

Mapeamento do Fluxo de Valor da Linha de Produção de Anéis Fofo Nodular

RESUMO

A intensa competitividade que envolve as organizações no mercado atual requer entre diversos aspectos a constante melhoria da produtividade. Dentro deste cenário, o TPS e suas ferramentas tornam-se um importante aliado no auxílio a resolução de problemas e melhoria contínua dos sistemas produtivos. Assim, este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre os Sistemas de Produção e Sistemas de Administração da Produção (SAP), o TPS ressaltando a filosofia Just in Time e um estudo de caso em que se utilizou uma das ferramentas do TPS, o MFV para diagnosticar, analisar e propor melhorias a uma empresa fornecedora de peças do mercado automobilístico.

Palavras Chaves: *Just in Time*, Mapeamento do Fluxo de Valor

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios nas indústrias de manufatura atualmente é conseguir produzir cada vez mais com a mesma capacidade produtiva e com uma qualidade superior.

Devido aos grandes desafios e competições acirradas, aos avanços tecnológicos e às mudanças organizacionais, o conceito de gerenciamento está mudando. A indústria moderna tem como desafio encontrar métodos, técnicas, sistemas e filosofias de manufatura e gerenciamento empresarial que as permitam melhorar seus processos de manufatura com o objetivo de alcançar vantagem competitiva frente ao mercado, aliando produtividade com flexibilidade.

Esta busca constante pelo aprimoramento contínuo tem obrigado as empresas a focar nas atividades de processos produtivos que realmente agregam valor aos produtos. Entre os métodos e filosofias de trabalho que mais se destacam no cenário mundial está o Sistema Toyota de Produção – *TPS (Toyota Production System)*, desenvolvido na *Toyota Motor Company*, no Japão, após a Guerra Mundial, por Taiichi Ohno.

Para Marchwinski e Shook (2007), o *TPS* foi desenvolvido para fornecer a melhor qualidade, o menor custo, a maior flexibilidade e o *lead time* mais curto por meio da eliminação de desperdício.

Uma ferramenta bastante interessante introduzida pelo *TPS* foi o Mapeamento do Fluxo de Valor – *MFV- (Value Stream Mapping)*, um método de modelagem de empresas que contém um procedimento para construção de cenários de manufatura.

Diante desse contexto, o trabalho visa, primeiramente o sistema de produção, segundo o *TPS* (Sistema Toyota de Produção), terceiro *Filosofia JIT (JUST-IN-TIME)*, quarto o *MFV* (Mapeamento do Fluxo de Valor) e quinto o estudo de caso: Empresa Mahle.

2. METODOLOGIA

Os métodos de pesquisa utilizados serão: a pesquisa bibliográfica, e o estudo de caso na empresa Mahle Componentes de Motores do Brasil LTDA. A técnica para coleta de dados será a observação direta de evidências relacionadas ao tema da pesquisa, reuniões com algumas pessoas dos níveis estratégicos, tático e operacional das quais serão analisados dados que podem resultar em propostas de melhoria no sistema produtivo.

Observe o fluxo de trabalho:

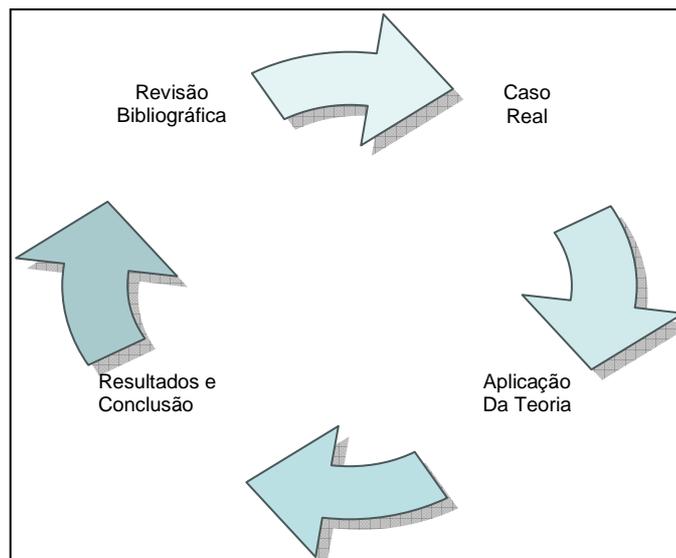


Figura 1: Fluxo do Trabalho.

3. SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Produção é a geração de bens ou serviços a partir da utilização de homens, materiais e equipamentos. MOREIRA (2002) define **Sistema de Produção** “como o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso de indústrias) ou serviços”, sendo uma entidade abstrata, porém de extrema utilidade para a apresentação de inúmeros conceitos, sofrendo a influência de ambientes externos e internos, distinguindo assim alguns elementos fundamentais, como os insumos, o processo de criação ou conversão, os produtos ou serviços e o sistema de controle.

Segundo Harding (1981), Sistema Produtivo é o conjunto de partes inter-relacionadas que atuam de acordo com padrões estabelecidos sobre *inputs* (entradas) no sentido de produzir *outputs* (saídas).

Segundo RITZMAN e KRAJEWSKI (2004), os maiores determinantes na estratégia de produto são os tempos de produção e o grau de diferenciação de projeto imposto pelo cliente. Caso o tempo que o cliente esteja disposto a esperar seja menor que o tempo de fabricação ou montagem, então para não perder tal encomenda, a empresa deverá manter um estoque de produtos finais para pronta entrega (estratégia de produzir para estoque). Se o cliente estiver preparado para tolerar algum tempo de entrega com o objetivo de receber um produto fabricado, montado segundo suas determinações, sob a encomenda, a empresa pode optar por trabalhar com a estratégia de montagem por encomenda ou a estratégia de fabricar por encomenda.

De acordo com suas características de fluidez, o tipo de Processo de Produção por Fluxo pode ser melhor analisado conforme a classificação abaixo:

- **Fluxo Contínuo:** característico das assim chamadas indústrias de processo. Indústrias Químicas e alimentícias de forma geral, refinarias de petróleo, bem como estações de tratamento de dejetos são representativas desse subgrupo.
- **Fluxo Repetitivo:** Partes discretas e submontagens podem ser produzidas segundo processo por fluxo em equipamentos dedicados. O tamanho da demanda é o fator preponderante na seleção de uma linha produtiva dedicada. Outra justificativa pode ser a exclusividade imposta pelo processo de manufatura para determinado produto, o que possibilita elevada produtividade e relativamente baixa flexibilidade. Linhas de montagem

de veículos, do tipo dedicado, onde só ocorre processamento de um único tipo de modelo representam este subgrupo.

- **Fluxo Intermitente (em lotes):** Este tipo de processo produtivo é basicamente similar ao Fluxo Repetitivo, exceto que aqui existe flexibilidade suficiente para se permitir o processamento do mesmo produto em lotes de diferentes tamanhos, ou mesmo de produtos diferentes, mas que possuam grande similaridade, exigindo portanto pouca variação de ajustes na linha produtiva.
- **Fluxo Misto:** No Fluxo Misto a flexibilidade é elevada a nível muito superior aquele possibilitado pelos demais tipos anteriores. Tomemos como exemplo a produção Repetitiva. O Fluxo Misto possibilita que a natureza dedicada do Fluxo Repetitivo permita agora, não apenas a produção de um único tipo de item, mas de vários outros em diferentes tamanhos de lotes. Este tipo de organização do processo é de divulgação relativamente recente e vem tendo crescente aceitação graças às bem sucedidas experiências japonesas no chão de fábrica. Como exemplo, têm-se as células de manufatura (*FMC – Flexible manufacturing Cells*) e os Sistemas Flexíveis de Manufatura (*FMS – Flexible Manufacturing System*), além do próprio sistema *Kanban* de controle de produção, que embora não sendo necessariamente automatizado, possui características de versatilidade do tipo Fluxo Misto.

- Processo de Produção Funcional – *Job Shop*

Este tipo de produção é caracterizado pelo *layout* do tipo funcional, onde, como o próprio nome salienta, os equipamentos são organizados de acordo com as funções (torneamento, retífica, forjamento, etc.) que executam - equipamentos cujo processo produtivo seja similar são posicionados num mesmo local. À medida que as ordens, em diferentes estágios de elaboração, fluem entre centros de trabalho ou departamentos, diferentes operações são realizadas em cada um desses locais. Dessa forma o arranjo físico funcional apresenta grande versatilidade, uma vez que atende a um grande número de fluxos de diferentes ordens “correndo” simultaneamente entre centros de trabalhos e departamentos. Diferentemente da Produção por Fluxo o roteiro de produção de peças na Produção Funcional, não exige que o fluxograma de processo do item em processamento coincida com o percurso de deslocamento e posicionamento das máquinas requeridas no processo produtivo (*layout* por processo). Dessa forma, devido à necessidade de processamento de produtos diversos que dependem de processamentos similares, as rotas de produção (seqüências de operações) adaptam-se ao posicionamento das máquinas e instalações.

- Processo de Produção por projeto – *Fixed site*

Associado a um projeto, este tipo de organização do processo é caracterizado por trazer todos os recursos necessários à produção para o local onde o mesmo será produzido. Este tipo de organização do processo é encontrado em estaleiros, construção civil e montagem final de grandes caminhões “fora de estrada”, turbinas, vasos de pressão e qualquer outro item que seja difícil deslocá-lo entre centros de trabalho. Após o produto atingir um determinado estágio (grande peso ou volume), torna-se mais conveniente mantê-lo estacionário e mover os demais componentes para onde ele se encontra.

4. TPS - SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO - *Toyota Production System*

O *TPS*, ou Produção Enxuta como também é chamado por alguns autores, foi desenvolvido na *Toyota Motor Company*, no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, em resposta às pressões exercidas pelo mercado com o objetivo de combater os desperdícios da produção.

Segundo OHNO (1997), o *TPS* surgiu como um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios, como,

por exemplo, excesso de inventário entre as estações de trabalho, bem como tempos de espera elevados. Seus objetivos fundamentais são a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir neste cenário globalizado.

Para MARCHWINSKI e SHOOK (2007), o sistema de produção desenvolvido pela *Toyota Motor Corporation* para fornecer a melhor qualidade, o menor custo e o *lead time* mais curto por meio da eliminação de desperdício. O *TPS* é mantido e melhorado por interações entre trabalho padronizado e *kaizen*, seguidos de PDCA ou método científico.

O *TPS* é formado sobre dois pilares, *Just-in-Time* e *Jidoka*, e é normalmente ilustrado conforme figura 3 pela casa do *TPS*.

Por fim, o *TPS* foi sendo desenvolvido e deu origem aos conceitos da produção enxuta, *kanban*, *poka-yoke*, Mapeamento de Fluxo de Valor, entre outras atualmente utilizadas como referência em muitas organizações no âmbito mundial.

5. FILOSOFIA *JIT* (*JUST-IN-TIME*)

O *Just-in-Time*, ou *JIT* como é conhecido, é uma filosofia de administração da produção desenvolvida na *Toyota Motor Company*, no Japão, por Taiichi Ohno.

Segundo RITZMAN e KRAJEWSKI (2004), “*Um Sistema JIT é a organização de recursos, fluxos de informação e regras de decisão que permitem a uma organização obter os benefícios de uma Filosofia Just-in-Time*”.

Sistema *JIT* foca a eficiência, o melhor produto e o melhor serviço para desenvolver uma vantagem competitiva melhorando a administração de todo o sistema de produção, trabalhando continuamente pelas metas de melhoria de desempenho (MOLINA, 1995).

Hoje, o *JIT* é uma filosofia gerencial que se expandiu, e procura não apenas eliminar os desperdícios, mas produzir bens e serviços conforme necessários, no momento certo e na hora certa (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Para se atingir os objetivos do *JIT*, Ohno (1997) enfatiza a necessidade na maioria dos casos de se trabalhar sobre seis princípios básicos:

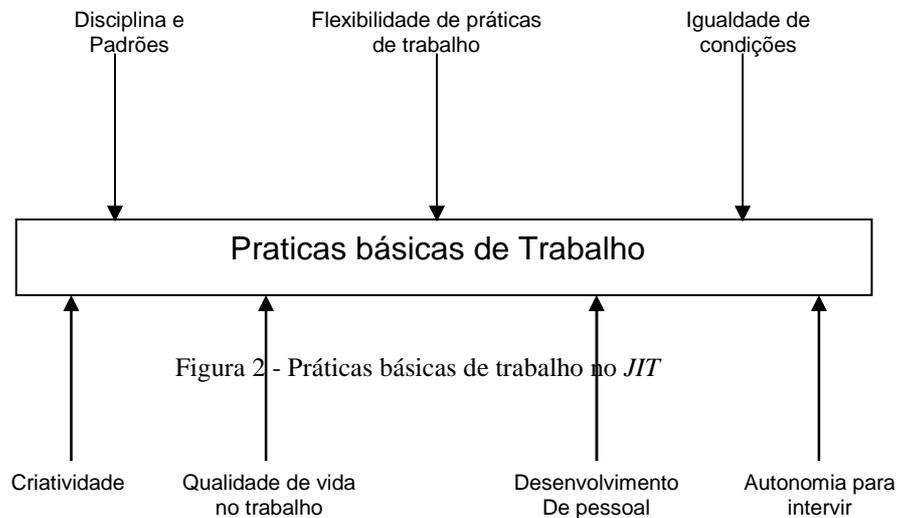
1. Integrar e otimizar cada etapa do processo de manufatura;
2. Produzir produtos de qualidade;
3. Reduzir os custos de produção;
4. Produzir somente em função da demanda;
5. Desenvolver flexibilidade de produção;
6. Manter os compromissos assumidos com clientes e fornecedores.

Para se obter sucesso na implementação do *JIT* deve-se respeitar as características operacionais e organizacionais de cada empresa, levando em consideração o ambiente em que ela se desenvolve, o sistema *JIT* requer um enfoque sistêmico acompanhado de mudanças profundas a nível técnico, gerencial, operacional e humano, pois ele não é uma técnica específica.

Para Slack *et al* (1999) o que distingue o sistema *JIT* de outros sistemas de produção são três razões chaves: eliminação dos desperdícios, envolvimento de todos (pessoas) e o aprimoramento contínuo.

O *JIT* possui também algumas características de caráter social relacionadas com a valorização do fator humano. Os grandes responsáveis pelo êxito ou pelo fracasso da implementação de um sistema *JIT* são, em última análise, os responsáveis por departamentos e setores. A eles cabe a missão de reduzir distâncias hierárquicas e criar um clima de participação efetiva de todos, assegurando o cumprimento dos objetivos em causa, pois, sem o interesse das pessoas, nenhum sistema, seja ele qual for, funciona.

As práticas básicas de trabalho, de acordo com os princípios do *JIT*, podem ser resumidas na figura 2:



TPM - Manutenção Produtiva Total

A TPM é um programa que visa eliminar a variabilidade nos processos de produção, onde todos os funcionários participam da preservação das máquinas, equipamentos e ferramentas, buscando garantir o fluxo de produção e redução dos custos do processo produtivo. MARTINS e LAUGENI (2005) apontam os tipos de manutenção, são eles:

6. MFV - MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – (VALUE STREAM MAPPING)

Utilizando-se uma definição prática, pode-se afirmar que o mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta da produção enxuta que auxilia no planejamento de negócio e gerenciamento do processo nas empresas (ROTHER e SHOOK, 2003). Porém, analisando-se a filosofia enxuta em si, ele representa na realidade uma das portas de entrada para a implantação do sistema enxuto de produção.

FERRO (2008) afirma que o MFV compõe uma ferramenta capaz de olhar para os processos de agregação de valor horizontalmente, enfatizando as atividades, ações e conexões no sentido de criar valor e fazê-lo fluir desde os fornecedores até os clientes finais. (vide figura 3)

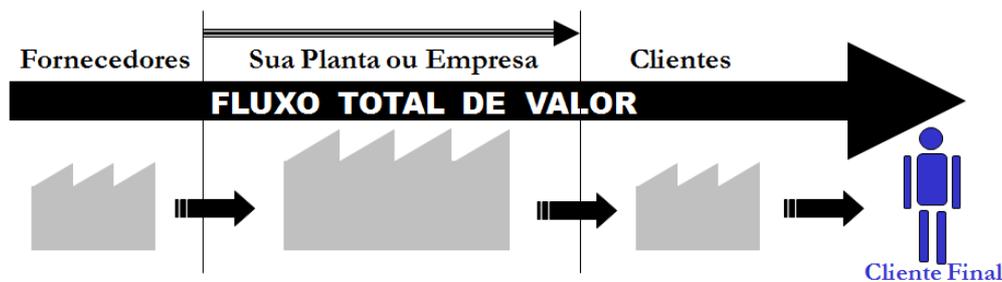


Figura 3: Fluxo total de valor

Segundo ROTHER E SHOOK (1999 apud MAIA e BARBOSA, 2006), o MFV 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.

Para ROTHER e SHOOK (2003), o MFV é essencial porque:

- Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, por exemplo, montagem, solda, etc. Você pode enxergar o fluxo todo.
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes de desperdícios no fluxo de valor.
- Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura.
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você pode discutilas. De outro modo, muitos detalhes e decisões no chão de fábrica só acontecem por omissão.
- Junta conceitos e técnicas enxutas, que o ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente.
- Forma a base de um plano de implementação. Ao ajudá-lo a desenhar como o fluxo total de porta a porta deveria operar – uma parte que falta em muitos esforços enxutos – os mapas do fluxo de valor tornam-se referência para a implementação enxuta. Imagine tentar construir uma casa sem uma planta!
- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material. Nenhuma outra ferramenta faz isso.

6.1. 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:

- Real capacidade produtiva da fábrica;
- Real *Lead Time*;
- Capacidade de produção real da empresa;
- Viabilização de recursos (matéria-prima e mão-de-obra);
- Visualização da atual situação da empresa;
- Elaboração de metas de melhorias do processo;
- Otimização do uso de equipamentos.

7. ESTUDO DE CASO

A Empresa em questão é uma multinacional alemã situada na cidade de Itajubá-MG tem uma planta de aproximadamente 50.200m de área construída, e conta com mais de 2.500 funcionários, mantendo dessa forma uma capacidade produtiva de 162 milhões de peças/ano.

7.1. O NEGÓCIO ANÉIS

A empresa é a líder na produção de anéis de pistão no Brasil, produz hoje 22 milhões de anéis de pistões por ano, que são fornecidos para a maioria das fábricas de motores nacionais. Os anéis combinam precisão geométrica com materiais base e coberturas de alta tecnologia, o que proporciona um reduzido desgaste, alta resistência a escoriações, baixo atrito e alta conformabilidade.

O critério para seleção do material é baseado em custo e performance do motor, garantindo-se total satisfação do cliente. As coberturas e tratamentos superficiais dos anéis asseguram um desgaste reduzido e uma alta resistência a escoriações, associados a um baixo desgaste do cilindro e propriedades favoráveis à lubrificação dos anéis. Aço e ferro fundido

nitretados, coberturas à base de cromo desenvolvidas para superar os mais severos requisitos de durabilidade e redução do período de amaciamento do motor de maneira a assegurar flexibilidade e entregas just-in-time, o processo de fabricação utilizado na empresa se baseia nos mais modernos conceitos de produção tais como células e mini-fábricas. O processo de usinagem da forma livre é efetuado através de torneamento de anéis em ferro fundido ou enrolamento por CNC de fitas de aço proporcionando aos anéis uma excelente vedação e performance durante o amaciamento e vida do motor.

A retificação CNC da face de contato abaulada, a marcação a laser e os sistemas à prova de erro são extensamente utilizados. Cuidados com o meio ambiente são considerados desde os primeiros passos dos novos projetos, sendo essa a visão compartilhada tanto pelos acionistas quanto pelos funcionários da empresa. A constante pesquisa em tecnologias "limpas" propicia um ambiente de trabalho de alta qualidade além de uma excelente interação com a comunidade.

Nada melhor para provar a qualidade dos produtos, que o sucesso em corridas internacionais. A Formula 1 conhecida principalmente pela alta tecnologia aplicada em seus equipamentos, possui nada menos que 6 entre as 10 equipes usando componentes. O pistão de um motor de Formula 1 pode atingir uma aceleração 15.000 vezes maior que a da gravidade, a 19500 RPM. Eles aceleram de 0 a 200 km/h em apenas 0,001 segundos e podem percorrer um trajeto de 28 metros em 1 segundo.

7.2. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

A área escolhida para o desenvolvimento do projeto foi a Mini Fábrica Pré-Usinagem – MFPU possui uma área total de 3.060 m² apresentando hoje um quadro de 282 colaboradores diretos. (Dados de Outubro/08).

Sua produção média diária é de 1.812 peças / homem / dia, totalizando em média ao fim de cada mês uma produção de aproximadamente 12.000.000 peças. (Dados de Outubro/08).

A equipe de trabalho da MFPU é composta por Qualidade, Engenharia de Processo, Logística e Produção, que estão assim distribuídos:

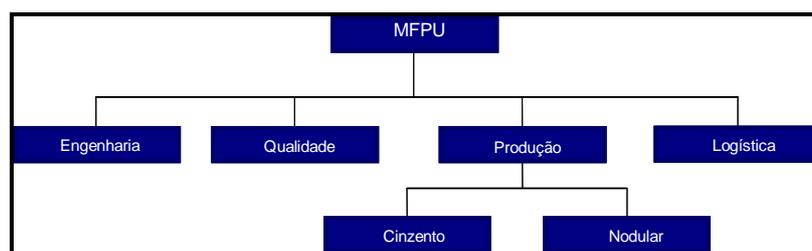


Figura 5: Organograma funcional – MFPU

Fonte: Mahle

Seu principal produto é a usinagem de blanks (Anéis semi-acabados) trabalhando com duas linhas de produtos: anéis de ferro fundido (FoFo) cinzento e anéis de ferro fundido (FoFo) nodular .

Para a preparação do mapeamento do fluxo de valor, foram seguidas as etapas apresentadas por Rother e Shook (2003). Foi escolhida uma família de produtos, desenhado o mapa do estado atual, e em seguida, após a análise do processo foi desenhado um mapa do estado futuro apresentando melhorias com metas propostas.

O produto analisado foi o *blank* CD0026871-00000900 pertencente à família dos AN'S com faixa de diâmetro de 75,0 a 80,0 mm que é um dos mais produzidos hoje com uma

demanda mensal de 528.480 peças, com uma chamada semanal 132.120 peças, divididas em 4 ordens de 33.030 aproximadamente 24.021 peças por dia.

As etapas de fabricação deste item são:

1. Fundição
2. Mandrilamento
3. Torneamento
4. Corte Split
5. Retificação
6. Tratamento Térmico
7. Retificação
8. Inspeção Final e embalagem

No mapeamento do estado atual, os tubos nodulares são transferidos diariamente, pela MFPU (Mini Fábrica Fundição) e usinados na MFPU, pela seguinte seqüência de operações: mandrilamento dos tubos (1 máquina), torneamento externo, divisão desses tubos em três tubos menores chamados potes (1 máquina) e corte em blanks pelo processo de fresamento (3 máquinas), vai para a retificação (bruta), logo em seguida vai para o tratamento térmico, é novamente retificada (acabada), depois inspeção final e embalagem. A programação era enviada diariamente a todos os postos de trabalho.

A MFPU trabalha em 3 turnos diários, com paradas de 1 hora para almoço totalizando assim 24.480 segundos por dia.

Nas operações com 90% de disponibilidade, temos 62.424 segundos. Sendo assim, com a demanda diária em 24.021 peças, temos o *takt time* de 2,59 segundos.

ROTHER e SHOOK (2003) justificam a importância do mapeamento do fluxo de valor por ser uma ajuda na visualização real do fluxo como um todo, ao invés de processos individuais, mostrando-nos as fontes de desperdícios e padronizando uma linguagem, tornando visíveis as decisões sobre o fluxo de um processo, permitindo sua discussão.

O MFV foi elaborado, e através dele foi analisada a situação em que se encontrava a linha de anéis fofo nodular.

7.2.1 MAPA DO ESTADO ATUAL

Após o mapeamento do estado atual e uma análise mais crítica junto a engenharia de processo com relação à produtividade, eficiência, *lead time*, flexibilidade, surgiu a necessidade de inovar e proporcionar uma mudança radical na forma que são manufaturados os blanks atualmente.

Através de um *benchmarking* (estudo das melhores práticas) realizado na planta de Mogi Guaçu-SP que produz porta anéis, que são similares aos blanks para anéis de pistão, salvo por algumas características particulares, foram observadas as operações de mandrilamento, tornemanto e corte split que são realizadas por um processo otimizado.

Após as análises do departamento de engenharia e com testes realizados nas máquinas de Mogi Guaçu, que apresentaram bom desempenho com o material fofo nodular, essa experiência serviu de incentivo para que a planta de Itajubá, investisse na construção de um protótipo para o desenvolvimento de um processo otimizado semelhante ao de Mogi Guaçu onde surgiu o projeto TBM (Torno de Blanks Mahle).

7.2.2. MAPA DO ESTADO FUTURO

Foram determinados alguns objetivos para que esse produto pudesse ter melhores resultados:

- Redução do *Lead Time*;
- Aumento da Produtividade;
- Redução de *W.I.P* (Work in Process – material em processo)

Várias outras ferramentas foram usadas para a implantação do estado futuro, e que foram responsáveis pelas melhorias atingidas:

- Tomada de Tempos para cálculo de tempo de ciclo;
- Padronização das Atividades;
- Cálculo de Takt Time - Com base no total produzido em 2008;
- Balanceamento de Operadores - Utilizando DBO (Diagrama de Balanceamento de Operadores);

Demonstrando os benefícios que foram atingidos pela identificação dos pontos de melhorias através do MFV, podemos destacar :

- Redução do *Lead Time*
- Redução *W.I.P* (Work in Process – material em processo);
- Aumento Raw Material – (Matéria-Prima).

8. CONCLUSÃO

Através do estudo de diversas obras acadêmicas, este trabalho apresentou que o *TPS*, a filosofia *Just in Time* e suas ferramentas podem ser de valiosa importância para organização, contribuindo na agregação de valor ao produto.

Entre as várias ferramentas apresentadas pelo *TPS* como alternativas para o auxílio na busca da eliminação dos desperdícios, fez a opção pelo MFV e do confronto de teoria com a prática apresentado no estudo de caso, podemos citar alguns dos benefícios que se atinge com a sua aplicação:

- Redução do *W.I.*;
- Aumento nas taxas de utilização de máquinas;
- Aumento de produtividade;
- Aumento de flexibilidade produtiva;
- Redução de estoques;
- Redução de *Lead time*;
- Redução dos custos de fabricação;

O MFV mostra-se como uma excelente ferramenta de auxílio à gerência para otimização e rapidez do processo de produção, permitindo a identificação do montante de tempo despendido ao sistema produtivo que não agrega valor à fabricação do produto, dando condições para que sejam tomadas ações de forma a se obter a melhoria contínua.

9. REFERÊNCIAS

ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de Materiais**. São Paulo: Atlas, 1999.

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

HARDING, H.A; **Administração de Produção**. São Paulo. Atlas, 1981.

MAIA, M. F. ; BARBOSA, W. M.; **Estudo da utilização da ferramenta mapeamento do fluxo de valor (MFV) para a eliminação dos desperdícios da produção, 2006**. Trabalho de

Graduação – Engenharia Elétrica e de Produção, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MARCHWINSKI, Chet; SHOOK, Jonh; **Léxico Lean: Glossário para praticantes do Pensamento Lean**; São Paulo: Lean Institute Brasil, 2007.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2ª edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. 3. Ed. São Paulo: Pioneira, 1998.

MOREIRA, Daniel Augusto; **Administração da Produção e Operações**. 5ª Edição. São Paulo: Pioneira, 2000.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 6ª edição. São Paulo: Editora: Pioneira Thomsom Learning, 2002.

OHNO, Taiichi; **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**; Tradução de Cristina Shumacher. Porto Alegre. Artes Médicas, 1997.

RITZMAN, Larry P; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Editora Prentice-Hall do Brasil, 2004.

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

SLACK, Nigel *et al*; **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas S.A. 1997.

SLACK, Nigel *et al*; **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas S.A. 1999.

TUBINO, D.F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo, Atlas, 1997.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.