

# Mapeamento do Fluxo de Valor e Kaizen Como Instrumentos de Redução de Perdas: Um Caso na Indústria de Motosserras

Luis Gilberto Scherer <sup>1</sup>  
Marcelo Alexandre Borges <sup>2</sup>

## RESUMO

Tem se verificado que as operações industriais aplicam, cada vez mais, esforços e recursos no sentido de promover a melhoria contínua de seus processos e assim garantir uma sólida posição no mercado. Este artigo visa a identificar oportunidades de redução das perdas do processo de manufatura, através da utilização da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor e a aplicação de *Kaizen*. Trata-se de um estudo de caso na indústria de motosserras, em que há um levantamento detalhado de dados de todo o processo produtivo através do mapeamento da cadeia de valor, desde o recebimento da matéria-prima até os clientes. A partir da análise desses dados, demonstra-se o aumento de produtividade e outros ganhos em termos de resposta rápida e flexibilidade.

**Palavras-Chave:** Mapeamento do Fluxo de Valor. *Kaizen*. Produtividade.

## ABSTRACT

It has been observed that industrial operations apply more and more efforts to promote the continuous improvement at its processes to assure a solid position in its market. This article aims to identify opportunities for reducing wastes on the manufacturing process, through the use of tools like Value Mapping and Kaizen. There is a case study at this industry, which brings a detailed data gathering from the whole productive process through the mapping of all Value Chain, from raw material income to its consumers. Based on this analysis we can show the improvement on productivity and other benefits like agility and flexibility.

**Keywords:** Value Mapping. *Kaizen*. Productivity.

## INTRODUÇÃO

Com a abertura e o crescimento da economia brasileira, as empresas devem estar preparadas para agir e reagir rapidamente no sentido de manter, ou mesmo, conquistar novos clientes. Estas devem se capacitar para atender suas necessidades e expectativas, estendendo a mesma capacitação à sua cadeia logística. Algumas empresas estão, constantemente, atuando em melhorias da qualidade e produtividade. Estrategicamente, baseadas nos princípios da produção enxuta, buscam processos cada vez mais eficientes para ter uma rápida resposta às flutuações de demanda. O presente artigo traz um estudo de caso que será desenvolvido a partir de um processo extremamente importante e estratégico para a empresa em questão. O objetivo desse trabalho é estudar resultados obtidos a partir do uso da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor e da aplicação de *Kaizen*, na busca de maior produtividade no processo produtivo.

Os resultados obtidos a partir da implantação dessas ferramentas poderão comprovar que é possível remover os desperdícios do processo de fabricação. Esse conceito poderá ser disseminado em todas as células e nos processos da empresa, contribuindo, substancialmente, para o aumento da produtividade, garantindo a competitividade da organização.

Este trabalho é realizado a partir de um método de pesquisa e um referencial teórico. A pesquisa desenvolvida é aplicada, pois busca satisfazer uma necessidade presente em muitas organizações, ou seja, identificar e avaliar formas de eliminação de perdas para empresas que atuam em mercados competitivos.

O método utilizado é a pesquisa-ação, o qual se constitui em pesquisa exploratório-descritiva que visa a

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Gestão da Produção do Centro Universitário Feevale. e-mail: gilberts@stihl.com.br.

<sup>2</sup> Professor do Centro Universitário Feevale. Mestre em Eng. de Produção (UFRGS). E-mail: mborges@feevale.br.

avaliar um determinado ambiente organizacional ou objeto de análise, através da associação do conhecimento formal do pesquisador ao conhecimento informal dos colaboradores da empresa na qual ocorre o estudo de caso. O método de pesquisa-ação permite explorar o ambiente, colher informações, estabelecer regras e propor e implementar soluções. Um ponto importante a ser destacado na pesquisa-ação é o fato de permitir a vinculação da teoria com a prática (PRODANOV, 2003; ROESCH, 1999).

## 1. ADMINISTRAÇÃO JAPONESA (SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO)

Atualmente, uma intensa competição tem forçado as organizações industriais à busca de novos métodos de produção. Nesse sentido, Endres (1999) afirma que, movidas pela necessidade de reduzir custos e tempos de ciclo, as organizações estão, cada vez mais, buscando melhorias do desempenho de seus processos. Considerando esse cenário, encontram-se três palavras-chave: qualidade, custos e flexibilidade. Para responder a essas necessidades, as organizações aperfeiçoam seus modos de produção, incorporando tecnologias avançadas de processamento, assumindo filosofias de trabalho participativas e reestruturando seus sistemas operacionais.

Com relação à melhoria da qualidade e produtividade, a indústria japonesa tem sido uma referência importante no mercado mundial. Esse fato está diretamente relacionado aos seus princípios de produção, nos quais se busca a maximização dos ganhos, através da total eliminação das perdas, em que perdas são entendidas como toda e qualquer operação que não agrega valor ao produto (SHINGO, 1996). Seus objetivos fundamentais são a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir no cenário globalizado.

Segundo Womack e Jones (1998), sete são os tipos de desperdícios que foram identificados por Shigeo Shingo:

- a) superprodução: fabricar o produto em excesso ou cedo demais;
- b) espera: tempos prolongados em que as peças ficam aguardando, resultando em longo *lead time*<sup>3</sup>;
- c) transporte: movimento excessivo de peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia;
- d) movimentação: desorganização do ambiente de trabalho, resultando em baixo desempenho do processo;

- e) estoques: armazenamento excessivo de produtos ou componentes, resultando em custos excessivos e baixo desempenho do serviço prestado ao cliente;
- f) produtos defeituosos: problemas de qualidade do produto;
- g) retrabalho: trabalho para aproveitamento de peças rejeitadas devido a problemas de qualidade ou processo.

Segundo Ohno (1997), a essência do Sistema Toyota de Produção (STP) consiste em conceber um sistema capaz de produzir, competitivamente, uma série de produtos diferenciados e variados. Sendo assim, Guinato (1996) afirma que o STP é o resultado de um processo de contínua e consciente evolução e pode ser encarado como um instrumento para o melhoramento contínuo que, ao mesmo tempo, vai incorporando resultados desse processo em suas rotinas. A Toyota tem conseguido, sistematicamente, desenvolver produtos e respectivos processos com menores custos, mais rapidamente e com melhor qualidade do que seus concorrentes. Mas, em grande medida, esse sucesso se deve à aplicação da filosofia implícita no STP em suas diversas atividades (GHINATO, 1996).

## 2. PRODUÇÃO EM CÉLULAS

Segundo Shingo (1996), este conceito de produção em células é um sistema diretamente ligado ao conceito *just in time*<sup>4</sup>. O trabalho, na forma de células, tem as máquinas de produção utilizadas de maneira mais dedicada do que no sistema tradicional. A nova disposição de máquinas voltadas para atender às necessidades de uma seqüência lógica de processos, e não mais por produtos ou família de produtos, é uma alternativa para o incremento da produtividade conforme o conceito da Produção Enxuta. É a substituição do conceito da produtividade individual pelo da produtividade global (SHINGO, 1996; OHNO, 1997).

### 2.1 Conceito

Segundo Ohno (1997), o arranjo físico ou *layout* é um dos fatores diretamente relacionado ao aumento da produtividade nas empresas, trata-se do estudo da distribuição espacial ou do posicionamento relativo dos diversos elementos que compõem o posto de trabalho. O arranjo físico denominado células de produção é obtido quando se agrupam as máquinas ou postos de trabalho de forma que cada grupo (célula) fabrique os

<sup>3</sup> *Lead time*: tempo que uma peça leva para ser produzida desde o início até o final do processo de fabricação.

<sup>4</sup> *Just in time*: conceito que se refere a produzir os itens necessários, na quantidade necessária e exatamente no momento necessário solicitado pelos clientes.

produtos totalmente (preparação, montagem e acabamento). Na célula, são produzidos produtos de uma determinada família que apresentem alguma semelhança no processo produtivo. As células de produção dependem essencialmente da multifuncionalidade dos operadores, ou seja, todos devem ser capazes de operar as várias máquinas que compõem a célula.

Abaixo seguem alguns benefícios que podem ser alcançados através da configuração das células de produção (OHNO, 1997):

- a) melhor comunicação entre os operadores;
- b) eliminação de estoques intermediários;
- c) movimentação dos produtos é facilitada;
- d) aumento de produtividade;
- e) ampliação do conhecimento pela troca de experiências;
- f) operadores necessitam ser mais capacitados (multifuncionais);
- g) menor ocupação de áreas na fábrica;
- h) menor nível de material em processo;
- i) redução do tempo de preparação das máquinas.

### 3. AUTONOMAÇÃO - JIDOKA

Outro pilar de sustentação do STP é denominado de autonomia, que não deve ser confundido com a simples automação. Segundo Moody e Sharma (2003, p.109), ela é conhecida também com “automação com toque humano”. A autonomia visa a distinguir entre operações normais e anormais de operação das máquinas, evitando assim a fabricação de produtos defeituosos. A autonomia também muda o significado da gestão. Não será necessário um operador enquanto a máquina estiver funcionando normalmente; apenas quando a máquina pára, devido a uma situação anormal, é que ela recebe atenção humana. Através da utilização de mecanismos sofisticados para detectar anormalidades de produção, a autonomia permite definitivamente a separação dos trabalhadores das máquinas. Como resultado, um trabalhador pode atender diversas máquinas, tornando possível reduzir o número de trabalhadores e aumentar a eficiência da produção.

Com a aplicação das operações multimáquinas, em 1955, cada trabalhador da Toyota operava cinco máquinas. Os trabalhadores fixavam e removiam as peças de uma máquina, enquanto as outras processavam em automático (SHINGO, 1996).

#### 3.1 Atividades que não agregam valor

As atividades que não são medidas, não podem ser gerenciadas. Todas as atividades devem ser precisamente identificadas e analisadas e, então, questionadas quanto ao seu valor, sendo, posteriormente, eliminadas ou melhoradas. É fundamental identificar o que é valor para os clientes.

Dentro do fluxo cada atividade, deve-se questionar qual o papel de cada elemento na satisfação das necessidades dos clientes internos e externos (WOMACK; JONES, 1998; MIKA, 2001).

Conforme Shingo (1996), é comum definir dois tipos de atividades quanto à sua organização:

a) atividades que agregam valor: são atividades que transformam a matéria-prima, modificando sua forma ou qualidade. Na visão dos clientes e do consumidor final, elas agregam valor ao produto e serviço, ou seja, atividades pelas quais o consumidor está disposto a pagar, pois representa a criação de valor;

b) atividades desnecessárias que não agregam valor: são atividades causadas, por exemplo, devido às falhas de manutenção nos equipamentos, reparos, retrabalho, movimentações desnecessárias, que reduzem a eficiência operacional. Na visão dos clientes e consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço e são desnecessárias. Essas atividades são, nitidamente, desperdícios e devem ser eliminadas a curto e médio prazo.

Na maioria dos fluxos de valor das empresas de manufatura, as atividades que realmente agregam valor para os clientes representam apenas uma pequena fração das atividades, o que sugere a existência de um ambiente propício para a realização de esforços voltados à redução do desperdício. Isso significa que eliminar as grandes fontes de desperdício é necessário para a melhoria do desempenho de toda a cadeia produtiva (WOMACK; JONES; FERRO, 2003).

#### 3.2 Estoques e Esperas

Há dois tipos de esperas relacionadas com estocagem: estoques entre processos (esperas de processo) e estocagem relacionada com o tamanho do lote (esperas de lotes).

As esperas de processo referem-se tanto a lotes de itens não processados aguardando pelo processo, como a acumulação de estoque excessivo a ser processado ou entregue. Os estoques ocorrem para compensar os problemas oriundos do processamento. Quanto maior o estoque, mais difícil é a identificação dos problemas, que não estão visíveis, dificultando atacá-los diretamente (SHINGO, 1996).

Nas esperas de lote, o lote inteiro, com exceção da parte sendo processada, encontra-se em estoque até que todas as peças do lote tenham sido processadas. Muitas empresas toleram as esperas causadas pela produção de lote, porque acreditam que isso reduz os custos relativos de *setup* e proporcionam economia de horas-homem (SHINGO, 1996).

Conforme Shingo (1996), esse raciocínio está baseado em hipóteses errôneas. Os ciclos de produção são reduzidos através da eliminação das esperas do lote. A maior redução no tempo de produção é obtida

através do fluxo unitário de peças de um processo ao outro. Todavia, lotes de transporte de peças unitárias acarretam um incremento na operação, problema esse que pode ser resolvido através da melhoria do *layout*. Outro ponto observado é que os lotes podem ser reduzidos através da adoção da TRF (troca rápida de ferramentas). Os tempos de *setup* podem ser reduzidos a tal ponto que não haja nenhuma vantagem em aumentar o tamanho do lote de processamento. “A eliminação da estocagem entre processos e a eliminação da estocagem pelo tamanho do lote, podem reduzir o ciclo de produção de 86% a 93%” (SHINGO, 1996, p. 72). Este método de redução das esperas no tempo de produção é à base do STP. Quando conjugadas com a prática da TRF, as entregas podem ser feitas em prazo bastante curto, sem nenhum inventário.

#### 4. JUST IN TIME

*Just-in-time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de produção no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabelece esse fluxo integralmente pode chegar a estoque zero. Shingo (1996, p.133) salienta que “o uso do *just-in-time* apenas para garantir que o produto final seja entregue dentro de um período estabelecido, pode resultar em superprodução quantitativa e antecipada”.

Muitas pessoas consideram o *just-in-time* a característica proeminente do Sistema Toyota de produção. Porém, o *just-in-time* não é mais que uma estratégia para atingir a produção sem estoque (ou estoque zero). O mais importante é o conceito de produção com estoque zero. (SHINGO, 1996, p. 131).

O *just-in-time* é um sistema de manufatura que produz os itens que os clientes querem, na quantidade certa e no momento certo, com a utilização mínima de recursos, tais como matérias-primas, equipamentos, mão-de-obra e espaço (MOODY; SHARMA, 2003).

Outro fator importante é com relação ao fluxo de produção. A busca pelo fluxo de peças unitário é um dos sistemas mais desafiadores do sistema de produção enxuta. Quando esse fluxo é aplicado, traz à tona problemas e falhas no sistema, tornando claras as oportunidades de melhorias no processo. Essas oportunidades, quando bem trabalhadas, proporcionam uma redução considerável no *lead time* e, conseqüentemente, um grande ganho de produtividade (MOODY; SHARMA, 2003).

Os controles da programação e da carga são dois outros importantes fatores no controle da produção. O controle da programação garante que o item seja fabricado dentro do prazo. O controle da carga garante que haja um equilíbrio adequado entre a capacidade e a carga. Em algumas empresas tradicionais, até pouco

tempo usava a produção em massa como um meio de reduzir seus custos. A produção em massa, também chamada de produção antecipada ou planejada, na verdade é baseada em projeções ou vendas já realizadas, e a demanda real, freqüentemente, é muito diferente das projeções. As empresas devem optar por produção em pequenos lotes, porque ela reduz e evita a geração de estoques excessivos. Na Toyota, a produção é baseada em pedidos confirmados e é voltada para um mercado que exige rápida entrega de uma grande variedade de produtos produzidos em pequenas quantidades. Nesse contexto, as empresas, para manterem sua competitividade, devem focar suas atividades e seus planos de ações para eliminar desperdícios reduzindo os seus custos de fabricação, para garantirem um lucro apropriado, buscando e minimizado continuamente um custo-alvo para a perpetuação da empresa no mercado (SHINGO, 1996; MIKA, 2001).

#### 5. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

O mapeamento do fluxo de valor consiste em uma ferramenta que ajuda a entender o fluxo de material e de informação à medida que o produto segue no processo produtivo. “Siga a trilha de produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhe uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação” (WOMACK; JONES; FERRO, 2003, p. 4).

O mapeamento de fluxo de valor permite às empresas enxergar os seus desperdícios, servindo para direcionar as melhorias no fluxo que efetivamente contribuem para um salto no seu desempenho, evitando a dispersão em melhorias pontuais, muitas das quais de pequeno resultado final e com pouca sustentação ao longo do tempo (WOMACK; JONES; FERRO, 2003). Um fluxo de valor visa a identificar e mapear toda a ação que pode ou não agregar valor, necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto.

Segundo Womack, Jones e Ferro (2003), são estes alguns benefícios da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor:

- a) permite a visualização além dos processos individuais, ou seja, o fluxo inteiro;
- b) permite identificar os desperdícios e ajuda a mapear as fontes dos desperdícios no fluxo de valor;
- c) torna as decisões sobre os fluxos visíveis, facilitando a discussão;
- d) une conceitos e técnicas da produção enxuta, que ajudam a evitar a implementação de técnicas isoladas;
- e) forma a base de um plano de implementação que ajuda a desenhar como o fluxo total de porta a porta deveria operar;
- f) mostra a relação entre o fluxo de informação e material;

g) descreve o que é necessário para realmente chegar aos objetivos.

As etapas do mapeamento do fluxo de valor são mostradas na figura abaixo.

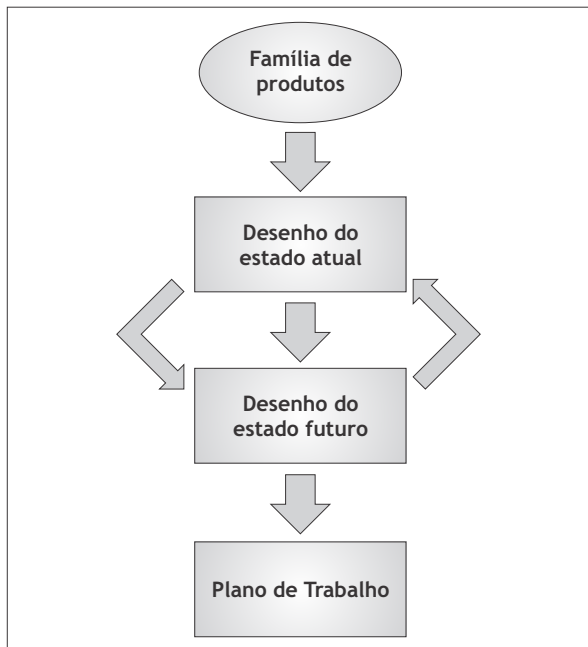


Figura 1: Etapas do mapeamento do fluxo de valor.  
Fonte: Womack, Jones e Ferro (2003).

### 5.1 Família de produtos

De acordo com Womack, Jones e Ferro (2003), uma família de produtos é um grupo de produtos que passa por etapas de processo semelhantes e utiliza equipamentos comuns nos seus processos. É importante descrever quantas peças diferentes existem na família, qual é a demanda dos clientes e a frequência de entregas. Conforme Womack e Jones (2004), ainda nessa etapa alguns passos são necessários:

- volta rápida pela fábrica para obter uma visão geral;
- executar a análise de peças e quantidade (Pareto);
- determinar tipos mais frequentes e tipos menos frequentes;
- elaborar a matriz da rota do produto para os tipos mais frequentes.

O mapeamento facilita a visualização do processo e ajuda a identificar as oportunidades de otimização. Dentro do fluxo de produção, há duas situações importantes. Em um primeiro momento, se

pensa somente no movimento do fluxo de materiais, mas é o fluxo de informações que diz para cada processo o que fabricar em seguida. Na produção enxuta, o fluxo de informação é tratado com tanta importância quanto o fluxo de material. A informação deve fluir de modo que um processo somente será acionado quando o processo seguinte solicitar (WOMACK; JONES; FERRO, 2003).

### 5.2 Mapa do estado atual e mapa do estado futuro

Na etapa de mapeamento do estado atual, é preciso voltar à fábrica para coletar dados e desenhar o mapa da situação atual. O fluxo a seguir é sempre do cliente ao fornecedor. Devem ser coletados os dados básicos, como volume de produção, tempo de atividade e turno, como também dados do processo referentes ao tempo de ciclo, tempo de *setup*, disponibilidade técnica do equipamento, inventário, alocação de funcionários, defeitos de retrabalho e sucata, volume dos lotes, quantidade de transmissão e rotas dos produtos.

Já na elaboração do mapa de estado futuro, deve-se visionar uma produção de acordo com o tempo de resposta esperado pelo cliente, sendo ele quem determina o ritmo da produção. O fluxo contínuo deve ser adotado através da sincronização dos processos e da implementação de *layout* adequado, buscando a aproximação das atividades. O estabelecimento do processo puxador determina a velocidade de todos os processos anteriores a este.

Com a fase de mapeamento concluída, são definidos vários planos de trabalho. A diferença dos *Kaizens* aplicados isoladamente é que, com o mapeamento, são identificadas prioridades de execução de acordo com a potencialidade de agregar valor para os clientes.

### 5.3 Kaizen

*Kaizen* consiste na ideia de que não existe nada perfeito, que a melhoria é um processo contínuo. Ou seja, por mais que pareça perfeito, tudo pode ser melhorado. Para a efetiva melhoria da produtividade, antes de mergulhar na tarefa de eliminação dos desperdícios, é necessário o mapeamento do fluxo completo de valor. Ataques *kaizen* de melhoria contínua, sem análise do fluxo de valor, podem resultar apenas em melhorias de uma pequena parte do fluxo de valor de um produto (WOMACK; JONES; FERRO, 2003).

Os mapas de fluxo de valor podem ser desenhados em diferentes momentos, a fim de revelar as oportunidades de melhoria. Segue abaixo um processo de pensamento consistindo em cinco etapas, proposto por Womack e Jones (1998), a fim de orientar os gerentes em uma transformação *lean thinking*<sup>5</sup>:

<sup>5</sup> *Lean Thinking*: termo usado para descrever pensamento enxuto ou mentalidade enxuta.

- a) especificar o valor do ponto de vista do consumidor final por família de produtos;
- b) identificar todas as etapas do fluxo de valor, para cada família de produtos, eliminando, sempre que possível, as etapas que não agregam valor;
- c) fazer as etapas agregadoras de valor em uma seqüência rígida de tal modo que o produto flua suavemente;
- d) conforme o fluxo é iniciado, deixar que os clientes puxem o valor da próxima atividade fluxo acima;
- e) quando o valor tiver sido especificado, os fluxos de valor estiverem identificados, as etapas que causam desperdício tiverem sido removidas e o fluxo e a puxada tiver sido introduzida, começar o processo novamente, continuando até atingir um estado de perfeição, estado este em que valor perfeito é o que agrega sem que haja desperdício algum.

Embora a busca pela redução de perdas seja uma meta contínua no STP, deve-se considerar que tal busca não ocorre de forma aleatória ou desordenada, mas lança mão de métodos específicos para atingir esse fim. O método acima, quando bem aplicado, reduz consideravelmente as perdas. Onde quer que haja um produto para o cliente, há um fluxo de valor. O desafio consiste em enxergá-lo. Os mapas de fluxo de valor podem ser desenhados da mesma forma para, praticamente, qualquer tipo de atividade de que consiste o negócio (SHINGO, 1996).

## 6. ESTUDO DE CASO

A Stihl é uma empresa alemã, fundada em 1973. Produz e comercializa 73 modelos de máquinas e equipamentos. Destes, 25 são produzidos em sua fábrica estabelecida em São Leopoldo, no Rio Grande do Sul, sob a razão social de Andreas Stihl Moto-Serras Ltda.

A Stihl fabrica equipamentos portáteis e motorizados, servindo principalmente para as atividades de silvicultura e jardinagem, divididos da seguinte forma:

- a) motosserras - utilizadas no manejo florestal;
- b) roçadeiras - para atividades na manutenção de áreas públicas, silvicultura e jardinagem;
- c) motobombas portáteis - equipamentos de múltipla aplicação utilizados no bombeamento de água;
- d) lavadoras de alta pressão - para serviços de limpeza em geral;
- e) cortadores a disco - usados para fazer corte de concreto, granitos em geral e aços;
- f) podador - para poda de árvores frutíferas e cafezais;

- g) derriçador - para a colheita de café;
- h) pulverizador - serve para pulverizar líquidos e granulados na agricultura e na fruticultura.

O grupo Stihl atua em três mercados: Brasil, América Latina e empresas coligadas. A Stihl Brasil tem uma atuação marcante na América Latina, onde é responsável por 2/3 do faturamento total do grupo, sendo líder no segmento de motosserras, detendo 30% do mercado mundial e 71% do brasileiro.

### 6.1 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido na área de usinagem na fábrica de virabrequins da empresa Andreas Stihl Moto-Serras Ltda.

A técnica de coleta de dados utilizada para a realização deste trabalho foi a de documentação direta utilizando meios como:

- a) observação, do tipo direta, realizada na célula de usinagem de virabrequins com o objetivo de coletar dados, entender e avaliar o processo;
- b) entrevista, do tipo despadronizada, realizada com os funcionários da célula de produção e com os analistas de métodos e processos da engenharia, totalizando aproximadamente seis pessoas;
- c) relatórios, tais como índices de produtividade, capacidade e sucata.

A análise dos dados foi realizada considerando as duas situações, que são: Processo de usinagem sem a utilização da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor e com a utilização da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor.

### 6.2 Processo de usinagem

A fábrica de Virabrequins está constituída por três células distintas:

- a) pré-usinagem de componentes: Antes do Tratamento térmico;
- b) tratamento térmico de componentes;
- c) usinagem dura de componentes e montagem final: após Tratamento Térmico.

O virabrequim é formado pôr três partes básicas, em aço forjado chamadas: Eixo parte AS, Eixo parte ZS e biela, que são usinados inicialmente em separado sendo posteriormente essas partes unidas por montagem, formando o conjunto virabrequim.

Atualmente são fabricados nove modelos de virabrequins, que variam em tamanho, mas têm forma similar, e a seqüência de operações é igual para todos os modelos dentro das células.

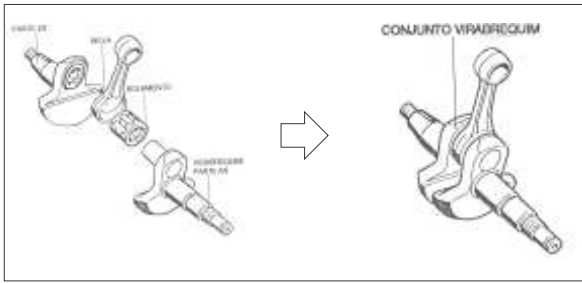


Figura 2: Conjunto Virabrequim fabricado na fábrica de Virabrequim.

Fonte: Norma técnica de processo da empresa Andreas Stihl Motosserras.

### 6.2.1 Pré-usinagem

As partes lado AS e lado ZS são recebidas em aço forjado por modelo e passam então pela linha de pré-usinagem, cujas principais operações são: fresamento, furação, torneamento e laminação de roscas. A linha é constituída de equipamentos de alto rendimento, produtividade e precisão do tipo tornos e frezadoras com controle CNC (Comando Numérico Computadorizado), Máquinas especiais e laminadoras de roscas.

As bielas, assim como as partes AS e ZS, são também forjadas em aço e sofrem então duas operações básicas em máquinas de alta precisão, que são a retificação das faces em uma retífica plana tipo *blanchard* e mandrilamento dos furos em uma máquina especial Stihl, construída especificamente para essa operação.

### 6.2.2 Tratamento Térmico

Uma vez concluídas as operações de usinagem mole das partes AS, ZS e Biela, essas são então transferidas para o setor de Tratamento Térmico. O processo de tratamento térmico realizado é o de cementação, para que as peças adquiram resistência mecânica quanto ao desgaste e deformações. Após esse processo, as peças são revenidas em forno de revenimento. As partes são jateadas em jato de granalha de aço e protegidas com óleo protetivo.

### 6.2.3 Usinagem final das partes AS / ZS e bielas

Após Tratamento Térmico, as peças voltam para a célula de usinagem, onde são realizadas as operações de acabamento. A linha de usinagem dura é constituída de máquinas de alta precisão, como retíficas de internos com fusos de alta rotação, retíficas automáticas angulares, máquinas de superacabamento, onde é feito o acabamento final. As bielas têm as faces novamente retificadas, os furos são retificados e brunidos em brunidoras verticais de três fusos, também de alta precisão, para garantir as especificações de diâmetros e erros de forma geométricos com precisão de décimos de milésimo.

### 6.2.4 Montagem e retificação final do conjunto

Após acabamento das partes AS, ZS e bielas, essas são lavadas em banhos com equipamento de ultra-som, com temperatura e tempo controlados para que seja obtida uma limpeza perfeita das superfícies. Feito isso, as partes são então unidas através de um processo de prensagem em uma prensa do tipo C de 25 toneladas, com dispositivo colunado para garantir as tolerâncias de alinhamento e paralelismo entre as partes. A operação final então é a retificação das hastes lado AS e ZS em 2 retíficas angulares automáticas de alta precisão, capazes de garantir as especificações geométricas finais.

### 6.3 Mapa da situação atual

Para se fazer o mapeamento do fluxo de valor, utiliza-se um conjunto padronizado de símbolos. Deve-se lembrar que nada impede que outros símbolos sejam criados na hora do mapeamento, mas o importante é que todos os envolvidos no projeto possam compreendê-los.

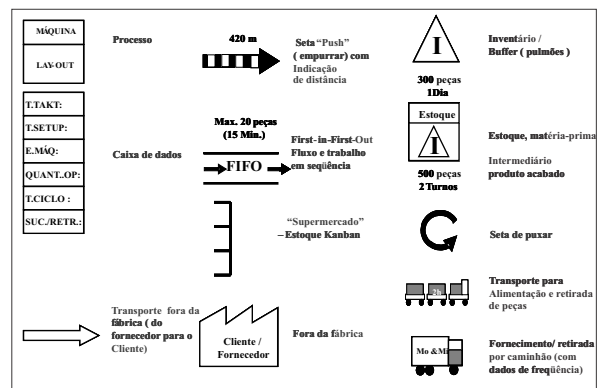


Figura 3: Símbolos usados no mapeamento da cadeia de valor. Fonte: James Womack, Daniel Jones e Roberto Ferro, 2003.

Seis famílias de produtos diferentes são processadas na fábrica de Virabrequins.

O próximo passo para o mapeamento do fluxo de valor é determinar as etapas do fluxo. Cada etapa do processo de usinagem foi separada pelo fluxo. Nessa etapa, pode-se observar uma série de pontos críticos:

- existem muitos estoques intermediários entre um processo e outro;
- sistema empurrado de produção;
- excesso de movimentação de peças na fábrica;
- tempo de atravessamento de 31 dias / ano;
- a taxa de valor agregado é de apenas 0,02 %;
- área ocupada de 886 m<sup>2</sup>.

### 6.3.1 Tempos de produção

A análise dos tempos takt (demanda do cliente) e do TCM (tempo de ciclo de máquina), que pode ser visualizada no gráfico nº 1, demonstra uma necessidade de demanda do cliente inferior ao que pode ser produzido em todos os processos. Essa análise mostra que o trabalho de todas essas operações pode ser realizado com menos operadores envolvidos e atender

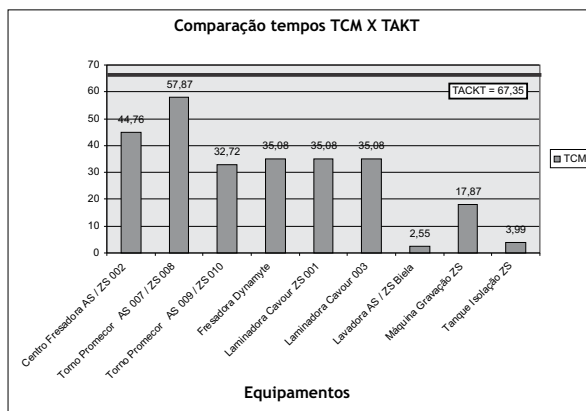


Gráfico 1: Gráfico comparativo entre TCM e TACT.  
Fonte: Gráfico elaborado pelo pesquisador.

## 7. MAPA DA SITUAÇÃO FUTURA

Considerando a análise realizada no setor, indicam-se algumas mudanças.

As principais propostas de mudança são alterações de *layout*, redistribuição de atividades, reduzindo a quantidade de operadores e a eliminação de estoques intermediários. A operação de inspeção visual cem por cento foi eliminada, reduzindo assim o *lead time*. Sugere-se também o sistema de supermercado nas saídas dos gargalos e na entrada de matéria-prima, usando o sistema de puxar de acordo com a demanda do cliente, como demonstra a figura 4.

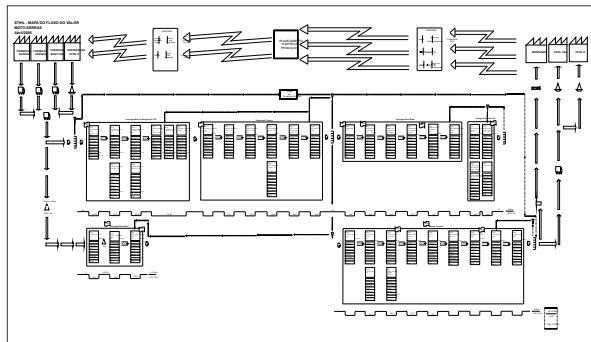


Figura 4: Mapa do fluxo de valor do estado futuro da fábrica de Virabrequim.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

Conforme mapa demonstrado na figura 4, observa-se que o fluxo de produção é puxado de acordo com a demanda do cliente. Foram criados supermercados de peças em algumas células e, com isso, os estoques foram eliminados, reduzindo substancialmente a quantidade de peças em processo.

Também foram identificados como propostas nove trabalhos de *Kaizens*, conforme quadro que segue.

| KAIZENS NECESSÁRIOS                    | DATA PREVISTA |
|--|---------------|
| 1 - Lay out usinagem mole              | jul/06        |
| 2 - Lay out Biela                      | jul/06        |
| 3 - Lay out Usinagem dura e conjunto   | set/06        |
| 4 - Inspeção final                     | nov/06        |
| 5 - Qualidade Cj. Pinhão               | dez/06        |
| 6 - Set up Nagel                       | fev/07        |
| 7 - Set up Tschudin conjunto           | mar/07        |
| 8 - Set up mole virabrequim            | jun/07        |
| 9 - Preparação carga forno - liberação | set/07        |
| 10 - Fornecedor Biela                  | nov/07        |
| 11 - Qualidade Biela - sucata Nagel    | fev/08        |

Quadro 1: Oportunidades de melhoria levantadas durante o estudo.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

A proposta apresentada, se implantada, poderá gerar os seguintes resultados:

| Ação                 | Atual              | Futuro             | Varição |
|----------------------|--------------------|--------------------|---------|
| T.A.V.               | 0,02%              | 0,07%              | 350% ↑  |
| Tempo Atravessamento | 31,29 dias         | 10,12 dias         | 65% ↓   |
| Funcionários         | 51                 | 48                 | 6% ↓    |
| Área                 | 886 m <sup>2</sup> | 798 m <sup>2</sup> | 11% ↓   |
| Volume pçs estoque   | 133164 pçs         | 13750 pçs          | 89% ↓   |
| Redução movimentos   | 1398 mts           | 838 mts            | 40% ↓   |
| Produtividade        | 6880 pçs/func.     | 9393 pçs/func.     | 35% ↑   |
| Giro estoque/ano     | 7,05               | 37                 | 428% ↑  |

Quadro 2: Indicadores comparativos de possíveis resultados.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

Com os dados relacionados no quadro 2, pode-se verificar que, se implantadas todas as propostas, todos os indicadores são significativamente melhores, comparados aos que se apresentam na situação atual.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste estudo de caso, tornou-se possível demonstrar a viabilidade e eficácia da utilização da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor como instrumento de eliminação de perdas e redução de custos. O uso dessa ferramenta propicia grandes benefícios no caso em estudo. A aplicação



possibilitaria potenciais incrementos na produtividade - em torno de 35%, decorrentes da redução das perdas em todo o processo de produção, permitindo, dessa forma, utilizar essas horas disponíveis para aumentar a capacidade da fábrica e melhorar a resposta ao cliente. Além do aumento de produtividade, observam-se também outros benefícios com o uso da ferramenta, como a redução do número de funcionários, tempo de atravessamento - em torno de 65 % menor, redução no volume de estoques - na ordem de 89 %, maior giro nos estoques e um significativo aumento na taxa que agrega valor.

Os resultados obtidos demonstraram que o uso da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor, com a conseqüente aplicação de *Kaizen*, possibilita plenamente a identificação e redução do desperdício, propiciando os ganhos necessários de produtividade.

Portanto, trata-se de um importante instrumento na busca de redução de perdas e melhoria de processos, o que é crucial para empresas que atuam em mercados competitivos.

#### REFERÊNCIAS

- BLACK, J. Temple. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Gerenciamento da Rotina**. Rio de Janeiro: Bloch, 1994.
- CHAPPELL, Lindsay. *After 2 missteps, McKechnie makes lean methods work*. **Automotive News**, Detroit, v. 76, p. 161, 2002.
- DRUCKER, Peter F. **Administrando para o Futuro**. Os anos 90 e a virada do século. São Paulo: Pioneira, 1998.
- ENDRES, AL. **Melhoria de Desempenho em P&D: o modo Juran**. Rio de Janeiro: Book Mark, 1999.
- GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção**. Mais do que simplesmente Just-in-time. Autonomia e zero defeitos. Caxias do Sul: Educus, 1996.
- KAPLAN, Robert. NORTON, David. **Mapas Estratégicos**. Convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- KOCHAN, Anna. *Lean production puts pressure on logistics*. **Automotive News**, Detroit, v. 77, p. 22, 2002.
- MIKA, Geoffrey. *Eliminate all Muda*. **Manufacturing Engineering**. Dearborn, v. 126, p. 18, Apr 2001.
- MOODY, Patrícia; SHARMA, Anand. **A Máquina Perfeita**. Como vencer na nova economia produzindo com menos recursos. São Paulo: Prentice Hall, 2003. 255 p.
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PRODANOV, Cleber Cristiano. **Manual de Metodologia Científica**. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2003.
- ROESCH, S. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**. São Paulo. Atlas, 1999.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- STIHL, Andreas. **Norma Técnica de Processo**. Pasta eletrônica, 2004.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução de Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- WOMACK, P. J.; JONES, D.T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. Elimine desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campos, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Enxergando o Todo**. Mapeando o fluxo de valor estendido. São Paulo: Campos, 2004.
- WOMACK, James. JONES, Daniel. FERRO, José Roberto. **Aprendendo a Enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.