diante (GIANESI e CORRÊA, 2000).

O desperdício de material esperando no processo resulta na formação de filas, que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos. A sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento das linhas de produção contribuem para a eliminação deste tipo de desperdício (GIANESI e CORRÊA, 2000).

O desperdício de transporte e movimentação, encaradas como desperdícios de tempo e recursos, devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, através da elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas. Além disso, custos de transporte podem ser reduzidos se o material for entregue no local de uso (GIANESI e CORRÊA, 2000).

O desperdício de processamento torna-se importante a aplicação das metodologias de engenharia e análise de valor, que consistem na simplificação ou redução do número de componentes ou operações necessários para produzir determinado produto. Qualquer elemento que adicione custo e não valor ao produto é candidato a investigação e eliminação (GIANESI e CORRÊA, 2000).

O desperdício de movimentação nas operações justifica-se a importância das técnicas de estudo de tempos e métodos, pois a Produção Enxuta é um enfoque essencialmente de "baixa tecnologia", apoiando-se em soluções simples e de baixo custo, ao invés de grandes investimentos em automação. Ainda que se decida pela automação, devem-se aprimorar os movimentos para, somente então, mecanizar e automatizar. Caso contrário corre-se o risco de automatizar o desperdício (GIANESI e CORRÊA, 2000).

O desperdício de produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros (GIANESI e CORRÊA, 2000).

Os desperdícios de estoque significam desperdícios de investimento e espaço. A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter estoques. Eliminando-se todos os outros desperdícios, reduzem-se, por consequência, os desperdícios de estoque. Isto pode ser feito reduzindo-se os tempos de preparação de máquinas e os *lead times* de produção, sincronizando-se os fluxos de trabalho,

reduzindo-se as flutuações de demanda, tornando as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade dos processos (GIANESI e CORRÊA, 2000).

As metas colocadas pela produção Enxuta em relação aos vários problemas de produção são: zero defeito; tempo zero de preparação (*set up*); estoque zero; movimentação zero; quebra zero; *lead time* zero; lote unitário (uma peça).

### **2.1.1 Ferramentas da produção enxuta**

Para eliminação dos desperdícios e alcance das metas estabelecidas, a Produção Enxuta utiliza um conjunto de técnicas e ferramentas. Algumas dessas são: *Value Stream Mapping* - O Mapeamento do Fluxo de Valor; Mapeamento das atividades do Processo e Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos; *Layout* Enxuto; Limpeza e organização (5S); Sistema *Kanban* no processo produtivo; Manutenção produtiva total; Cinco elementos da manufatura enxuta.

#### **2.1.1.1 Mapeamento do fluxo de valor**

Essa é a ferramenta mais importante para a Produção Enxuta porque percorre o caminho de todo o processo de transformação material e informação do produto (LUZ e BUIAR, 2004).

#### **2.1.1.2 Mapeamento das atividades do Processo e Matriz Resposta da Cadeia de Suprimentos**

Mapeamento de atividades do processo (*Process activity mapping*): Usualmente esta ferramenta é utilizada para identificar *lead time* e oportunidades de produtividade para os fluxos de produto e informação, não somente na fábrica, mas em outras áreas da cadeia de suprimentos (HINES e TAYLOR, 2000).

Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos (*Supply chain response matrix*): Esta é uma técnica de mapeamento usada para avaliar os inventários e *lead times* incorridos na cadeia de suprimentos, mantendo um nível de serviço ao cliente. É usada para identificar grandes setores de tempo e inventário. Esta permite ao administrador avaliar a necessidade de estoque dentro do contexto de *lead time* de reabastecimento. O objetivo deste mapeamento é melhorar

ou manter o nível de serviço da cadeia de suprimentos a um baixo custo (HINES e TAYLOR, 2000).

### **2.1.1.3 *Layout enxuto***

Segundo Moreira (2001 *apud* Rentes *et al*, 2002) os motivos que tornam importantes as decisões sobre arranjo físico são porque: eles afetam a capacidade de instalação e a produtividade das operações, portanto uma mudança adequada no tipo de arranjo físico pode aumentar a produção com a utilização dos mesmos recursos utilizados anteriormente; as mudanças implicam no dispêndio de consideráveis somas de dinheiro.

De acordo com Slack *et al* (2002), o *layout* da fábrica deve permitir que os postos de trabalho fiquem próximos uns dos outros para evitar a geração de estoques entre eles, além de garantir que os estágios de produção fiquem visíveis para tornar o fluxo transparente a todas as partes da linha de produção e proporcionar a fácil movimentação dos funcionários e materiais.

O *layout* do setor produtivo é responsável por grande parte dos desperdícios identificados pela filosofia da Produção Enxuta. Os tipos de desperdícios diretamente relacionados à disposição dos meios de produção são: o transporte, a movimentação nas operações e os estoques. Existem quatro tipos de *layout*: *layout* posicional, *layout* por processo, *layout* por produto e *layout* celular. Segue uma explicação de cada tipo de *layout* segundo Slack *et al*. (2002):

Segundo Slack *et al*. (2002) o *layout* posicional é utilizado quando os materiais transformados são ou muito grandes, ou muito delicados, ou objetariam ser movidos. O *layout* por processo, também conhecido como *layout* funcional, tem um arranjo físico onde todos os recursos similares de operação são mantidos juntos, e é normalmente usado quando a variedade de produtos é relativamente grande. No *layout* celular, os recursos necessários para uma classe particular de produtos são agrupados de alguma forma, e as máquinas são dedicadas a um grupo exclusivo de peças. No *layout* por produto, os recursos de transformação estão configurados na seqüência específica para melhor conveniência do produto ou do tipo de produto. Este tipo de arranjo físico é também conhecido como *layout* em linha.

O *layout* celular é o que mais impacta na redução dos desperdícios sob a óptica da filosofia da Produção Enxuta.

Menezes (2003) afirma que a melhor maneira de projetar o espaço físico de uma célula é organizar as máquinas, equipamentos e material necessários como se somente um operador fabricasse o produto do início ao fim. Afirma também que essa prática permite projetar um processo que evita as ilhas isoladas de atividades, minimiza a acumulação de estoques intermediários, elimina caminhadas excessivas, remove obstáculos e aproxima as etapas de criação de valor uma às outras.

Silva *et al* (2002) cita algumas vantagens do *layout* celular: facilita o retrabalho (itens defeituosos); a ausência de corredores implica na eliminação de veículos e pessoas que não estão sendo aproveitadas nas atividades produtivas; facilita a movimentação de materiais e ferramentas, pois encurta a distância entre os postos de trabalho; fluxo contínuo no setor de montagem; elimina os problemas com o reposicionamento de algumas máquinas; diminui os custos unitários para altos volumes.

De acordo com Silva *et al* (2002), “as células de manufatura, em comparação aos *layouts* tradicionais, provocam o aumento de 10 a 20 % na produtividade da mão-de-obra direta”.

#### **2.1.1.4 Limpeza e organização (5S)**

A limpeza e organização do trabalho contribuem para um ambiente de trabalho apto para o gerenciamento visual de todo o processo, principalmente do controle de qualidade, e para a produção *lean* (ARAÚJO, 2004).

De acordo com Araújo (2004), os 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*) descrevem as práticas para a organização deste ambiente de trabalho.

Segundo Araújo (2004), o *Seiri* é a separação dos itens necessários dos desnecessários, onde os itens não utilizados com frequência devem ser retirados, pois atrapalham o trabalho rotineiro. O *Seiton* é a organização dos itens restantes, em que cada item deve ter o seu lugar, pois cada um deve estar em sua respectiva área de trabalho. O *Seiso* é a limpeza de toda a área de trabalho, onde nada deve estar fora do seu devido lugar ao final de cada turno. O *Seiketsu* é a padronização resultante dos três primeiros Ss relacionado à disciplina gerencial para institucionalizar as ações anteriores. O *Shitsuke* é a disciplina para que os demais Ss sejam mantidos. É necessário frisar a importância da manutenção do sistema.

### **2.1.1.5 Sistema Kanban**

O *Kanban* auxilia o sistema de produção puxada, pois o processo subsequente retira do processo precedente as peças e materiais necessários para sua utilização, bem como impede a produção e transportes excessivos e a fabricação de produtos defeituosos.

Slack *et al* (2002) define três tipos de *Kanbans*: O *Kanban* de movimentação ou transporte, o *Kanban* de produção e o *Kanban* do fornecedor.

Segundo Slack *et al* (2002), o *Kanban* de movimentação ou transporte é usado para especificar o lugar de onde o componente deve ser retirado e sua destinação. O *Kanban* de produção sinaliza o início de um processo para determinado item, especificando os materiais necessários, quantidades e outras informações relevantes para sua fabricação. O *Kanban* do fornecedor é utilizado para avisar ao fornecedor a necessidade de envio de material para determinado estágio da produção. É normalmente utilizado com fornecedores externos. O *Kanban* mais usado nos processos produtivos é o de produção e o de movimentação.

### **2.1.1.6 Manutenção Produtiva Total**

Slack *et al* (2002) define a Manutenção Produtiva Total (MPT) como sendo a “manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos”, na qual entende-se por manutenção produtiva a “gestão de manutenção que reconhece a importância de confiabilidade, manutenção e eficiência econômicas nos projetos de fábrica”.

De acordo com Menezes (2003) a MPT consiste num programa de manutenção que persiste em todo o ciclo de vida do equipamento e que envolve a participação de todos os empregados relacionados ao processo.

Para Slack *et al* (2002) a MPT visa estabelecer a boa prática de manutenção na produção por meio da perseguição das cinco metas da MPT: melhorar a eficácia dos equipamentos; realizar a manutenção autônoma; planejar a manutenção; treinar todo o pessoal em habilidades relevantes da manutenção; conseguir gerir os equipamentos logo o início.

Menezes (2003) afirma ainda que “no programa de MPT, algumas tarefas de manutenção, como por exemplo, limpeza e lubrificação das máquinas e procedimentos básicos de hidráulica, pneumática, elétrica e eletrônica, passam a ser assumidas pelos operadores”.

### **2.1.1.7 Cinco elementos da manufatura enxuta**

Os cinco elementos são: Fluxo na manufatura; Organização; Controle do Processo; Métricas e Logística. Estes elementos representam os vários requisitos necessários para suportar um sólido programa de manufatura enxuta. A seguir, tem-se uma breve descrição dos cinco processos que são: fluxo na manufatura, organização, métricas, controle do processo e logística (RENTES, 2004).

O fluxo na manufatura é o aspecto que objetiva mudanças físicas e nos padrões de *design* da disposição das peças no *layout* celular. A organização foca na identificação das funções das pessoas, treinamento e novas formas de realizar o trabalho, e comunicação. As métricas, são os aspectos visíveis, resultados baseados em medidas de performance, melhoria dos objetivos. O controle do processo é o aspecto dirigido ao monitoramento, controle e persegue caminhos para melhorar processo. E a logística é o aspecto que provê as regras para as operações e mecanismos para o planejamento e controle do fluxo de material (RENTES, 2004).

## **2.2 Conceito de Mapeamento do Fluxo de Valor**

O Fluxo de Valor é toda a ação, que agrega valor ou não, necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a sua transformação. Por exemplo, o fluxo de produção desde a matéria-prima até o consumidor final e o fluxo do projeto, da concepção até o seu lançamento (LUZ e BUIAR, 2004).

Moreira e Fernandes (2001) propuseram que o fluxo é a realização progressiva das tarefas ao longo da cadeia de valor, e na melhor das hipóteses, sem interrupções ou refugos (fluxo contínuo). Dentro da empresa, podem existir dois tipos de fluxo: (i) fluxo de projeto de produto (projetar), que abrange desde a concepção até o lançamento de um produto; (ii) fluxo de produção, que abrange o fluxo de material e de informações desde a matéria-prima até o consumidor (pedir e produzir).

Rentes *et al.* (2004) explicam que para mapear o fluxo de valor é preciso seguir a trilha da produção de uma família de produtos de porta a porta da planta, do consumidor ao fornecedor para então, desenhar o mapa do estado atual de seus fluxos de material e de informação. Em seguida, elaborar o mapa do estado futuro de como o seu valor deveria fluir, melhorando os fluxos atuais.

Para Prado (2006) o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) tem como benefícios a visão completa do processo, que ajuda na identificação dos desperdícios, além de fornecer uma percepção comum das atividades. É uma ferramenta de comunicação, planejamento e gerenciamento de mudanças, pois une o fluxo de informação ao fluxo de material (LUZ e BUIAR, 2004).

Mapear o Fluxo de Valor é percorrer o caminho de todo o processo de transformação de material e informação do produto. O mapeamento do fluxo completo abrange várias empresas e até outras unidades produtivas. Shook (1999) recomenda às empresas que iniciam o processo de implantação do *Lean Production* fazerem o mapeamento porta a porta.

O mapeamento é uma ferramenta essencial para enxergar o sistema. Shook (1999) aponta algumas vantagens, tais como: ajuda a visualizar mais do que os processos individuais; ajuda a identificar o desperdício e suas fontes; fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura; 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; é uma ferramenta qualitativa que descreve, em detalhes, qual é o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

Dentro de uma fábrica o fluxo de material é o mais visível, mas existe um outro, o de informação, que diz para cada processo o que fabricar. Estes dois fluxos estão muito interligados e o mapeamento deve contemplar ambos.

Considerando o fluxo de produção, conforme mostra Figura 1 o que normalmente nos vem à mente é o fluxo de material dentro da fábrica. Mas há outro fluxo – o de informação – que diz para cada processo o que fabricar ou fazer em seguida. Os fluxos de material e de informação devem ser mapeados juntos (ROTHER e SHOOK, 1998).



**Figura 1 - Fluxo de Informação e de Material**  
(Fonte: Rother e Shook, 1998)

Segundo Womack e Jones (2004) uma empresa que queira se transformar em enxuta deve selecionar famílias específicas de produtos (preferencialmente aquelas em o cliente julga ser de maior valor). Em seguida, para cada uma, fazer o seguinte: especificar o valor, identificar o fluxo de valor, fazer fluir este fluxo de valor, deixar que sua produção seja puxada ao invés de empurrada e buscar a perfeição.

Para identificar o fluxo de valor Rother e Shook (1998) propõem a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor, cujas principais vantagens são: ajuda a enxergar o fluxo inteiro, ao invés de processos individuais; ajuda a identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor; fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura; reúne conceitos e técnicas enxutas, o que ajuda a evitar a implementação das técnicas isoladamente; forma a base de um plano de implementação: os mapas do fluxo de valor tornam-se referência para a implementação enxuta; mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material; o mapa do fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa com a qual se descreve em detalhe como a unidade produtiva deveria operar para criar o fluxo. Números são bons para que se possa fazer comparações do antes e do depois. O mapeamento do fluxo de valor é bom para descrever o que é necessário fazer para chegar a esses números.

Rother e Shook (1998) esclarecem ainda que a questão básica para tornar-se enxuto não é apenas mapear. Mapear é somente uma técnica. Após analisar o mapeamento atual do fluxo de valor, o importante é implementar um novo fluxo que agregue valor. O mapeamento ajuda a enxergar o fluxo com a visão do estado ideal ou, pelo menos, melhorado.

Segundo Womack e Jones (2004), no momento de implementar o mapeamento do fluxo de valor é fundamental levar em consideração, além do fluxo de materiais na planta, o fluxo das informações que retornam do cliente (como previsões e pedidos). É crítico conectar este fluxo de informações que volta do cliente com o fluxo das ações transformadoras do fabricante sobre o produto, ações essas que são uma resposta à informação que chega à medida que o produto se move na direção do cliente.

Segundo Ohno (1997), a fim de reconhecer o desperdício, é preciso entender a sua natureza. O desperdício na produção pode ser dividido em sete categorias, a saber: superprodução, espera, transporte excessivo, inventário desnecessário, processos inadequados, movimentação desnecessária, e produtos defeituosos. O desperdício denominado superprodução consiste em produzir cedo demais ou excessivamente, resultando em um fluxo pobre de peças e

informações ou excesso de inventário. Espera significa longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informações, resultando em um fluxo pobre, bem como em *lead times* longos. Transporte excessivo – movimento excessivo de pessoas, informações e peças, resultando em consumo desnecessário de capital, tempo e energia; inventário desnecessário – armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos altos e baixa performance do serviço prestado ao cliente; processos inadequados – utilização de ferramentas erradas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma abordagem mais simples pode ser mais efetiva; movimentação desnecessária – desorganização do ambiente de trabalho, resultando em baixa performance dos aspectos ergonômicos e perdas freqüentes dos itens; produtos defeituosos – problemas freqüentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto ou baixa performance na entrega do produto.

Um mapeamento bem detalhado dos fluxos dentro da empresa utiliza símbolos padronizados, conforme mostra a Figura 2:



Figura 2 - Símbolos utilizados no mapeamento do fluxo de valor  
Fonte: Rentes (2000)

Na Figura 3, temos um exemplo de um mapa do fluxo de valor:

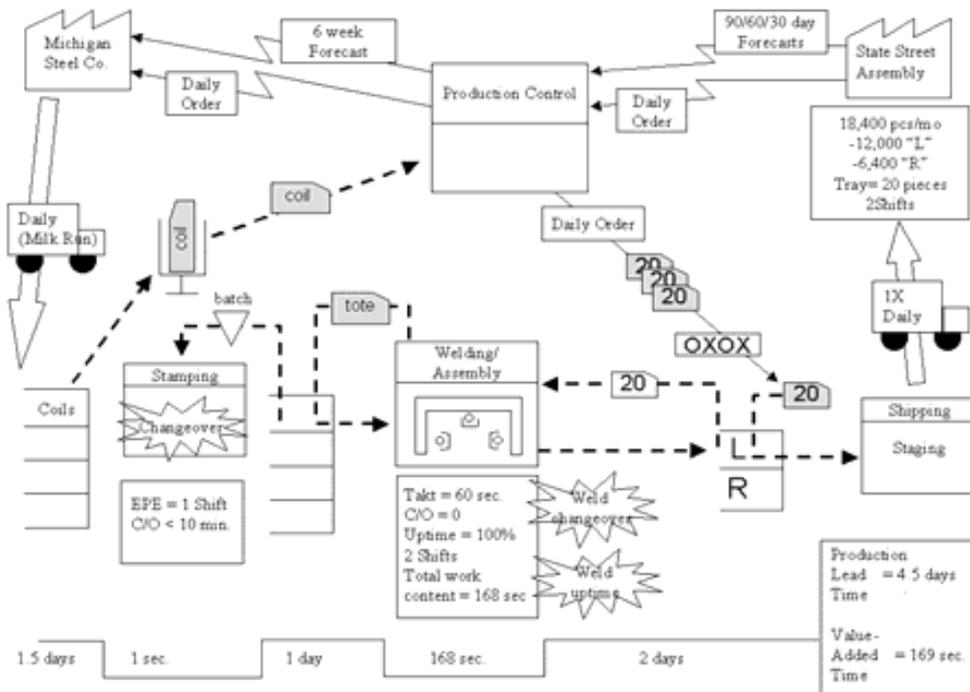


Figura 3 - Exemplo de um mapa do fluxo de valor  
Fonte: Rentes (2000)

### 2.2.1 Passos para o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

A ferramenta MFV, como citado anteriormente, é essencial para enxergar o sistema. Para que seu resultado seja satisfatório, é necessário seguir alguns passos: selecionar a família de produtos; determinar o gerente do fluxo; desenhar o estado atual e futuro; planejar e implementar o plano de ação (SHOOK, 1999).

Uma família de produtos é o foco do primeiro passo do MFV, pois os consumidores, geralmente se preocupam com produtos específicos e não com todos os itens produzidos em uma fábrica. É necessário identificar a família a partir do consumidor e, posteriormente, analisar o grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns em seus processos de transformação (LUZ e BUIAR, 2004).

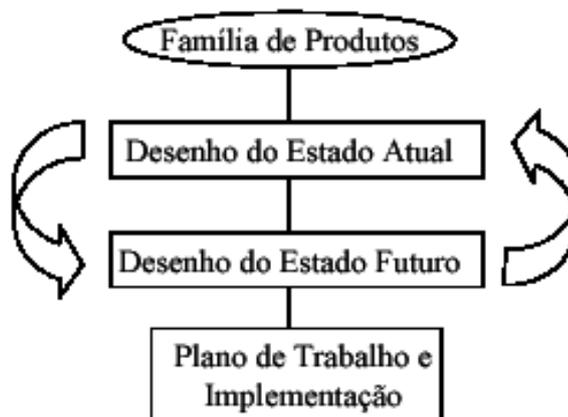
Desenhar o fluxo de valor para uma família de produtos, geralmente necessita que as barreiras departamentais das organizações sejam transpostas. É raro encontrar em uma empresa uma pessoa que conheça todo o fluxo de material e informação de uma família de produtos, ou seja, os processos e como eles são programados. Sem isto, partes do fluxo podem ficar

desarticuladas, trabalhando com resultados ótimos, porém desconsiderando o resultado global (LUZ e BUIAR, 2004).

O Gerente de Fluxo tem a responsabilidade de entendimento do fluxo e sua melhoria. Também deve ter a autonomia para fazer as mudanças necessárias no processo produtivo, por isso, Shook (1999) aconselha que ele esteja ligado a autoridade máxima da unidade produtiva.

O MFV pode ser uma ferramenta de comunicação, planejamento e gerenciamento do processo de mudança. Para Shook (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.

Durante o mapeamento do estado atual as idéias sobre o estado futuro surgem, na Figura 4 observa-se que as setas têm sentido duplo, indicando que o desenvolvimento do estado atual e o futuro se sobrepõem.



**Figura 4 - Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor**  
 Fonte: Rother e Shook (1999)

O último passo é a elaboração do plano de implementação, que deve descrever em uma página, 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 (LUZ e BUIAR, 2004).

A seguir serão apresentados alguns estudos de casos que implementaram as ferramentas de manufatura enxuta.

## 2.3 Estudos de caso em áreas correlatas

### 2.3.1 Estudo de caso: Empresa de Manufatura

Santiago (2003) realizou um estudo em uma empresa de manufatura situada no sul de Minas e é uma empresa da área metalúrgica, fabricante de escapamentos para automóveis e caminhões. O seu sistema de fabricação é do tipo celular. Para o estudo foi sugerido pelo supervisor de produção desta empresa, que o estudo fosse realizado sobre a família de produtos (escapamentos) que são fornecidas para a Toyota, pois estes têm um retorno monetário muito significativo para a corporação. Depois da definição da família de produtos que seriam mapeados, foi necessária a obtenção de algumas informações. A primeira parte consistiu na coleta de informações, conforme descrito a seguir.

- **Cliente:** o cliente foi a Toyota - fazia coleta dos escapamentos três vezes por dia. Como são vários modelos de escapamentos, as quantidades colocadas nas embalagens variavam entre 12 e 24 peças.
- **Fornecedor:** o principal fornecedor era a ACESITA que fornece os tubos e as bobinas de aço; a entrega destes materiais era feita uma vez por semana; o estoque que a empresa mantém era de sete dias.
- **Sistema de Informação:** os pedidos do cliente eram feitos ao Departamento de Logística via e-mail e em planilhas do Excel. E através do Excel era gerado todo o *Material Requirements Planning* (MRP), ou seja, todos os materiais necessários para a produção. A partir daí o Planejamento e Controle da Produção (PCP) geravam cartões *Kanban* que “informam” as células o que produzir, quando produzir.

A segunda parte foi da coleta de informações dentro da empresa.

No desenho do mapa do estado atual foi necessário obter as seguintes informações: o número de pessoas que trabalham na célula, o tempo de ciclo (TC) do produto dentro de cada célula, o tempo de troca de ferramenta e o tempo de estoque entre as células.

Na determinação do tempo de ciclo, foi necessário o estudo de tempos, que foi feito segundo os procedimentos da empresa. Cada produto teve trinta amostras cronometradas, da seguinte forma: assim que um produto era colocado na sua embalagem final o cronômetro era

acionado, então logo que o próximo produto era colocado na embalagem o cronômetro era desligado. A partir destes tempos calculou-se a média do tempo de ciclo de todos os produtos. Também foi preciso cronometrar o tempo de troca de ferramentas, que na empresa é denotado por *change over* que será representado no mapa por C/O.

Para avaliação da metodologia empregada neste trabalho, foram seguidos os oito passos propostos por Rother e Shook (1998).

**Passo 1:** Determinar o *takt time*. O *takt time* é o tempo em que você deveria produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas, para atender a demanda dos clientes. O *takt time* é calculado dividindo-se o volume da demanda do cliente (em unidades) por turno pelo tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno.

**Passo 2:** Determinar se os produtos finais serão dispostos em supermercados ou produzidos diretamente para a expedição.

**Passo 3:** Identificar os processos que têm tempo de ciclo próximo e que podem ser colocados em fluxo contínuo.

**Passo 4:** Estabelecer onde será usado o sistema de puxadas, geralmente com a utilização de supermercados e *Kanbans* de retirada.

**Passo 5:** Determinar qual será o processo puxador: com a implantação do Sistema de Produção *Kanban* o processo puxador será a Célula de Solda Final da linha.

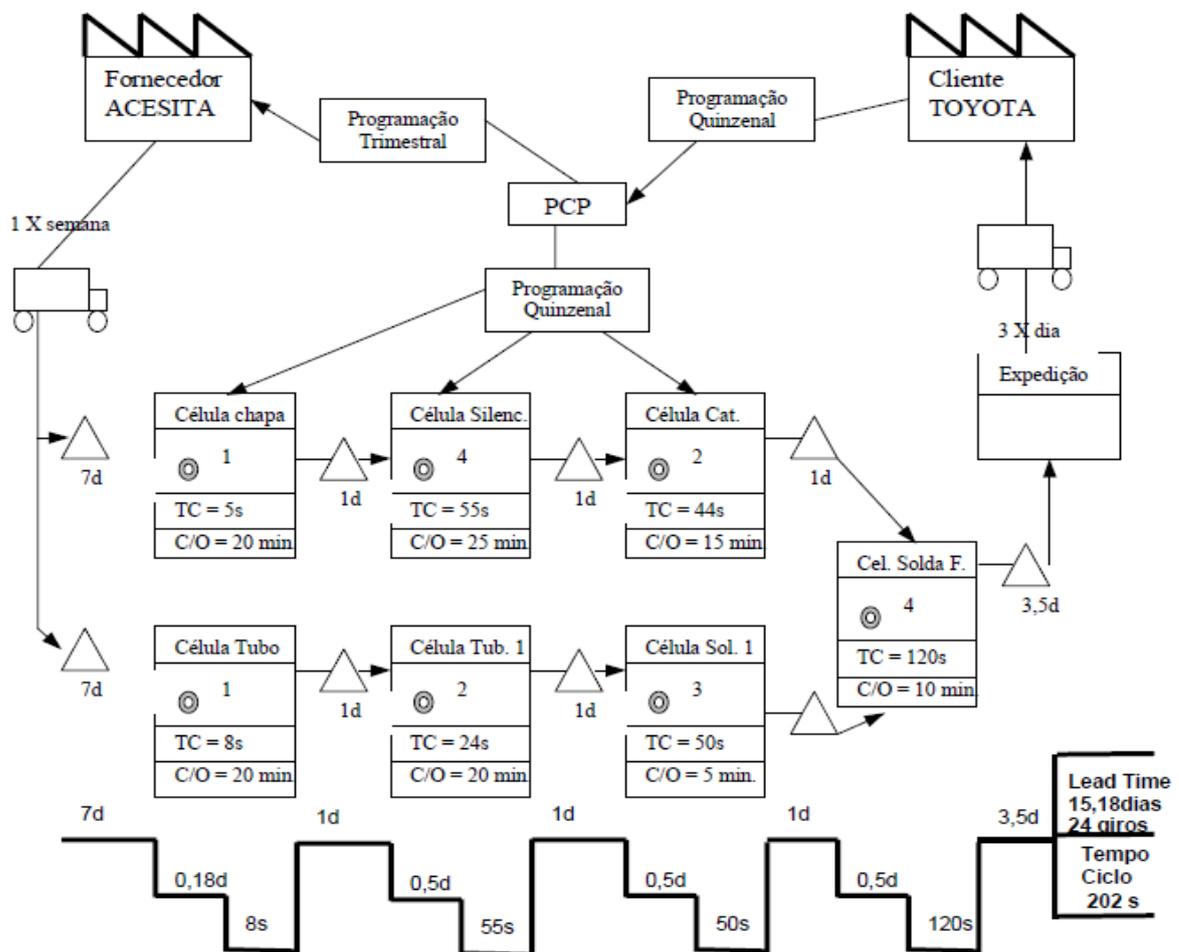
**Passo 6:** Fazer o nivelamento do mix de produção: com a implantação do Sistema de Produção *Kanban* o nivelamento será feito através da produção em lote, ou seja, depois que um determinado número embalagens forem enviadas para o cliente, os cartões *Kanban* referentes a este número retornarão para a célula, “informando” que esta terá que produzir aquela quantidade de peças que foram enviadas para o cliente.

**Passo 7:** Determinar o *pitch* (intervalo de verificação da produção). Segundo Rother e Shook (1998) o *pitch* é o incremento de trabalho e é frequentemente calculado baseado no número de peças por embalagem ( $pitch = takt\ time \times tamanho\ da\ embalagem$ ).

**Passo 8:** As melhorias necessárias para atingir o estado futuro: para o balanceamento de linha, deve ocorrer um estudo de tempos e métodos, aliado a uma análise ergonômica do trabalho.

Uma vez que a linha esteja balanceada, será mais fácil nivelar o mix de produção, usando também uma metodologia adequada para lidar com as dificuldades encontradas (5 por quês, diagrama de causa-efeito, etc.). Podemos desenhar agora um mapa do estado futuro, com um fluxo de informação mais simples e uma produção nivelada.

As Figuras 5 e 6 demonstram, respectivamente, os mapas de fluxo atual e futuro para o estudo em questão.



**Figura 5 - Mapa do estado atual**  
Fonte: Santiago (2003)

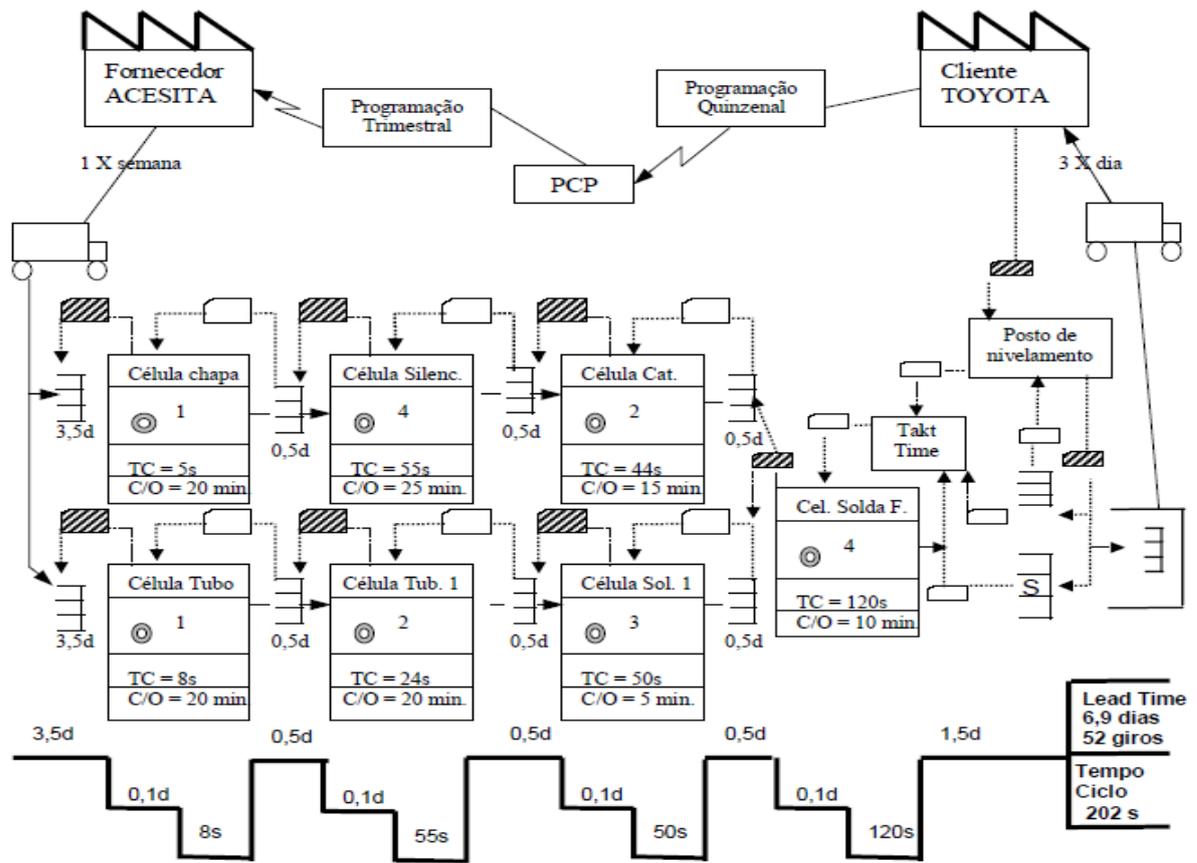
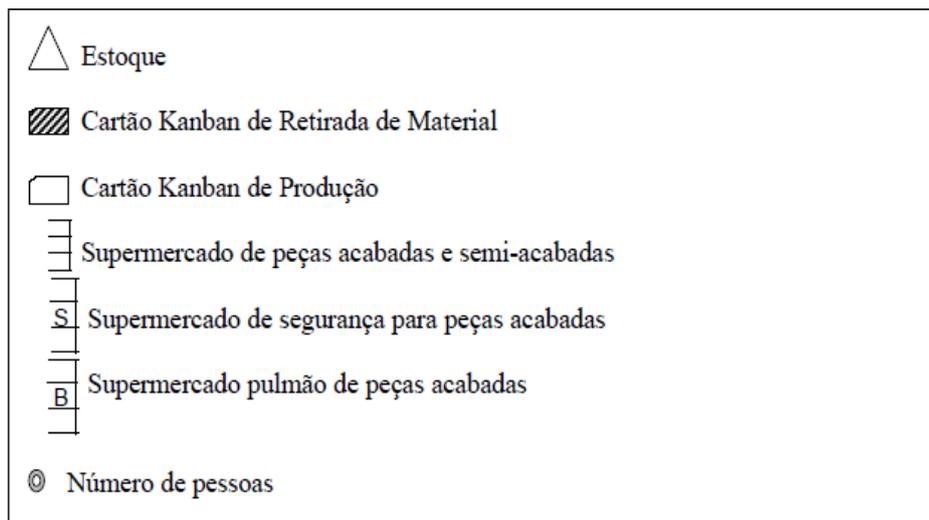


Figura 6 - Mapa do estado futuro  
 Fonte: Santiago (2003)



Quadro 1 - Legenda da Figura 6  
 Fonte: Santiago (2003)

O mapa do estado futuro foi desenvolvido para atender as metas que a empresa havia definidas, que eram: reduzir o estoque atual pela metade com a criação de supermercados, implantar o Sistema de Produção *Kanban*, reduzir desperdícios nas operações, melhoria contínua e principalmente o envolvimento do pessoal.

Comparando as Figura 5 e 6 pode-se visualizar claramente que, com a implantação de um sistema de produção *Kanban* e a criação de supermercados, o *lead time* será bastante reduzido. No mapa do estado atual, o *lead time* é de 15,18 dias, que pode ser reduzido para 6,9 dias, conforme o mapa do estado futuro. Com esta redução a empresa terá respostas mais rápida ao mercado e eventuais mudanças de preços das matérias primas.

Ao observar o mapa do estado atual, nota-se que todas as células possuem o tempo de ciclo abaixo do tempo de *takt time*, logo elas poderão atender a demanda.

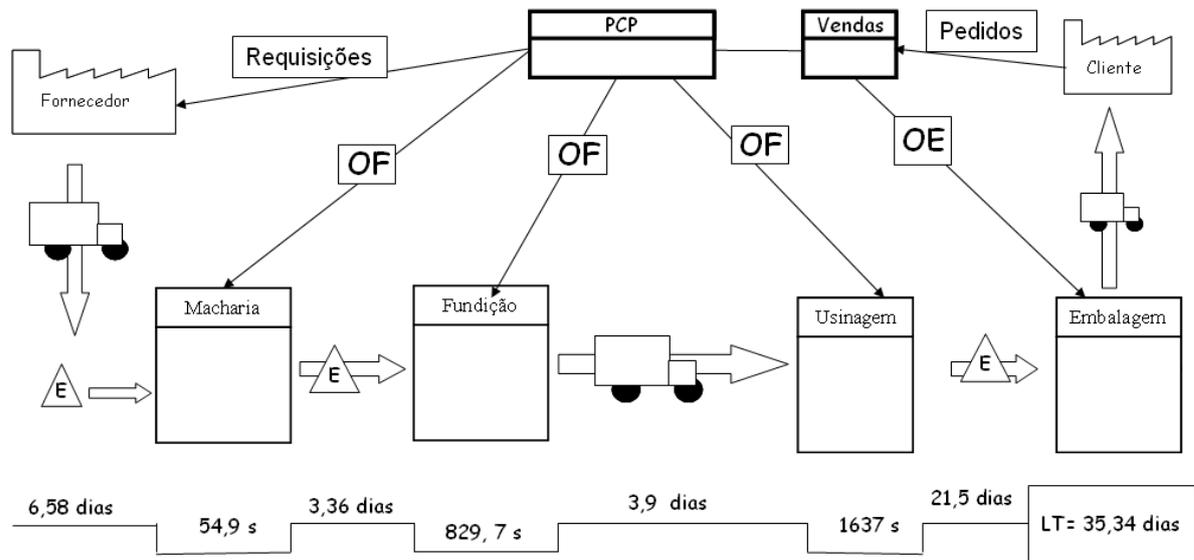
### **2.3.2 Estudo de caso: Fundição**

O estudo de caso a seguir foi apresentado na disciplina de desenvolvimento de sistemas de produção enxuta, ministrada pelo professor Rentes (2004), realizado em uma empresa de fundição, localizada em Batatais – SP e com 70 funcionários.

Os produtos são: a manufatura e venda de peças fundidas e usinadas para as linhas, leve e pesada de veículos automotivos, e contendo 150 tipos diferentes de produtos finais.

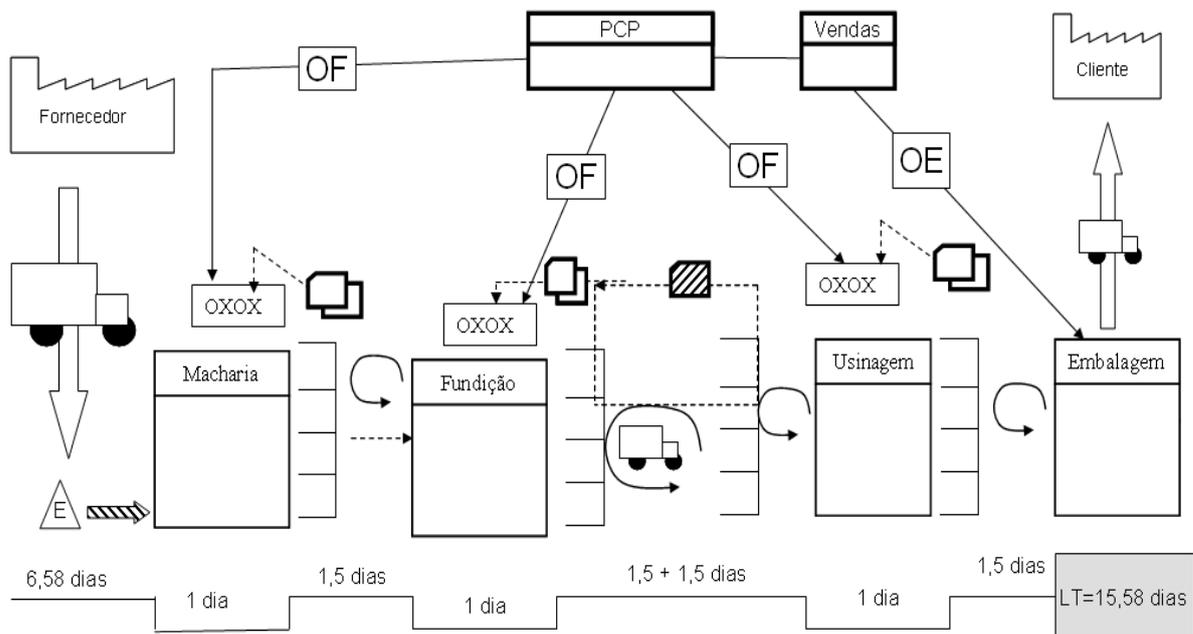
A empresa está com problemas de superprodução, estoques desnecessários, atrasos de entrega, alto *lead time* de produção e baixa produtividade.

As famílias foram definidas por dois critérios. Um é a similaridade de produtos, processos e fluxo de produção. E o outro, o volume e frequência de demanda.



**Figura 7 - Mapa do fluxo de valor atual**  
**Fonte: Rentes (2004)**

A situação atual da empresa mostra que: há uma produção orientada para fluxo específico de família de produtos; a taxa de produção está de acordo com as necessidades dos clientes; o fluxo é contínuo sempre que possível; quando o fluxo contínuo não é possível, utiliza-se a produção puxada; os *layouts* são formados em células com formato de U; os trabalhadores executam várias funções nas células de produção; o controle de produção é visual.



**Figura 8 - Mapa do fluxo de valor futuro**  
**Fonte: Rentes (2004)**

Comparando o mapa do fluxo de valor atual com o futuro obtemos uma melhoria de: *Lead Time* com redução de 57%; redução no volume do estoque de aproximadamente 43%; produtividade com ganho de 31%; prazo de entrega inferior a 5 dias com ganho de 96% e inferior a 15 dias com ganho de 81%.

Com os estudos de casos apresentados, e com o conhecimento da literatura, iniciaremos agora o estudo de caso de uma empresa do setor metalúrgico, que passa por dificuldades em sua produção, e utilizares uma ferramenta da produção enxuta que é o Mapeamento do Fluxo de Valor.

### 3 DESENVOLVIMENTO

O objetivo do projeto é readequar uma empresa do setor metalúrgico de forma a produzir mais, com maior eficiência produtiva visando melhorar seu faturamento.

A metodologia de pesquisa é de natureza aplicada e objetivo exploratório. O procedimento técnico será o de estudo de caso, em que será analisado o estado atual, coletando informações sobre eficiência de maquinários, dos funcionários, disposição do *layout*, estoque, retrabalho, gargalo da produção, tempos de execução das tarefas, entre outros.

A empresa em questão trabalha com um amplo *mix* de produtos, que possuem processos de produção distintos entre si, determinou-se que o mapeamento do fluxo de valor será realizado apenas para o produto com maior saída, neste caso, denominado mesa de massagem.

Após todos esses passos será construído o mapa do fluxo de valor atual e o futuro para a futura implantação e validação.

Para a coleta de dados, será utilizado o método de entrevistas com os funcionários, e observação direta por meio de um roteiro, passando por todo processo produtivo, desde a compra da matéria-prima com o fornecedor até entrega ao cliente.

A análise dos dados serão quantitativa e qualitativa, realizando testes para melhorar o processo produtivo e sugerindo melhorias.

#### 3.1 Caracterização da Produção

A empresa em que foi realizada a aplicação da metodologia de manufatura enxuta é uma empresa do setor metal-mecânico, que fabrica móveis em tubo e aço sob encomenda. A empresa apresenta as seguintes características:

- É de pequeno porte;
- Possui cinco funcionários;
- A tecnologia empregada está defasada – com máquinas antigas e pouco produtivas;

- O *layout* é funcional;
- Atende o mercado nacional, com ênfase no regional;
- Seus produtos seguem linhas comerciais (móveis para escritórios, lojas, clínicas, lanchonetes, restaurantes, hotéis, estéticas, etc.) residenciais e hospitalares em geral;
- Seu *mix* de produto é amplo, abrangendo cadeiras, banquetas, camas, cômodas, penteadeiras, criado-mudos, guarda-roupas, cabideiros, escrivaninhas, mesas, macas, vitrines, corrimãos, entre outros.

O produto escolhido para desenvolver o mapeamento do fluxo de valor foi a mesa de massagem de 70 cm, ilustrada na Figura 9.



**Figura 9 - Mesa de massagem de 70 cm**

Foi escolhido este produto devido aos seguintes critérios:

- Grande fluxo de venda na empresa;
- Mercado amplo e que não foi explorado totalmente pela empresa;
- Não tem um processo padronizado definido;
- Tempo de produção excessivo.

O fluxograma de produção do produto está definido na Figura 10, a qual mostra toda a trajetória da produção.

O primeiro passo é o corte da matéria-prima, que gera rebarbas. Assim, torna-se necessário esmerilhar e, em seguida, o material é dobrado ou curvado (conforme o molde). A próxima fase é a de marcação da furação (feito com gabaritos), para então seguir para a furação. O produto em processo vai para o setor de solda, em que são soldados todos os pontos necessários e os mesmos são lixados para dar acabamento. Em seqüência, faz-se uma limpeza para remoção de resíduos, utilizando-se produtos químicos. O próximo passo consiste em seguir para o setor de pintura. Ao mesmo tempo em que é realizado o processo de pintura, é feito também o corte da madeira e do estofado. No passo final, o produto é montado e embalado.

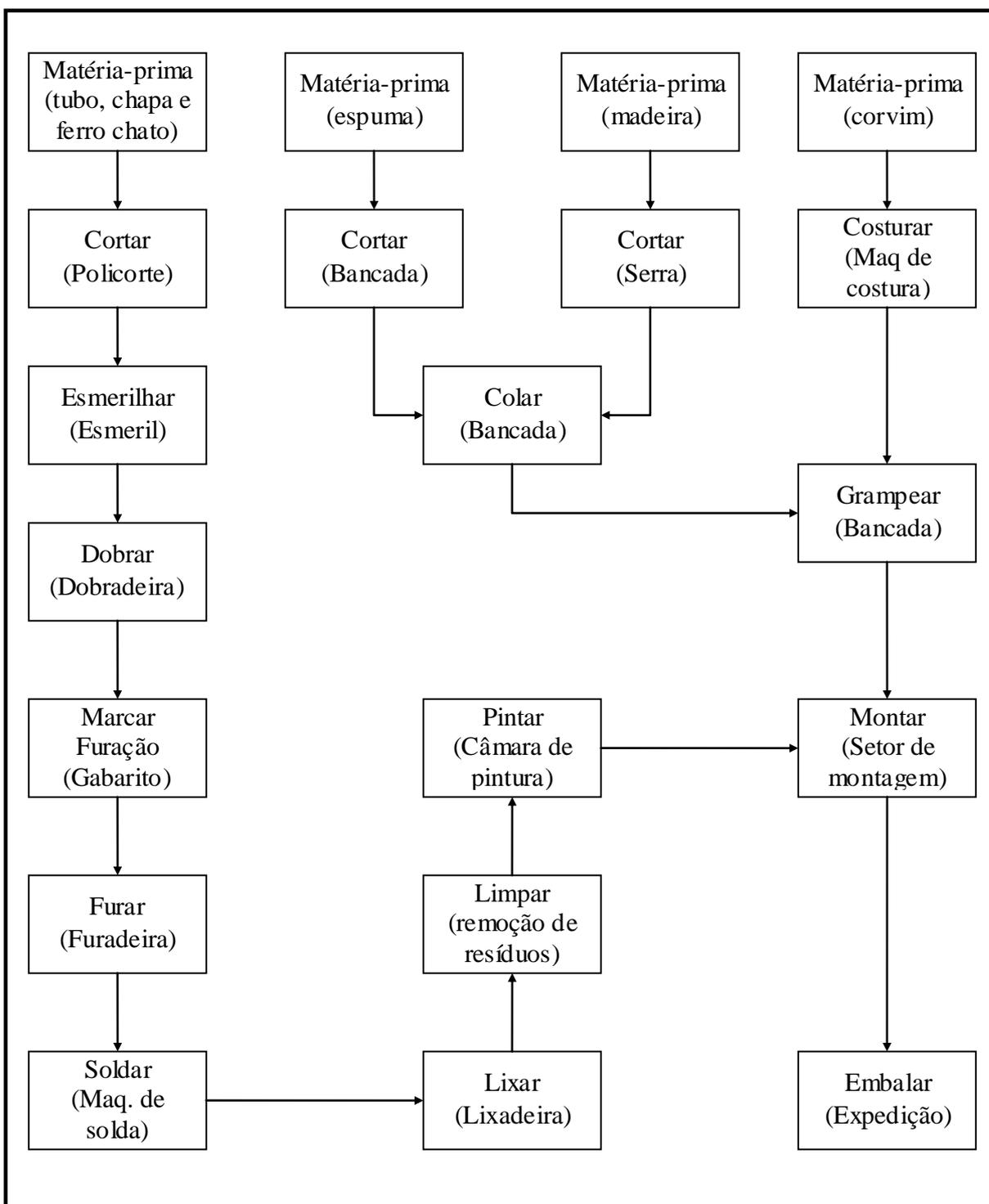


Figura 10 - Fluxograma de produção da mesa de massagem 70 cm

Na Tabela 1, encontram-se todos os componentes metálicos necessários para a produção da mesa de massagem 70 cm. Nesta Tabela estão discriminados: o comprimento e a quantidade necessária de cada peça; os tempos de corte, de esmeril, de dobra, da marcação da furação e da furação; e também os tempos totais de cada etapa do processo e de cada peça do corte à furação.

**Tabela 1: Tempos de Produção para os Componentes Metálicos**

Peça	Quantidade	Comprimento (cm)	corte (min)	esmeril (min)	dobra (min)	marcar furação (min)	furar (min)	Tempo médio de fluxo (min)
tubo 16 x 30	1	490	-	-	10	2	4	16
tubo 1 ¼	4	73	5	0,5	-	-	-	5,5
tubo 16 x 30	2	58,5	2	0,5	-	0,5	1	4
tubo ¾	1	146	1	0,5	-	-	-	1,5
ferro chato	2	6,5	2	0,5	-	-	0,5	3
tubo 15 x 15	2	65	2	0,5	-	-	0,5	3
tubo 5/8	1	126	1	0,5	3	-	1	5,5
ferro mecânico ¼	2	3,5	1	0,5	-	-	-	1,5
ferro chato ¾ x 1/8	1	7	1	0,5	1	-	0,5	3
ferro mecânico 3/8	1	11	1	0,5	1	-	0,5	3
tubo ½	1	30	1	0,5	-	-	0,5	2
chapa 13	4	18x18	-	1	-	2	3	6
ferro chato de 1 x ¼	1	13	1	0,5	1	-	3	5,5
ferro chato de ¾ x 1/8	2	2,5	1	0,5	-	-	0,5	2
<b>TOTAL (min)</b>			19	7	16	4,5	15	61,5

Após a furação, as peças passam por uma etapa de junção (soldar), onde formarão duas partes, chamadas de corpo e pés. Na Tabela 2, são apresentados os tempos de solda, lixa, limpeza e pintura para o corpo e os pés.

**Tabela 2: Tempos de Produção para o Corpo e os pés**

Peça	soldar (min)	lixar (min)	limpar (min)	pintar (min)	Tempo médio de fluxo (min)
Corpo	80	10	3	15	108
Pés	30	10	3	10	53
<b>TOTAL (min)</b>	110	20	6	25	161

Na Tabela 3, encontra-se os tempos de corte da madeira, da espuma e do tecido. Também os tempos para colar a espuma na madeira e grampear o tecido na mesma.

**Tabela 3: Tempos de Produção para Outros Componentes**

Peça	quantidade	cortar (min)	costurar (min)	colar (min)	grampear (min)	Tempo médio de fluxo (min)
Madeira	1	2	-	3	12	17
Espuma	1	1	-	-	-	1
Tecido	1	5	3	-	-	8
<b>TOTAL (min)</b>		8	3	3	12	26

O tempo total de produção da mesa de massagem 70 cm, demonstrado na Tabela 4, inclui o tempo total dos componentes metálicos, outros componentes, montagem, acabamento e embalagem do produto final.

**Tabela 4: Tempo Total de Produção da Mesa de Massagem 70 cm**

Produto	tempo de produção das peças metálicas (min)	tempo de produção das outras peças (min)	montar e acabar (min)	embalar (min)	Tempo médio do fluxo de produção (min)
mesa de massagem 70 cm	222,5	26	30	10	288,5

### 3.2 Análise do Estado Atual

Os tempos demonstrados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, são tempos obtidos na realização de apenas uma unidade do produto, e não constando os tempos de deslocamento entre uma atividade e outra. Os tempos de deslocamento podem variar de acordo com a quantidade de produtos que serão produzidos. Para uma produção acima de vinte peças, esse tempo é de 1,5 minutos por peça. Logo, o tempo total de produção será de 290 minutos.

As tarefas são divididas de forma aleatória, ou seja, ao iniciar a produção, o chefe de produção distribui uma atividade para cada funcionário, que executará a mesma, e posteriormente necessitará de uma nova ordem quando concluído a que havia recebido.

Somente um funcionário está capacitado para trabalhar no setor de solda, que é o gargalo da empresa, pois, demanda mais tempo de execução.

O setor de pintura, também só tem um funcionário capacitado para realizar a tarefa, e este só executa o serviço de pintura, ficando por muitas vezes ocioso.

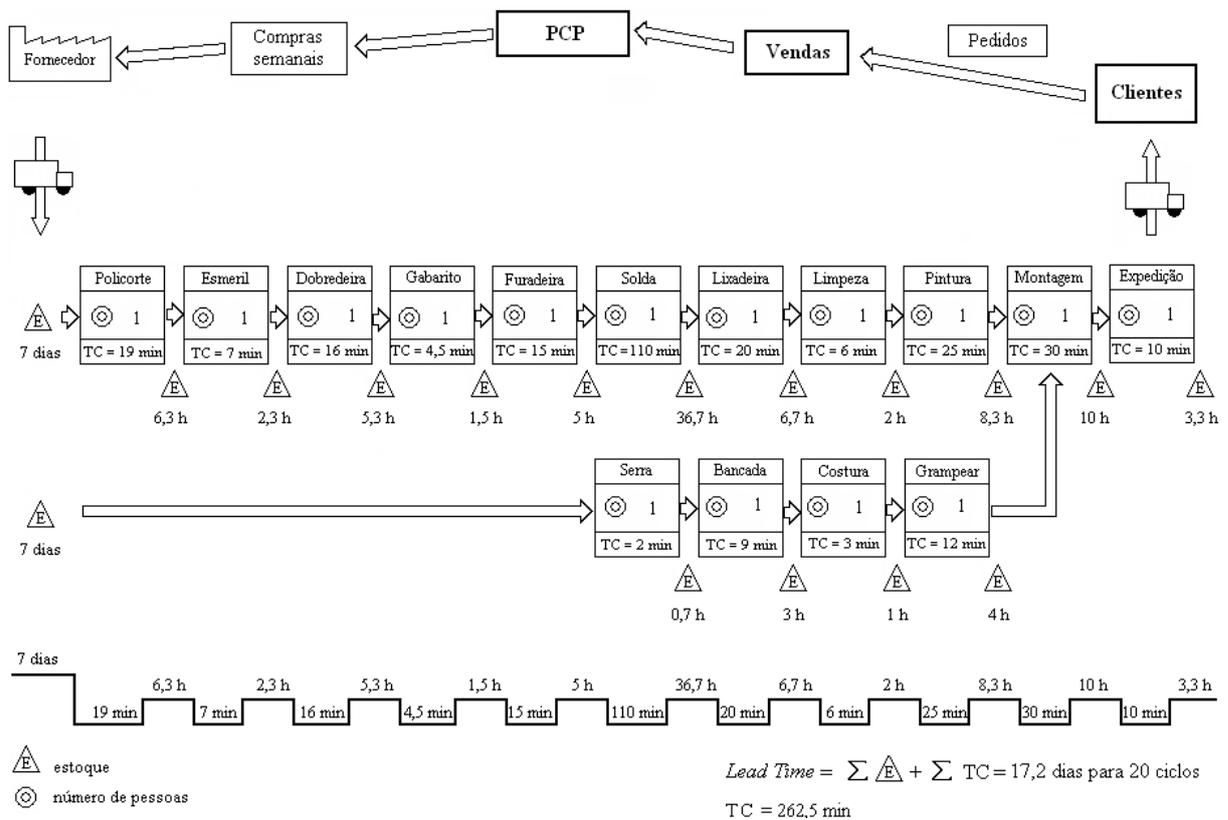
O *layout* da empresa é funcional, devido sua grande variabilidade de produtos, está disposto de forma aleatória com a seqüência de produção, tendo um maior deslocamento e um grande tempo de movimentação entre as operações.

A compra de matéria-prima é feita semanalmente, de acordo com as vendas realizadas no período.

O estoque de matéria-prima da empresa compreende as compras semanais, mais um pequeno estoque de 10% para o caso de haver percas ou defeitos na produção.

Não há estoque de produtos acabados, pois, a empresa trabalha somente com pedidos, e produz somente o encomendado. Na conclusão da produção do pedido, este é entregue ao cliente.

Na Figura 11 está demonstrado o mapa do fluxo de valor atual. Não foram representadas todas as “setas” que ligam o PCP às etapas de produção, para facilitar a compreensão do mesmo, deixando explícito que todas as etapas são programadas pelo PCP. Cada etapa foi demonstrada como sendo realizada por um operário. Porém, a empresa tem somente cinco operários, que revezam as funções de acordo com o término de cada tarefa, podendo executar duas ou mais atividades distintas no processo, como por exemplo: esmerilhar, furar e montar ou o que estiver precisando no momento, não tendo funções específicas por funcionário.



**Figura 11 - Mapa do fluxo de valor atual**

### 3.3 Propostas de Melhorias na Produção

É possível notar pelo mapa do fluxo de valor atual que o gargalo da produção está no setor de solda, devido ter o maior tempo de ciclo e estoque do processo produtivo. Seria necessário capacitar mais um funcionário para o setor de solda para dividir esta tarefa.

O funcionário do setor de pintura deveria realizar alguma atividade em seu tempo ocioso.

O sistema de distribuição de tarefas teria que ocorrer de forma que, o funcionário não precise se dirigir ao chefe de produção ao final de cada uma. Esse sistema seria mais eficiente se fosse realizado, por exemplo, através de uma ordem de serviço entregue para cada funcionário, discriminando todas as informações necessárias para a realização do serviço.

Como não há uma atividade específica para cada funcionário, podendo este executar uma função em um dia e outra no outro dia, estes levam um tempo maior de adaptação em cada função. Uma opção seria delegar funções específicas para cada um, para que os mesmos

possam adquirir uma maior agilidade e habilidade em suas tarefas, diminuindo os tempos de execução e aumentando a qualidade das mesmas.

No estado atual, tem-se um gargalo na produção de 110 minutos, no setor de solda. Considerando-se que o tempo total de produção (290 minutos) pelo número de funcionários (cinco), obtém-se um tempo de 58 minutos, o gargalo não poderá ultrapassar este tempo. Logo com o aumento de mais um funcionário no setor de solda, esse gargalo poderá cair para 55 minutos, possibilitando uma redução no tempo de ciclo.

Se a redução do tempo total de produção de cada unidade da mesa de massagem 70 cm de 110 para 58 minutos, haverá uma redução de aproximadamente 47%, impactando diretamente na produção da empresa, podendo aumentar a produtividade em 89%.

No mapa do fluxo de valor futuro teremos uma reorganização do sistema produtivo: readequando os funcionários para realizar funções específicas, reduzindo assim os tempos de cada operação; diminuindo pela metade o tempo de gargalo com a capacitação de mais um funcionário no setor de solda; alterando o *layout* para diminuir o tempo de movimentações entre as operações. Com esse novo mapeamento pretende-se reduzir ainda mais o tempo total de produção.

### **3.4 Proposta Para o Estado Futuro**

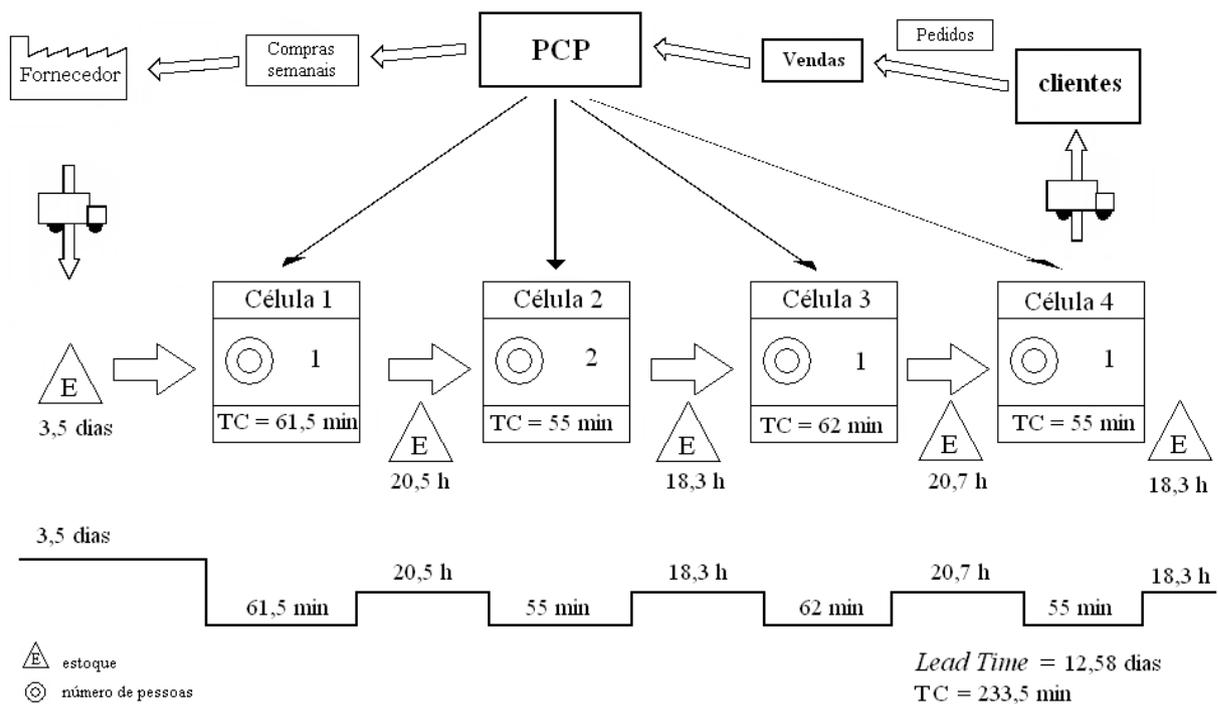
Com a análise das propostas de melhorias na produção, propõem-se um mapa do fluxo de valor futuro, demonstrado na Figura 12, tentando atingir os objetivos da empresa.

Uma das mudanças propostas é a introdução do *layout* celular no lugar do *layout* funcional, que estava sendo utilizado pela empresa. Foram criadas quatro células, que são:

- Célula 1 - composta pelas máquinas de policorte, esmeril, dobradeira, furadeira e também por gabaritos;
- Célula 2 - formada por duas máquinas de solda;
- Célula 3 – composta por uma lixadeira, produtos para limpeza e uma câmara de pintura para os componentes metálicos vindos da etapa de solda e também por uma serra de madeira, e uma bancada para cortar e colar a espuma;

- Célula 4 – formada por uma máquina de costurar tecidos, uma bancada para grampearlo na madeira já com a espuma colada e para realizar a montagem de todos componentes e embalar para expedição.

As células foram divididas de forma a manter as etapas de produção em sua seqüência correta, e balanceando da melhor maneira encontrada. As células 1, 3 e 4, são compostas cada uma por um funcionário, já a célula 2 é composta por dois funcionários.



**Figura 12 - Mapa do fluxo de valor futuro**

No mapa do estado atual, o *lead time* é de 17,2 dias para um lote de vinte peças, que pode ser reduzido para 12,58 dias, conforme o mapa do estado futuro. Com esta redução a empresa poderá ter respostas mais rápida ao mercado e eventuais mudanças de preços das matérias primas.

Também pode ser reduzido o tempo de ciclo do produto, que no estado atual era de 262,5 min, e no estado futuro de 233,5 min, diminuindo o tempo produtivo de cada peça.

A empresa estava com um gargalo no setor de solda de 110 min, com a mudança do *layout* para o *layout* celular e um melhor rearranjo dos funcionários, esse gargalo caiu para 62 min, que é o tempo de ciclo da célula 3.

### 3.5 Discussões

No contexto do estudo de caso apresentado, é possível realizar uma análise dos pontos afetados dentro da Produção Enxuta e suas ferramentas.

Com a aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor espera-se, dentro da Produção Enxuta, reduzir desperdícios de movimentação nas operações, estoque e material esperando no processo.

Se considerarmos algumas ferramentas da produção enxuta, podemos detalhar todos os pontos que conseguimos atingir com o Mapeamento do Fluxo de Valor.

No Mapeamento das atividades do Processo foi possível identificar o *lead time* e oportunidades de produtividade para os fluxos de produto e informação. Na Matriz Resposta da Cadeia de Suprimento foi possível melhorar o nível de serviço da cadeia de suprimentos.

Com a proposta de mudança do *layout* funcional para o *layout* celular, a empresa terá uma diminuição de tempo e percursos nas movimentações entre as operações, tendo assim um *layout* enxuto.

A Limpeza e organização (5S), não foram citados neste estudo de caso, no entanto, indiretamente o mapeamento do fluxo de valor futuro proporcionará um ambiente mais organizado, que promoverá a aplicação da filosofia 5S.

O Sistema *Kanban* também não foi foco deste trabalho, mas com o novo *layout* proposto, o PCP passa a puxar a produção e este mecanismo pode vir a ser implementado via *Kanban*.

A Manutenção Produtiva Total pode vir a ser empregada como filosofia da empresa, pois com a nova proposta os funcionários passam a ser responsáveis pelas células.

E finalmente, podemos dizer que o Mapeamento do Fluxo de Valor não é somente mais uma ferramenta da produção enxuta, e sim a mais importante ferramenta, onde se busca uma tomada de decisão coerente para sustentar o processo de melhoria contínua, em que é possível visualizar todo o processo produtivo de forma fácil e objetiva, e ainda podendo ter reflexo em várias outras ferramentas da produção enxuta.

Com a aplicação da proposta do Mapeamento do Fluxo de Valor, a empresa poderá atingir seus objetivos e metas podendo ter uma maior confiabilidade do processo, devido à facilidade de entendimento do mapeamento e à gama de informações cedidas durante a elaboração mesmo. Conforme demonstrado nos resultados da produção.

Com a proposta de MFV, foi possível reduzir o *lead time* de 17,2 para 12,58 dias, possibilitando que a empresa tenha respostas mais rápida ao mercado e eventuais mudanças de preços das matérias primas. Também foi reduzido o tempo de ciclo do produto, que era de 262,5 min, e foi para 233,5 min, diminuindo o tempo produtivo de cada peça. Foi possível encontrar o gargalo da empresa que era de 110 min, e reduzi-lo para 62 min, com a mudança do *layout* produtivo para o *layout* celular e um balanceamento das etapas de produção.

## 4 CONCLUSÃO

Nos dias de hoje, as empresas se deparam com o mercado cada vez mais competitivo e buscam um diferencial em seus produtos para conquistar mais clientes. Com isso, a economia de tempo e dinheiro é muito importante, pois pode-se produzir e faturar mais. As empresas precisam de ferramentas que as auxiliem nos processos produtivos com a finalidade de reduzir os custos de produção e aumentar a qualidade de seus produtos.

A Produção Enxuta é um sistema em que a finalidade é identificar e eliminar os desperdícios nos processos de produção. Dentre as ferramentas da Produção Enxuta, uma das mais importantes é o Mapeamento do Fluxo de Valor, que tem como benefício uma visão completa do processo, ajudando na identificação dos desperdícios.

O estudo de caso apresentado demonstrou os passos para a aplicação do MFV e permitiu uma visualização de alguns benefícios que podem ser alcançados.

As principais vantagens de se utilizar o mapeamento do fluxo de valor são: ajudar a enxergar o fluxo inteiro, ao invés de processos individuais; ajudar a identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor; fornecer uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura; reunir conceitos e técnicas enxutas, o que ajuda a evitar a implementação das técnicas isoladamente; formar a base de um plano de implementação: os mapas de fluxo de valor tornam-se referência para a implementação enxuta; o mapa do fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa com a qual se descreve em detalhe como a unidade produtiva deveria operar para criar o fluxo.

Mesmo que o Mapeamento do Fluxo de Valor futuro não venha a ser implementado, a empresa passa ter um diagnóstico e a partir dele ter conhecimento de suas deficiências e forma de minimizá-las.

Para empresa continuar sendo competitiva no mercado e ter um crescimento superior ao que vem tendo, seria necessário um planejamento a médio e longo prazo, em que fosse focado um sistema de melhoria contínua, em que constasse um melhoramento do maquinário, um desenvolvimento contínuo de seus produtos e um “ataque” maior às vendas.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. A. C. *Desenvolvimento e Aplicação de um Método para Implementação de Sistemas de Produção Enxuta utilizando os Processos de Raciocínio da Teoria das Restrições e o Mapeamento do Fluxo de Valor*. São Carlos – SP, 2004. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

GIANESI, I. & CORRÊA. *Just in Time, MRPII e OPT*. Ed. Atlas, 1996.

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

LUZ, A. A. C, BUIAR D. R., 2004, *Mapeamento do Fluxo de Valor – Uma ferramenta do Sistema de Produção Enxuta*. Disponível em: [www.abepro.org.br](http://www.abepro.org.br). Acesso em 16/05/2009.

MENEZES, R. L. *Aplicação de Conceitos e Técnicas de Produção Enxuta em um Sistema de Manufatura*. São Carlos – SP, 2003. Monografia (Graduação). Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MOREIRA, M. P. & FERNADES, F. C. F., 2001, *Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso*, Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Enegep.

OHNO, Taiichi. *O Sistema de Produção: além da produção em larga escala – tradução: Cristina Schumacher*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PRADO, C. S. 2006, *Proposta de um Modelo de Desenvolvimento de Produção Enxuta com utilização da Ferramenta Visioneering*. São Carlos – SP, 2006. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, São Carlos.

RENTES, A. F.; 2000 *Transmeth, Proposta de Uma Metodologia para Condução de Processos de Transformação de Empresa – São Carlos: USP*.

RENTES, A. F., QUEIROZ, J.A., ARAÚJO, C. A. C. 2004. *Transformação Enxuta: Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor em uma Situação Real*. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis-SC.

RENTES, A. F., 2004 EESC – USP *Sistema de Produção enxuta, estudo de caso: Fundação*. Disponível em: [www.numa.org.br](http://www.numa.org.br). Acesso em 16/05/2009.

ROTHER, Mike; SHOOK, Jonh. 1998, *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil.

SANTIAGO, V. A.; 2003 *Mapeamento da cadeia de valorem um ambiente Lean: Um caso prático em uma empresa de manufatura*. Disponível em: [www.epr.unifei.edu.br](http://www.epr.unifei.edu.br). Acesso em 16/05/2009.

SHOOK, John; ROTHER, Mike. 1999, *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil.

SILVA, A. L. e RENTES, A. F. 2002, *Tornado o layout enxuto com base no conceito de minifábricas de produção: um estudo de caso*. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba – PR.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. 2002, *Administração da Produção*. 2ª ed. São Paulo: Ed. Atlas S. A.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. e ROOS, D; 2004. *A Máquina que mudou o mundo*. Tradução de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Elsevier

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. 2004, *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. Rio de Janeiro: Campus.

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