

**MARCEL FISCHER MAIA
WANDERSON MAROTA BARBOSA**

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DO FLUXO DE
VALOR (MFV) PARA ELIMINAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO**

Trabalho de graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica e de Produção da Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências para a conclusão do curso de Engenharia de Produção.

Orientador

Prof. Antônio Cleber G. Tibiriçá

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

Aos nossos pais, que viram em nós um futuro promissor e que acreditam que somos capazes de tudo que queremos. São a nossa força, o nosso apoio e nosso incentivo.

Agradecimentos

Ao nosso orientador pelo respeito, dedicação, paciência e amizade.

Aos nossos amigos que nos ajudaram muito durante nossa estada em Viçosa.

À nossa família pelo incentivo e apoio.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA.....	2
1.2. OBJETIVOS.....	2
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	2
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
3.1. PRODUÇÃO ENXUTA (<i>LEAN PRODUCTION</i>).....	3
3.1.2. Definição	3
3.2. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (<i>VALUE STREAM MAPPING</i>).....	5
3.2.1. Definição	5
3.2.2. Etapas do MFV.....	7
3.2.3. Dificuldades para a implantação do mapeamento.....	8
3.2.4. Benefícios do MFV	10
3.3. FLUXO CONTÍNUO OU ENXUTO	10
3.4. SISTEMA KANBAN	11
4. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MFV.....	12
4.1. MAPA DO ESTADO ATUAL	13
4.2. MAPA DO ESTADO FUTURO	13
4.3. ANÁLISE DAS MELHORIAS OCORRIDAS	15
5. CONCLUSÃO	16
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com a globalização da economia e a maior exigência dos clientes quanto à qualidade e ao tempo de entrega dos produtos ou serviços, torna-se cada vez maior a competitividade entre as empresas, fazendo com que a sobrevivência de organizações no mercado seja cada vez mais difícil. Para tentar continuar atuando no mercado, são necessárias mudanças no setor administrativo e no sistema de produção das empresas. Os objetivos da corporação não dependem apenas da produção, mas também em ser competitivo em termos de preços, qualidade, serviços, além de tentar diminuir ao máximo o tempo de entrega do produto final (*lead time*), direcionando tudo para a satisfação do cliente.

A redução de custos, sem perda na qualidade dos produtos ou serviços, é um fator crucial para obtenção do sucesso no mercado. Um meio de as empresas conseguirem a redução de seus custos de produção é reduzindo as atividades que absorvem recursos e não geram valor, ou seja, fazer a empresa trabalhar com uma Produção Enxuta (*Lean Production*), reduzindo os desperdícios desde a recepção de matéria-prima até a expedição do produto final. Logo, o problema a ser analisado é o excesso de desperdício de tempo, matéria-prima e informações.

Uma ferramenta bastante interessante introduzida pela Produção Enxuta é o Mapeamento do Fluxo de Valor – MFV (*Value Stream Mapping*), um método de modelagem de empresas com um procedimento para construção de cenários de manufatura.

Na análise do fluxo de valor, pode ser difícil enxergar e entender onde estão situados esses desperdícios, o que torna necessário o uso de um instrumento que possibilite percebê-los, de modo a facilitar a realização de um diagnóstico do sistema. Uma solução para o problema de entendimento e melhoria do fluxo de valor é o MFV. Fluxo de valor é o conjunto de etapas demandadas para fazer um produto, que agregam ou não valor, desde a matéria-prima até o cliente.

Entende-se que tratar questões de desperdício sob a ótica do MFV é oportuno e, nesse sentido, espera-se que se possa avançar e entender melhor o MFV através da análise de estudos já realizados em uma situação real, além de mostrar as melhorias que podem ser obtidas com a sua utilização.

1.1. Justificativa

As indústrias e organizações têm gastado consideráveis esforços e recursos no sentido de promover a melhoria contínua do processo de manufatura, para garantir sua competitividade e conquistar uma posição sólida no mercado. Uma ferramenta introduzida por Mike Rother e John Shook, em 1998, chamada de Mapeamento de Fluxo de Valor, mostra-se fundamental para a delimitação do cenário atual e a construção de cenários prospectivos para as empresas.

Como o alvo das empresas é a produção enxuta, baseada no sistema Toyota de produção, com a aplicação do MFV torna-se possível melhorar a eficiência da empresa, quando usada para redução de desperdícios (e suas fontes) e do *lead time*. Além disso, o MFV possui uma linguagem simples, facilitando a visualização e discussão sobre o fluxo, também ajudando a relacionar o fluxo de informação com o de material.

1.2. Objetivos

O objetivo geral foi aprofundar o entendimento da técnica Mapeamento do Fluxo de Valor, utilizada por empresas que visam a Produção Enxuta. Para isso, fez-se uma revisão da literatura tendo como objetivos específicos:

1. levantar dados bibliográficos sobre MFV;
2. levantar dados bibliográficos sobre Produção Enxuta, Fluxo Contínuo ou Enxuto e Kanban;
3. analisar um estudo de caso, retirado da literatura, do MFV em uma empresa, identificando as melhorias ocorridas.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi desenvolvido a partir de levantamentos em fontes bibliográficas disponíveis na literatura sobre o Mapeamento do Fluxo de Valor, Produção Enxuta, *Kanban* e Fluxo Contínuo. Foram realizadas pesquisas em publicações, livros, periódicos, internet e outros. Com essas informações, fez-se uma revisão bibliográfica com idéias de vários autores, com a finalidade de aprimorar os conhecimentos nesses assuntos .

Visando enxergar melhor os benefícios do MFV, foi analisada uma aplicação real deste, já disponível na literatura. Mostrou-se o fluxo atual e as melhorias ocorridas após a realização do MFV e implementação do estado futuro por ele proposto.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. PRODUÇÃO ENXUTA (*LEAN PRODUCTION*)

De acordo com Monden (1984), citado por Gonçalves e Miyake (2003), o Sistema Toyota de Produção teve seu início em meados da década de 50, como uma forma de responder as restrições de mercado na indústria japonesa no pós-guerra., ou seja, grande variedade com pequenas quantidades de produção, diferentemente da idéia de produção em massa que caracterizou a indústria americana desde Henry Ford até a crise do petróleo.

Segundo Gonçalves e Miyake (2003), com a crise do petróleo em 1973, a ascensão de algumas empresas japonesas fez com que o ocidente voltasse sua atenção para elas. Passou-se então a se difundir a idéia de um novo modelo de produção, conhecido hoje como Produção Enxuta, procedente do Sistema Toyota de Produção. A partir da década de 80, a manufatura enxuta atingiu um grau de propagação semelhante ao da produção em massa na década de 20.

3.1.2. Definição

A Produção Enxuta parte da pressuposição da existência de sete tipos de desperdícios em uma empresa, sendo uma finalidade sua tentar eliminar gastos que não geram valor para a empresa. Dessa maneira, o pensamento enxuto sugere que se produza somente o que é necessário no momento e, para isso, é preciso que se reduzam os tempos de *set up*, sincronizem a produção com a demanda, compactem o *layout* da fábrica, dentre outras metas. A seguir estão mostrados os sete desperdícios (GIANESI & CORRÊA,1996):

1. desperdício de superprodução: geralmente são originados de problemas e restrições do processo produtivo, tais como altos tempos de preparação de equipamentos, incerteza da ocorrência de problemas de qualidade e confiabilidade das máquinas, estes dois acarretando na produção de mais do que o necessário; falta de coordenação entre a demanda e a produção, quanto às quantidades e períodos para produzir determinado produto; grandes distâncias a percorrer com o material, devido um arranjo físico inadequado, o que ocasiona à formação de lotes para movimentação; entre outros;
2. desperdício de material esperando no processo: como consequência ocorre a formação de filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos. A eliminação deste desperdício pode ocorrer com a sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento das linhas de produção;
3. desperdício de transporte: são vistas como desperdícios de tempo e recursos; essas

atividades devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, por meio da elaboração de um arranjo físico adequado, minimizando as distâncias a serem percorridas. Também pode-se reduzir seus custos se o material for entregue no local de uso;

4. desperdício de processamento: as indústrias, às vezes, arriscam tornar o processo mais rápido sem antes se perguntar se aquilo deve realmente ser feito. Para evitar surpresas desagradáveis, é importante aplicar metodologias de engenharia e análise de valor, que consistem na redução do número de componentes ou operações necessários para produzir determinado produto. Procura-se assim eliminar qualquer processo ou equipamento que adicione custo e não valor ao produto;
5. desperdício de movimentação nas operações: neste vê-se a importância das técnicas de estudo de tempos e métodos, porque a Produção Enxuta tenta encontrar soluções simples e de baixo custo, ao invés de grandes investimentos em automação. Mesmo que se decida pela automação, os movimentos devem ser aprimorados para, só então, mecanizar e automatizar. Caso contrário, corre-se o risco de automatizar o desperdício;
6. desperdício de produzir produtos defeituosos: isso significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra e equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros; e
7. desperdícios de estoque: significam desperdícios de investimento e espaço. Sua redução deve ser feita através da eliminação das causas causadoras da necessidade de manter estoques.

A Produção Enxuta, além do esforço para eliminação dos desperdícios, caracteriza-se também pela não aceitação da situação vigente ou ainda de padrões arbitrários de desempenho. Na abordagem tradicional as metas costumam ser estáticas, para determinado período de tempo, depois podem ser alteradas para aprimoramentos. Essas metas funcionam como padrões, com base nos quais é exercida a atividade de controle que procura minimizar os afastamentos que ocorrem em relação a estes padrões. O controle mantém o processo estável e os resultados dentro das tolerâncias aceitáveis (GIANESI & CORRÊA,1996). A Produção Enxuta possui as seguintes metas para solução dos vários problemas de produção:

- zero defeitos;
- tempo zero de preparação (*set up*);
- estoque zero;
- movimentação zero;
- quebra zero;

- lead time zero; e
- lote unitário (uma peça).

De acordo com Gonçalves e Miyake (2003), o modelo de Produção Enxuta possui várias metodologias e técnicas de produção e gestão industrial que são utilizadas atualmente pelas empresas. Algumas dessas surgiram no decorrer das últimas décadas, como por exemplo:

- *Just-In-Time* (JIT);
- *Total Quality Management* (TQM);
- *Total Productive Maintenance* (TPM);
- Filosofia *Kaizen* de melhoria contínua.

A filosofia de melhoria contínua propaga a definição de um programa de melhoria racional e estruturado pelas empresas que busquem ser enxutas. Nesta conjuntura, fez-se necessário a criação de métodos para planejar, analisar e controlar o sistema de produção, principalmente focando o chão de fábrica, assim como suas relações com clientes e fornecedores externos (GONÇALVES E MIYAKE, 2003).

Segundo Rother & Shook (1999), o MFV, a técnica objeto deste trabalho, surgiu para preencher os objetivos supracitados, enfocando todo o fluxo de produção de um produto ou família de produtos, visando à implantação da Produção Enxuta em todo o fluxo.

3.2. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (*VALUE STREAM MAPPING*)

John Shook possuía um grande conhecimento sobre o MFV, porém nunca havia percebido sua utilidade real. Por outro lado, Mike Rother depois de uma longa busca para articular os conceitos e técnicas enxutas, que eram tratadas de maneira isolada, percebeu o método de mapeamento enquanto estudava as práticas de implementação enxuta da Toyota. Observou que este possuía um potencial muito maior do que se pensava ter, então, ele formalizou a ferramenta e construiu um método de treinamento baseado no extraordinário sucesso obtido (ROTHER & SHOOK, 1999).

Nos últimos anos, Mike Rother e John Shook, vêm tentando encontrar maneiras para auxiliar empresas a terem uma visão sobre o fluxo como um todo, com o objetivo de implementar um sistema enxuto de produção, ao invés de um sistema isolado de melhorias.

3.2.1. Definição

De acordo com Gonçalves e Miyake (2003), “...esta ferramenta visa agregar conceitos

e técnicas ao invés de se implantarem alguns processos isolados de melhoria, sem qualquer coordenação entre si...”.

Segundo Rother & Shook (1999), fluxo de valor é toda ação, que agrega ou não valor, necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto: (1) o fluxo de produção da matéria-prima ao consumidor final, e (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

Além do fluxo de material, que é o movimento de materiais dentro da fábrica, deve-se levar em consideração, com a mesma importância, o fluxo de informação, que é o responsável por avisar para cada processo o que fabricar ou fazer em seguida.

De acordo com Jones & Womack (2004), “...MFV é o simples processo de observação direta do fluxo de informação e de materiais conforme eles ocorrem, resumindo-os visualmente e vislumbrando um estado futuro com melhor desempenho”. Considerada essa definição, observa-se que o principal objetivo do MFV é conseguir uma visualização clara dos processos de manufatura e de alguns de seus desperdícios, bem como medidas eficazes de análise que auxiliem no projeto de otimização do fluxo e eliminação de desperdícios.

Para modelar o fluxo de valor é utilizado um conjunto de símbolos pré-definidos, o que não impede a criação ou inclusão, por parte da equipe, de outros ícones específicos, para a representação de detalhes característicos do processo. A Figura 1 mostra alguns dos ícones usados para a técnica do MFV.

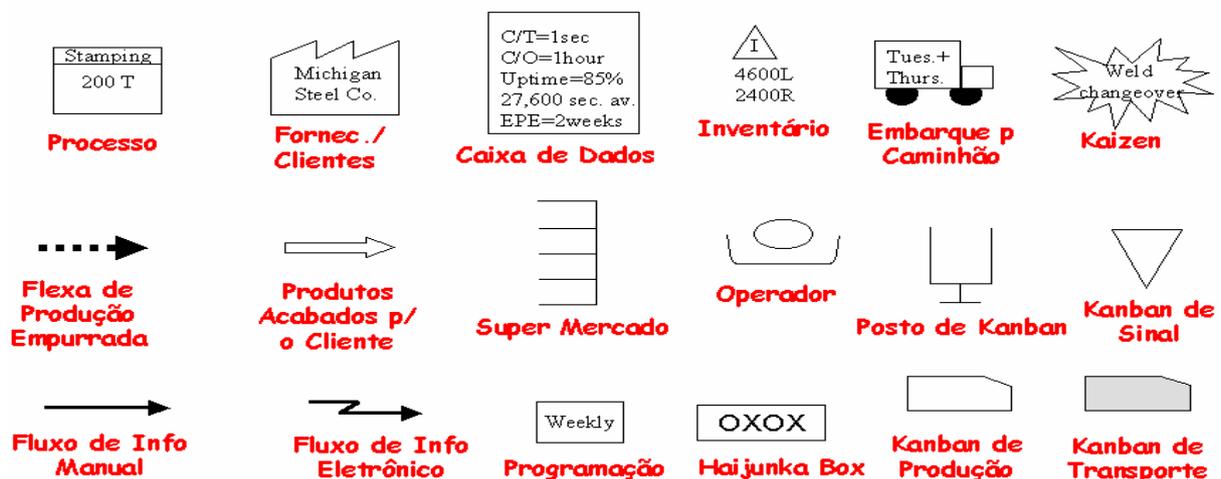


Figura 1 – Símbolos utilizados pelo MFV (adaptação)
 Fonte: disponível em www.numa.org.br, acesso em 5 fev. 2006

O MFV pode ser utilizado como uma ferramenta de comunicação ou de planejamento de negócios ou, também, para o gerenciamento dos processos de mudanças. Para começar a sua utilização, devem-se seguir algumas etapas principais (V. Figura 2). Como pode ser observado, encontra-se em destaque o estado futuro, que é o mais importante, pois sua meta é

introduzir um fluxo enxuto de valor. Entretanto, para que o mapa do estado futuro alcance definitivamente este fluxo enxuto, devem-se observar os seguintes princípios enxutos (princípios *lean*) (QUEIROZ, RENTES & ARAUJO, 2004):

- Produzir de acordo com o *takt time*: o *takt time*, segundo Rother & Harris (2002), “é a velocidade na qual os clientes solicitam os produtos acabados...”, ele é obtido pela divisão do tempo total disponível de produção por turno (T/D) pela demanda do cliente. É utilizado para sincronizar o ritmo da produção com o das vendas, sem criar um excesso de produção.
- Desenvolver um fluxo contínuo onde possível: significa produzir uma peça de cada vez, passando cada item de uma etapa do processo para a outra, sem paradas, acarretando em menos desperdícios.
- Utilizar supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende aos processos anteriores: onde o fluxo contínuo não for possível, haverá necessidade de fabricação em lote, para isso, será necessária a instalação de um sistema puxado com base em supermercados. Ou seja, “...o processo cliente vai ao supermercado e retira somente o que precisa e quando precisa, cabendo ao processo fornecedor produzir apenas para o reabastecimento” (QUEIROZ, RENTES & ARAUJO, 2004). O sistema responsável por essa movimentação é o sistema *kanban*, que será apresentado posteriormente.
- Procurar enviar a programação do cliente para somente um processo de produção: esse ponto será chamado de processo puxador, pois ele controla o ritmo de todos os processos anteriores de acordo com a demanda necessária.
- Nivelar o mix de produção: distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo, alternando repetidamente lotes menores de diferentes produtos, ao invés de dividi-los por períodos (manhã - tarde). Quanto maior o nivelamento do mix no processo puxador, melhor será sua resposta a diferentes pedidos dos clientes com um *lead time* curto.
- Nivelar o volume de produção: criar uma puxada inicial com a liberação e retirada de apenas um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador.

3.2.2. Etapas do MFV

Como pode ser visto na Figura 2, o MFV se divide inicialmente em 3 (quatro) etapas. Para melhor entendimento das etapas, os itens seguintes mostram um pouco mais sobre cada uma delas.

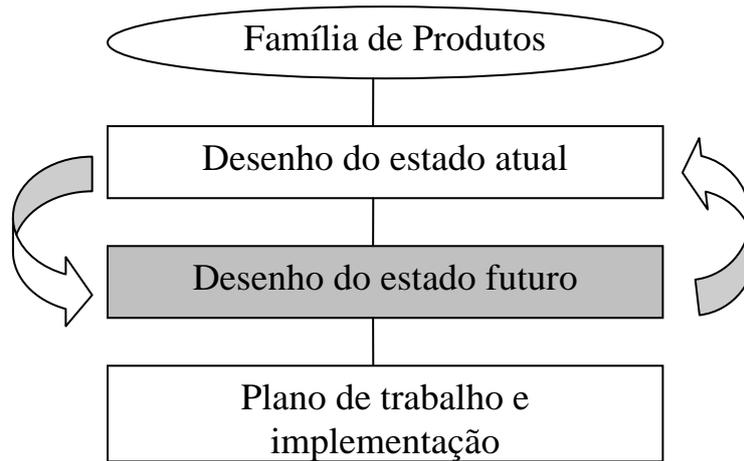


Figura 2 – Etapas iniciais do MFV (Rother & Shook, 1999)

1. Família de produtos: Rother & Shook (1999) definiram-na como um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos anteriores. A escolha da família de produtos para o mapeamento de seu processo deve partir do lado do consumidor.
2. Desenho dos estados atual e futuro: inicialmente mapeia-se o fluxo como está ocorrendo atualmente, a partir de dados coletados no chão de fábrica. Esses dados são necessários para o desenvolvimento do estado futuro, que será um mapa com melhorias propostas que visam diminuir desperdícios. Nota-se a existência de setas ligando os estados futuro e o atual, mostrando a dependência que há entre eles. Ou seja, durante a confecção do estado atual irão aparecer idéias para a criação do estado futuro, e no desenvolver deste, serão identificadas informações sobre o estado atual que antes não foram enxergadas.
3. Plano de implementação: descreve como se planeja chegar ao estado futuro. Após tê-lo colocado em prática, um outro mapa do estado futuro deve ser desenhado, ou seja, deve ocorrer uma melhoria contínua no nível do fluxo de valor.

3.2.3. Dificuldades para a implantação do mapeamento

Podem-se relacionar várias barreiras que dificultam a implantação do MFV. A seguir são apresentadas algumas delas (XAVIER & SARMENTO, 2006):

1. Mapeamento desordenado: não se devem mapear todos os fluxos de valor de uma organização; o mapeamento deve ser implementado onde acarretará benefícios para a organização. São sugestões para não ocorrência de mapeamento desordenado:
 - focalizar os esforços nos fluxos de valor que exigem melhoria substancial;

- entender nitidamente a situação atual;
 - deliberar metas de melhorias para as famílias de produtos escolhidas;
 - definir e buscar um consenso sobre a ‘Situação Futura’; e após a implementação do estado futuro
 - reiniciar o mapeamento, porque depois de implementado, torna-se estado atual.
2. O mapeamento não pode ser delegado: é uma responsabilidade da alta administração, com seu envolvimento direto, ou seja, o gerente deve caminhar pessoalmente pelo setor a ser mapeado e participar explicitamente. Com isso, poderá conhecer a situação atual e, assim, dar sugestões, orientar e tomar parte da realização do estado futuro.
 3. O MFV é diferente dos tradicionais Mapas de Processo (MP): usualmente os MPs focalizam processos individuais, enquanto o MFV enfoca os fluxos de materiais e informações relacionadas a famílias de produtos. Além disso, a visão de estado futuro de um MP é definida, na maioria das vezes, com base em perspectivas óbvias de melhorias a serem feitas, sem levar em conta os princípios *lean*, aptos para originar fluxos de valor cada vez mais enxutos.
 4. Níveis de estoque (matérias-primas, produtos em trânsito ou acabados): devem ser observados em seus fluxos de valor. Transformando-os em valores financeiros, ajuda-se a enxergar ganhos significativos imediatos e aparentemente fáceis de conquistar. Com a mensuração dos níveis de estoque, o *lead time*, um indicador muito importante, pode ser medido mais facilmente. Já os acúmulos de estoque nos mostram onde o fluxo é interrompido.
 5. Não atribuição de valores não significativos aos mapas: informações desnecessárias tais como distância entre estações de trabalho, número de empilhadeiras utilizadas impedem a visualização objetiva do mapa. Além disso, podem ser consumidos dias de trabalho para o levantamento dessas informações pouco úteis. Um bom mapa é aquele que torna possível enxergar claramente a mudança.
 6. Escolha de atitude: olhar muito de longe mostra que não se é capaz de enxergar precisamente o estado atual e, conseqüentemente, não ter visão do futuro. Já o contrário, se for uma visão muito de perto, acarretará apenas a visualização de melhorias pontuais e não sistêmicas.
 7. Elabore planos de ação, não de estudo: mostre que a prioridade é a implantação do estado futuro desenhado; devem ser determinadas as expectativas de prazos para implementação e os recursos que deverão ser destinados. Após a elaboração do plano de ação, deve-se

monitorar sua execução diariamente; obstáculos que venham a aparecer devem ser removidos um a um conforme surgirem. As grandes vantagens da ferramenta são sua simplicidade e o seu poder de provocar mudanças, além de servir como mecanismo de monitoração.

3.2.4. Benefícios do MFV

O MFV traz, além da eliminação de desperdício e otimização do fluxo do processo de manufatura, uma série de outros benefícios que facilitam, para a alta administração das empresas, o conhecimento e o controle do processo produtivo. A seguir estão citadas algumas dessas vantagens:

1. real capacidade produtiva da fábrica;
2. real *lead time*;
3. capacidade de produção real da empresa;
4. viabilização de recursos (matéria-prima e mão-de-obra);
5. visualização da atual situação da empresa;
6. elaboração de metas de melhorias do processo; e
7. otimização do uso de equipamentos;

Segundo Ferro *in* ROTHER e SHOOK (1999),

“O mapeamento ainda ajuda a estabelecer a real necessidade e o foco adequado das diversas ferramentas *Lean*, tais como: células para criar verdadeiro fluxo contínuo, sistemas puxados e nivelados, *setup* rápido, TPM, gestão visual etc., e a enxergar melhor a integração entre elas”.

3.3. FLUXO CONTÍNUO OU ENXUTO

O principal objetivo do MFV é a criação de um fluxo de valor contínuo (ou enxuto). Para a criação desse fluxo contínuo, muitas fábricas concentraram seus esforços na criação de leiautes em forma de U, ao invés de criar e manter um fluxo contínuo eficiente, que é o mais importante (ROTHER & HARRIS, 2002).

Segundo Rother & Harris (2002),

“...fluxo contínuo é um conceito que, em seu estado ideal, significa que os itens são processados e movidos diretamente de processo para o próximo, uma peça de cada vez. Cada passo do processo opera somente na peça que é necessária ao próximo passo pouco antes que este passo precise dela, e o tamanho do lote de transferência é um...”.

Para atingir e manter um eficiente fluxo contínuo, as peças devem ser transferidas de uma etapa para outra sincronizadamente. Para facilitar e auxiliar nesse objetivo, o processo é dividido em células. De acordo com Rother & Harris (2002), “uma célula é um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos com os passos do processo colocados bem próximos uns dos outros, em ordem seqüencial, pelo qual as peças são processadas em fluxo contínuo”.

O fluxo contínuo é a maneira mais eficiente de transformar materiais em produtos. Suas vantagens estão a seguir:

- uso do mínimo de recursos: quantidade de pessoas, máquinas, materiais, prédios, equipamentos de movimentação, entre outros recursos, mantendo um mínimo necessário para a produção, o que implica em alta produtividade e baixo custo;
- *lead time* curto: minimiza o tempo de resposta ao cliente, além disso, diminui o tempo de conversão de dinheiro, ou seja, o tempo entre pagar a matéria-prima e receber o pagamento dos produtos reduz.

3.4. SISTEMA KANBAN

Segundo SCHONBERGER (1984), *kanban* significa ‘anotação visível’ ou ‘placa visível’; para melhor entendimento, toma-se *kanban* com o significado de ‘cartão’. Criado pela Toyota, o Sistema *Kanban* utiliza um determinado cartão para avisar a necessidade de entregar certa quantidade de peças, e outro, para avisar a necessidade de produzir maior quantidade das mesmas. Existem três tipos de *kanban* (SLACK, 1999):

- *Kanban* de transporte: usado para avisar, ao estágio anterior, que o material pode ser retirado do estoque e transferido para um destino específico. Contém as seguintes informações: número e descrição do componente, lugar de origem e destino, entre outras.
- *Kanban* de produção: sinal para o processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. As informações contidas neste normalmente incluem: número e descrição do componente, descrição do processo, materiais necessários para produção do componente, entre outras.
- *Kanban* do fornecedor: usado para avisar ao fornecedor que é necessário enviar materiais ou componentes para um estágio da produção. É similar ao *kanban* de transporte, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

O sistema *Kanban* pode ser utilizado de duas maneiras, com um ou dois cartões. O primeiro é utilizado quando os postos de trabalho que se encontram próximos um dos outros, sendo que um mesmo quadro de *kanban* pode ser utilizado por dois centros de controle. Já o

segundo, é utilizado quando existe uma grande distância entre os postos de trabalho. Neste caso, são utilizados o *kanban* de transporte e de produção em conjunto.

As funções e as regras para utilização do *kanban* podem ser vistas no Quadro 1.

Quadro 1 – Funções e regras para utilização do *kanban*

Funções do <i>Kanban</i>	Regras para Utilização
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar; 2. Fornecer informação sobre a produção; 3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo; 4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias; 5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz; 6. Revelar problemas existentes e manter o controle do estoque. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>kanban</i> no processo precedente; 2. O processo inicial produz itens na quantidade e seqüências indicadas pelo <i>kanban</i>; 3. Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>kanban</i>; 4. Serve para afixar um <i>kanban</i> às mercadorias; 5. Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é: mercadorias 100% livres de defeitos; 6. Reduzir o número de <i>kanban</i> aumenta sua sensibilidade aos problemas.

Fonte: Ohno, 1997.

O *Kanban* é uma ferramenta que auxilia na obtenção da Produção Enxuta. De acordo com MOURA, RITZMAN & KRAJEWSKI (1998), citado em Silva (2006), o sistema *Kanban* abrange dois tipos de atividades:

1. Sistema de controle de fluxo de material ao nível da fábrica, desde o almoxarifado de matérias-primas até o armazém de produtos acabados (*kanban* interno), o qual se estende, em alguns casos, ao controle do material distribuído ou recebido de fornecedores (*kanban* externo).
2. Sistema para o contínuo melhoramento da produtividade, alterando-se equipamentos, métodos de trabalho e práticas de movimentação de material, usando o sistema de controle de cartões (*kanban*) para identificar as áreas com problemas e avaliar os resultados das mudanças.

4. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MFV

Para melhor entender o MFV e visualizar seu benefícios, mostra-se a seguir um estudo realizado por Queiroz, Rentes & Araujo (2004) numa empresa produtora de equipamentos para extração de leite. Foi escolhido um produto, uma bomba de vácuo, da família de ordenhadeiras. Este item é responsável por 80% do custo final da família, com uma demanda

em torno de 24 unidades mensais (12 vendidas em separado e diretamente ao cliente final e o restante junto com o grupo de vácuo). A empresa possui um *takt time* de 29700 segundos, ou seja, o cliente está comprando este produto a uma taxa de um produto a cada 29700 segundos.

4.1. Mapa do estado atual

A Figura 3 permite observar como estava ocorrendo o mapeamento do estado atual. Pode-se ver um grande número de movimentações entre a fábrica e seus fornecedores, identificado pelos caminhões entre as etapas A – B, B – C, C – D, D – E, E – F, F – G, G – H, N – O, O –P, P – H, o que ocasiona a geração de estoques desnecessários, além de um grande *lead time*. Observa-se também um número muito alto de operadores (onze), não sendo necessário esta quantidade. Outro problema do processo é a etapa de transformação do produto (H até M), que poderá ser efetuada em uma célula para eliminar transporte de produtos em processo.

A programação de produção da fábrica, feita semanalmente, era independente da demanda necessária, ou seja, estava produzindo com um sistema empurrado de produção.

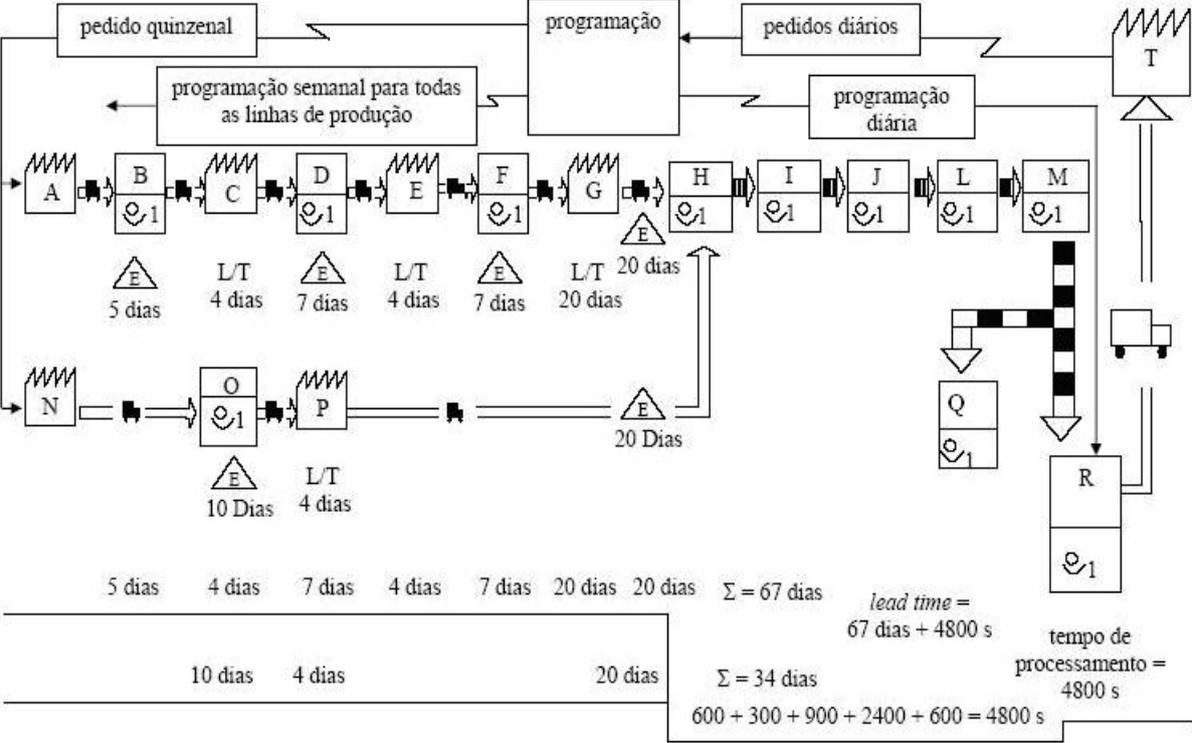


Figura 3 – Mapa do Estado Atual (Queiroz, Rentes & Araujo, 2004)

4.2. Mapa do estado futuro

Na Figura 4, que mostra o estado futuro proposto pelos autores, a programação de

produção passou a ser puxada, ou seja, controlada pela demanda. Com isso, o número de material em estoque foi bastante reduzido, considerando que a empresa passará a trabalhar com um sistema de supermercado, auxiliado por *kanban*. Além disso, houve uma expressiva redução na movimentação de materiais entre a fábrica e seus fornecedores. As etapas de processamento (H até M) foram transformadas em uma única célula (U), que irá produzir só irá produzir quando em que quantidade for necessário.

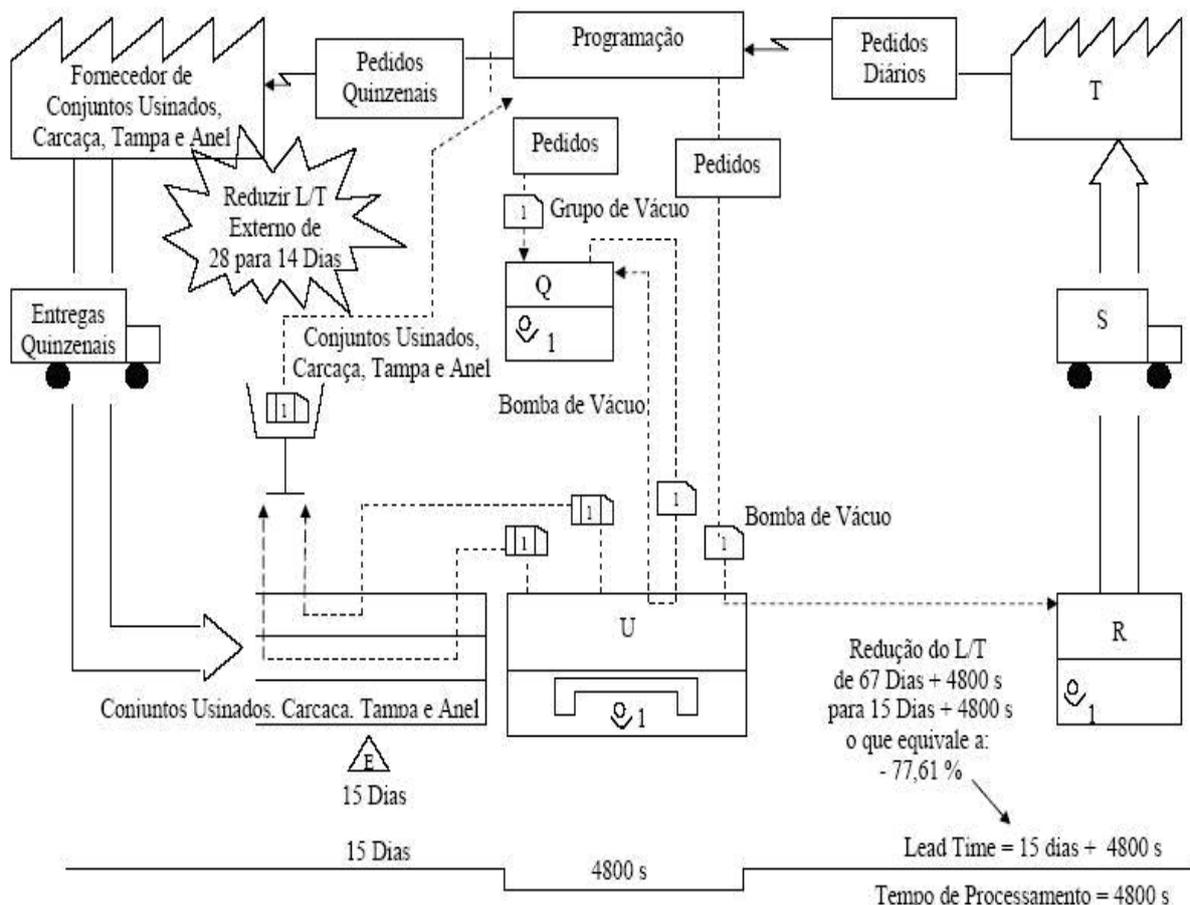


Figura 4 – Mapa do Estado Futuro (Queiroz, Rentes & Araujo, 2004)

Para se entender os mapas supracitados, no Quadro 2 apresentam-se as legendas a eles referentes.

Quadro 2 - Legenda

A – fornecedor de eixo e rotor
B – armazenar eixo e rotor
C – usinar eixo
D – armazenar eixo
E – fundir rotor ao eixo
F – armazenar conjunto eixo-rotor
G – usinar conjunto eixo rotor
H – lavar: T/C = 600s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s

(cont.)

(continuação)

I – montar tampa: T/C = 300s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s
J – montar componentes: T/C = 900s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s
L – testar bomba de vácuo: T/C = 2400s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s
L/T – <i>lead time</i>
M – pintar bomba de vácuo: T/C = 600s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s
N – fornecedor de carcaça, tampa e anel
O – armazenar carcaça, tampa e anel
P – usinar conjunto carcaça-tampa-anel
Q – montar grupo de vácuo: T/C = 14400s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s
R – expedir bomba de vácuo e grupo de vácuo
S – entregas conforme pedidos
T – clientes; demanda mensal = 12 bombas de vácuo e 12 grupos de vácuo
T/C – tempo de ciclo (tempo que leva entre um componente e o próximo saírem do mesmo processo em segundos)
T/R – tempo de troca (tempo de troca para mudar a produção do tipo de produto)
T/U – tempo útil (tempo efetivo da máquina)
T/D – tempo disponível (tempo de trabalho por turno em um determinado processo, em segundos)
U – célula lavar; montar tampa; montar componentes; testar bomba de vácuo; pintar bomba de vácuo: <i>takt time</i> = 29700s; T/C = 4800s; T/R = 0; T/U = 100%; T/D = 32400s

Fonte: adaptado de Queiroz, Rentes & Araújo (2004)

4.3. Análise das melhorias ocorridas

Como se pode observar, ocorreram várias melhorias após a aplicação do MFV. A seguir são listados alguns dos benefícios gerados com a implementação do estado futuro proposto pelo MFV:

1. redução das movimentações: nota-se uma eliminação do ‘vai e volta’ do rotor, eixo e conjunto eixo-rotor entre a empresa e seus fornecedores; outro indicador é a criação de um fluxo contínuo para cinco operações (lavar, montar tampa, montar componentes, testar e pintar bomba de vácuo) que eram realizadas separadamente;
2. redução dos estoques: isso pode ser observado porque ocorreu uma grande redução do lead time, que era de 67 dias e passou a ser de apenas 15, ou seja, uma redução de aproximadamente 78%;
3. redução de pessoas: antes eram observados 11 operadores; com a redução de operações, já citado anteriormente, ocorreu uma significativa redução no número de pessoas. esta queda foi de aproximadamente 73%, ou seja, a quantidade de operadores caiu para 3 pessoas.

5. CONCLUSÃO

Como as organizações estão buscando benefícios concretos que justifiquem os investimentos de tempo e recursos, hoje é maior a aceitação de outros critérios de competitividade, tais como *lead time*, prazos para pagamentos, serviços entre outros.

Pretendeu-se com o presente trabalho, melhor entender a filosofia de Produção Enxuta, assim como, apresentar o Mapeamento do Fluxo Valor, uma ferramenta que auxilia na eliminação de desperdícios no fluxo de produção. Além disso, ela é de grande auxílio para redução do *lead time* em uma linha de produção, tornando a empresa mais competitiva em um mercado tão exigente como o atual.

Atendendo aos objetivos do trabalho, foi mostrado por meio da revisão da literatura sobre o MFV, suas definições e seu campo de aplicação. Também foram mostradas algumas de suas vantagens e melhorias, além de dificuldades para sua implantação.

A partir da análise de um estudo já realizado em uma indústria de equipamentos para extração de leite, pôde-se observar como o MFV cria condições para promover melhorias, se corretamente aplicado. Outra vantagem dessa ferramenta é sua simplicidade, tanto no entendimento quanto na facilidade de utilização.

Como não foi possível realizar um estudo de caso numa situação real, fica como proposta a realização de estudos com e ou para a aplicação do MFV em uma linha de produção, utilizando as técnicas descritas no presente estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. *Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GONÇALVES, M. S.; MIYAKE, D. I. **Fatores Críticos para a Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor em Projetos de Melhorias**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: EPUSP, 2003.

JONES, D.; WOMACK, J. **Enxergando o Todo – Mapeando o Fluxo de valor Estendido**. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 2004.

MAESTRELLI, N. C. **Uma proposta de aplicação do mapeamento do fluxo de valor a uma nova família de produtos**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Piracicaba, SP. FEAU – UNIMEP, 2005. Disponível em <<http://www.aea.org.br/br/>> Acesso em: 07 março 2006.

NAZARENO, R. R.; RENTES, A. F.; SILVA A. L. **Implantado técnicas e conceitos da produção enxuta integradas à dimensão de análise de custos**. São Carlos, SP. EESC – USP. Disponível em <<http://www.numa.org.br/gmo/>> Acesso em: 10 mar. 2006.

NAZARENO, R. R.; SILVA A. L.; RENTES, A. F. **Mapeamento do fluxo de valor para produtos com ampla gama de peças**. 2003. Disponível em <<http://www.numa.org.br/>> Acesso em: 10 mar. 2006.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, J.V. ; REZENDE, M.M. **Estudo das Implicações Gerenciais da MPT (Manutenção Produtiva Total) nas Ações Industriais e suas Relações com Ferramentas de Vantagem Competitiva**. 2005. Trabalho de Graduação – Departamento de Engenharia Elétrica e de Produção, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

QUEIROZ, J. A.; RENTES, A. F.; ARAUJO, C. A. C. **Transformação Enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real**. 2004. Disponível em <<http://www.hominiss.com.br/artigos.asp>> Acesso em: 20 março 2006.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando o Fluxo Contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 2002.

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

SCHONBERGER, R. J. **Técnicas industriais japonesas: nove lições ocultas sobre simplicidade**. São Paulo: Pioneira, 1984.

SILVA, A. L. **Ferramentas da Produção Enxuta**. Disponível em <www.numa.org.br/gmo/arquivos/ferrenxuta.doc> Acesso em: 05 fevereiro 2006.

SLACK, N. et. al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

XAVIER, G. V.; SARMENTO, S. S. *Lean Production e Mapeamento do Fluxo de Valor*.
TEC HOJE Uma revista de opinião. Disponível em: <www.itec.com.br> Acesso em: 03
março 2006.