

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

**ESTUDO PARA IDENTIFICAÇÃO E ELIMINAÇÃO DE PERDAS
EM UMA EMPRESA DO RAMO METAL MECÂNICA**

André Cintrão Bergoc

TCC-EP-10-2011

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

**ESTUDO PARA IDENTIFICAÇÃO E ELIMINAÇÃO DE PERDAS
EM UMA EMPRESA DO RAMO METAL MECÂNICA**

André Cintrão Bergoc

TCC-EP-10-2011

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Márcia Marcondes Altimari

Samed

**Maringá - Paraná
2010**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, que sempre estiveram ao meu lado dando apoio e amor incondicionais.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por quem tenho infinita admiração e orgulho, por me apoiarem em todas minhas decisões, por todo o amor, suporte, paciência, compreensão e força.

Aos meus irmãos, os melhores do mundo.

A todos os amigos que fiz aqui e levarei para vida toda.

Aos bons professores, que realmente se preocupam com o aprendizado dos alunos e que colaboraram para minha formação profissional.

A minha orientadora, por me guiar durante este estudo.

A Implemar e aos amigos que lá fiz, pela oportunidade de crescimento, experiência profissional e abertura para a realização desse estudo.

Aos grandes amigos Marcos Arantes, Arthur Cabrera e Guilherme Kishi, pessoas com quem pude aprender muito.

Finalmente, a Universidade Estadual de Maringá e todos seus colaboradores, por todos os momentos que aqui passei.

RESUMO

Os desperdícios, quase sempre, são grandes fontes de prejuízo nas mais variadas empresas. O Sistema Toyota de Produção (STP) foi pioneiro em enxergar que o processo produtivo pode ser dividido em elementos que agregam valor do ponto de vista do cliente (processamento) e elementos que não agregam (inspeção, transporte e esperas). O STP é caracterizado por ser um sistema que visa eliminação total de perdas. O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), criado pela Toyota, é uma ferramenta prática e eficiente, pois a mesma permite visualizar em quais pontos de um processo existem desperdícios e identifica quais são os pontos críticos deste e necessitam de melhorias. Este trabalho buscou identificar desperdícios no processo produtivo em uma empresa do setor metal mecânico, bem como suas causas. Para a realização do estudo, foi escolhida uma peça do *mix* de produto da empresa e seu processo foi descrito e analisado. Por meio da perspectiva do Sistema Toyota de Produção e a filosofia enxuta, foi construído um MFV Atual na tentativa de facilitar a visualização dos desperdícios encontrados no sistema produtivo. Elaborou-se também um MFV Futuro. A partir disso, foi realizada uma análise e uma série de considerações rumo a uma produção mais enxuta, com uma redução significativa do *lead time*.

Palavras-chave: *Mapeamento do Fluxo de Valor. Produção Enxuta. Desperdícios.*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 A FUNÇÃO PRODUÇÃO DO PONTO DE VISTA DO SISTEMA TOYOTA	4
2.2 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	5
2.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR	6
2.4 O QUE TORNA UM FLUXO ENXUTO.....	12
2.5 MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO.....	15
2.5.1 <i>Dividindo a implementação em etapas</i>	15
2.5.2 <i>O plano do Fluxo de Valor</i>	16
3 DESENVOLVIMENTO	18
3.1 METODOLOGIA	18
3.2 OBJETO DE ESTUDO	18
3.3 O PROCESSO PRODUTIVO	20
3.3.1 <i>Corte</i>	20
3.3.2 <i>Usinagem</i>	20
3.3.3 <i>Furação</i>	20
3.3.4 <i>Escariação</i>	21
3.3.5 <i>Acabamento</i>	21
3.3.6 <i>Fluxograma do Processo</i>	22
3.4 DETERMINAÇÃO DOS TEMPOS DE PROCESSO.....	23
3.4.1 <i>Tempos de Ciclo</i>	24
3.4.2 <i>Lead Time</i>	24
3.5 CONSTRUÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR ATUAL.....	24
3.5.1 <i>O Mapa do Fluxo de Valor Atual</i>	26
3.6 CONSTRUÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR FUTURO	27
3.6.1 <i>Tornando um fluxo de valor enxuto</i>	27
3.6.2 <i>O Mapa do Fluxo de Valor Futuro</i>	28
3.7 MELHORIA DO LEAD TIME	29
3.8 ANÁLISE DE RESULTADOS	29
4 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS.....	31
ANEXO I.....	32

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - FLUXO DO MATERIAL E INFORMAÇÃO	9
FIGURA 2 - FAMÍLIA DE PRODUTOS.....	10
FIGURA 3 - ETAPAS INICIAIS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	11
FIGURA 4 - OPERAÇÕES DE LOTE E OPERAÇÕES DE FLUXO	12
FIGURA 5 – ROTATIVIDADE DE ESTOQUE DE AUTOMÓVEIS POR PAÍS.....	15
FIGURA 6 - PINO DO AMORTECEDOR "JACTO"	19
FIGURA 7 - MAPEAMENTO DO PROCESSO	22
FIGURA 8 - LEGENDA MFV.....	25
FIGURA 9 - MFV ATUAL.....	26
FIGURA 10 - MFV FUTURO	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TEMPOS E DATAS DE PRODUÇÃO.....	23
TABELA 2 – MELHORIA DO <i>LEAD TIME</i> (EM DIAS).....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNC	Comando Numérico Computadorizado
ERP	<i>Enterprise Resources Planning</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
L/T	<i>Lead Time</i>
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
OP	Ordem de Produção
PCP	Planejamento e Controle de Produção
STP	Sistema Toyota de Produção
T/C	Tempo de Ciclo
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TRF	Troca Rápida de Ferramentas
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

1 INTRODUÇÃO

Como é de conhecimento de todos, o Brasil ocupa posição de destaque no mundo por sua alta produção de *commodities*, e essa característica tem se mostrado cada vez mais importante para o mercado interno. Com extensas plantações em todo território nacional, fica impossível imaginar o campo separado do setor de máquinas agrícolas, sendo este setor um dos responsáveis pelo formidável crescimento alcançado na produção de *commodities*, tornando todo o processo de cultivo mais prático, ágil e eficiente.

De acordo com Yoneya e Castade (2011), somente de maio de 2010 a abril desse ano, foram vendidas 66,8 mil unidades de colhedoras e tratores. Somente em uma feira, a mais famosa do setor, realizada em Ribeirão Preto – SP, a *Agrishow*, registrou-se R\$1,5 bilhão em negócios com máquinas e implementos agrícolas. Os autores ainda registram que as grandes empresas do setor estão tendo sérias dificuldades para atender a crescente demanda, e a espera por uma máquina pode chegar até noventa dias em algumas marcas.

Atrelado a este mercado, altamente aquecido e com boas perspectivas de expansão, há o mercado paralelo de peças para reposição das grandes marcas. A vantagem competitiva desde mercado reside principalmente nos preços e, como consequência disso, a demanda por peças paralelas é relativamente grande.

Visando atender a essa demanda, o presente estudo buscará respaldo no Sistema Toyota de Produção e em suas técnicas, também conhecido como Produção Enxuta, em uma tentativa de identificar os desperdícios e suas fontes, buscar eliminá-los e aumentar a eficiência do processo produtivo global.

1.1 Justificativa

Durante sete meses de estágio na empresa, observou-se o impacto negativo da falta de planejamento e controle da produção: elevado tempo de espera de lotes em processo; componentes de produtos sem identificação e em grandes quantidades; *lead time* elevado em relação ao tempo de processamento; entre outros.

A escolha de estudar o Sistema Toyota de Produção, adaptá-lo e trazer para a realidade da empresa justifica-se pela singularidade do mesmo, visto que, historicamente, demonstra sucesso nas organizações em quais está implantado e enraizado em seu modo de pensar e agir.

1.2 Definição e delimitação do problema

A empresa onde foi realizado o estudo, a Implemar, está localizada na cidade de Maringá e atua no mercado de peças de reposição nas linhas de plantadeira e pulverização das marcas Jacto, Baldan, Montana, SLC, Plant Center, Jumil, Hatsuta, Metasa, Tatu e Semeato. A empresa é de pequeno porte e possui 30 funcionários. O *mix* de produtos é de aproximadamente duas mil peças, das mais variadas funções, tamanhos e preços. Em 2011, a empresa atende a diversos clientes em todo o território nacional e possui representantes em vários estados brasileiros.

Não existe um Planejamento e Controle da Produção (PCP) efetivo. Existe um acompanhamento da produção e, teoricamente, tudo o que é produzido na planta é passado para o PCP dar entrada das informações no sistema de ERP e planilhas eletrônicas. Desta maneira, são gerados relatórios mensais que servem de auxílio à gerência em situações de tomadas de decisão.

Não existem programas da qualidade implantados na empresa. Porém, existe, de certa forma, o conhecimento do conceito de qualidade por parte da gerência, bem como a prática deste conceito de maneira intuitiva.

Os dados necessários à realização deste estudo serão coletados diretamente da produção da empresa. Para tanto, este trabalho visa realizar as observações necessárias, bem como coletar dados inerentes ao processo produtivo e também qualquer tipo de esclarecimento que se mostre necessário a realização do estudo.

Com todo o apoio e abertura necessários a realização do estudo por parte dos proprietários, o presente trabalho teve respaldo no Sistema Toyota de Produção (STP) e em suas técnicas, na Filosofia Enxuta, para um aumento na eficiência do processo produtivo global, por meio de melhorias nos métodos de produção e eliminação de perdas, no período de abril a outubro de 2011.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

- Utilizando os princípios da produção enxuta, elaborar uma proposta de melhoria nos métodos de produção através da identificação e eliminação de desperdícios.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar a filosofia do Sistema Toyota de Produção;
- Elaborar um Mapeamento de Processos;
- Reconhecer os maiores desperdícios e identificar causas;
- Realizar um Mapeamento do Fluxo de Valor Atual e Futuro;
- Elaborar propostas de melhorias;

1.4 Estrutura do Trabalho

No capítulo 1 estão apresentados a justificativa do trabalho, a definição e delimitação do problema, objetivos gerais e específicos e estrutura do trabalho. Nesta seção buscou-se apresentar o tema do trabalho, seus objetivos e uma delimitação geral do problema.

No capítulo 2, será apresentado o que já foi escrito sobre o tema do estudo e buscou-se apresentar pontos de vistas de variados autores.

No capítulo 3 está descrito o desenvolvimento do trabalho, a descrição da peça escolhida para estudo, seu processo produtivo, o Mapa de Fluxo de Valor Atual e Futuro.

Finalmente, o capítulo 4 traz as conclusões do autor sobre o presente trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção está apresentada uma fundamentação teórica para o presente estudo, que descreveu sobre aspectos do Sistema Toyota de Produção e sua técnica de Mapeamento do Fluxo de Valor, sendo esta considerada como de maior importância no contexto deste trabalho. Apresentaram-se também algumas técnicas e filosofias japonesas voltadas para melhorias no processo, visto que são necessárias para a realização dos objetivos do trabalho.

2.1 A função produção do ponto de vista do Sistema Toyota

Antes de introduzir os conceitos intrínsecos ao Sistema Toyota de Produção (STP), conhecido também por produção enxuta, faz-se necessário compreender a função produção como um todo. Para Shingo (1996), produção é uma rede de processos e operações. O processo é visto como o fluxo de materiais no tempo e no espaço, corresponde a transformação da matéria prima em componente semi-acabado e daí a produto acabado. As operações são visualizadas como o trabalho realizado responsável por essa transformação. Pode ser considerado como a interação entre operadores e equipamentos no tempo e no espaço. Ou seja, para maximizar a eficiência da produção, é necessário analisar profundamente e melhorar o processo antes de tentar melhorar as operações.

Shingo (1996) afirma que para se realizar melhorias significativas no processo de produção, é necessário distinguirmos o fluxo de produto (processo) do fluxo de trabalho (operação) e analisá-los isoladamente. Embora o processo seja realizado através de uma seqüência de operações, colocá-los num mesmo eixo para análise é um equívoco, pois reforça a idéia errada de que se for melhorada as operações individualmente, ocasionará um aumento da eficiência global do fluxo de processo do qual elas são uma parte.

Segundo Shingo (1996), podem ser identificados quatro elementos que compõem o processo. São eles:

- Processamento – Uma mudança física no material ou na sua qualidade (montagem ou desmontagem)
- Inspeção – Comparação com um padrão estabelecido
- Transporte – Movimento de materiais ou produtos; mudanças nas suas posições
- Espera – Período de tempo durante o qual não ocorre nenhum processamento, inspeção ou transporte
Há dois tipos de espera:
- Espera do processo – Um lote inteiro permanece esperando enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado

- Espera do lote – Durante as operações de um lote, enquanto uma peça é processada, outras se encontram esperando. As peças esperam para serem processadas ou pelo restante do lote ser fabricado. Este fenômeno também ocorre na inspeção e no transporte.

Entre estes quatro componentes, somente o processamento agrega valor; os outros três (inspeção, transporte e espera) podem ser vistos como perda (SHINGO, 1996).

2.2 O Sistema Toyota de Produção

Shingo (1996) caracteriza o Sistema Toyota por visar eliminação total das perdas. O autor afirma que tal sistema é comparável a um processo que poderia extrair água torcendo uma toalha seca. Segundo Shingo: “(...) na Toyota procuramos pelo desperdício que geralmente não é notado porque se tornou aceito como uma parte natural do trabalho diário”. Para o autor, existem dois tipos de operação: as que agregam valor e as que não agregam valor. Operações que não agregam valor como caminhar para obter peças, desembalar pacotes, podem ser consideradas perdas. Já as atividades que agregam valor, são aquelas que constituem o processamento, transformando a matéria-prima em produto acabado. Quanto maior o valor agregado, maior a eficiência da operação. “O principal objetivo do Sistema Toyota de Produção consiste na identificação e eliminação das perdas e na redução dos custos.”

Reforçando essa idéia, Slack *et al.*(2009) observam que o princípio chave das operações enxutas significa uma busca constante na eliminação de todos os desperdícios, de maneira a construir uma operação mais rápida, mais confiável, que produz produtos e serviços de mais alta qualidade e, acima de tudo, opera com custo baixo.

Para Liker (2006), o sistema Toyota de produção é a base para a maior parte do movimento de “produção enxuta” que tem dominado as tendências industriais (juntamente com o Seis *Sigma*) há aproximadamente 10 anos. Na visão do autor, apesar do enorme esforço realizado por parte das empresas para tornarem-se enxutas, tal objetivo não foi alcançado plenamente devido a falta de compreensão do conceito “enxuto” como todo um sistema que deve permear a cultura de uma organização, dando enfoque unicamente a programas como o 5S e o *Just-In-Time* (JIT).

Liker (2006) afirma:

“Para ser uma indústria enxuta, é preciso um modo de pensar que se concentre em fazer o produto fluir através de processos ininterruptos de agregação de valor (fluxo unitário de peças), um sistema puxado que parta da demanda do cliente, reabastecendo somente o que a operação seguinte for consumir em curtos intervalos, e uma cultura em que todos lutem continuamente para a melhoria”

Na visão de Liker (2006), a chave para as operações da Toyota era a flexibilidade (tempo de atravessamento). E isso levou a uma descoberta fundamental: “quando você reduz o *lead-time* e concentra-se em manter flexíveis as linhas de produção, realmente obtém uma melhor qualidade, melhor resposta dos clientes, melhor produtividade e melhor utilização dos equipamentos e do espaço”. O autor ainda observa que o foco da Toyota, nas décadas de 40 e 50, lançado sobre a eliminação do desperdício de material e de tempo em toda a cadeia do processo produtivo, foi determinado para lidar com as mesmas necessidades que a maioria das empresas enfrenta hoje em dia: a necessidade de processos rápidos e flexíveis, que entregue o que os clientes desejem, quando desejem, com máxima qualidade e a um custo acessível.

Para Taiichi Ohno, fundador do STP, o propósito de suas visitas e caminhadas pela fábrica era de identificar tudo que agrega valor do ponto de vista do cliente e eliminar todo o restante. “Ele aprendeu a mapear o fluxo de valor, da matéria-prima até um produto acabado que o cliente estava disposto a adquirir” (LIKER, 2006).

2.3 Mapeamento do Fluxo de Valor

De acordo com Fullman (2009), dentro das abordagens e técnicas para implantar um sistema de produção enxuta, um dos primeiros passos a ser dado é o mapeamento do fluxo de valor. Conhecido internacionalmente por *Value Stream Mapping* (VSM), o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) teve origem no Sistema Toyota de Produção, e pode facilmente destacar áreas problemáticas, evidenciando claramente oportunidades de melhoramento.

Segundo Womack e Jones (2004), da mesma forma que as atividades que não podem ser medidas não podem ser adequadamente gerenciadas, as atividades necessárias para criar, pedir e produzir um produto específico que não são precisamente identificadas, analisadas e associadas não podem ser questionadas, melhoradas (ou inteiramente eliminadas) e, por fim, aperfeiçoadas.

Os autores Womack e Jones (2004) afirmam que para criar um mapa do fluxo de valor, que identifique as ações necessárias para projetar, pedir e produzir um bem específico é preciso dividir tais ações em três categorias:

1. Ações que realmente agregam valor, conforme o interesse do cliente;
2. Ações que não agregam valor, porém são críticas para a realização do processo (tipo desperdício um), e;
3. Ações que não agregam valor e podem ser eliminadas imediatamente (tipo desperdício dois).

Fullman (2009) conceitua o MFV como:

Esse mapeamento tem como foco reconhecer desperdícios e identificar suas causas. Ele inclui mapear fisicamente seu estado atual enquanto também se visualiza aonde se quer chegar – desenho do estado futuro – que pode servir de base para outras estratégias de melhorias da cadeia produtiva. Um fluxo de valor inclui todas as atividades requeridas para levar um produto da matéria-prima do fornecedor às mãos do cliente. O VSM pode ser uma ferramenta para gerenciar seu processo de mudanças. O primeiro passo é desenhar o estado atual, obtendo informações diretamente na área da fábrica. Após análises, obtêm-se as diretrizes necessárias para mapear o estado futuro. O passo final é preparar um plano de implantação que descreve, em uma página, como planejamos atingir o estado futuro.

Segundo Fullman (2009), quando se desenha o fluxo de valor, têm-se várias oportunidades para questionar se a atividade está agregando valor ou não. Na produção enxuta, o valor de um produto é definido pelo cliente. Reconhecer o valor no fluxo da produção enxuta significa compreender todas as atividades requeridas para produzir um produto específico, para então otimizar o processo do ponto de vista do cliente. Para Fullman (2009): “Essa importante visão é crítica porque ajuda a identificar atividades que claramente adicionam valor, atividades que não adicionam valor, mas que não podem ser evitadas, e atividades que não adicionam valor e podem ser evitadas.”

Feitas essas análises, em quais se detectam todos os desperdícios referente ao processo produtivo, sistematicamente se eliminam as atividades que não agregam valor. Para outras que apresentam potencial de melhoria, são executados os projetos *kaizen* (FULLMAN, 2009).

Rother e Shook (2009) observam que na Toyota, o método – chamado por eles de “Mapeamento do Fluxo de Valor” – é conhecido como Mapeamento do Fluxo de Informações e Materiais, e é usado pelos praticantes do Sistema Toyota de Produção para retratar o estado

atual e futuro (ideal), nos planos de implantação de sistemas enxutos. Na Toyota, o maior esforço é dado ao estabelecimento do fluxo, eliminando os desperdícios e agregando valor. Por lá, existem três fluxos conhecidos e estudados: fluxo de materiais; fluxo de informações e de pessoas/processos. O método do Mapeamento do Fluxo de Valor abordado pelos autores cobre somente os dois primeiros fluxos e foi baseado nos Mapas de Fluxo de Materiais e Informações usados pela Toyota.

Na visão dos autores Rother e Shook (2009), considerar a perspectiva do fluxo de valor significa levar em conta o quadro mais amplo, não só os processos individuais; melhorar o todo, não só otimizar as partes. “O Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta que utiliza papel e lápis e ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e de informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor”. Equivale a dizer que para seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação.

Segundo Rother e Shook (2009), a ferramenta “Mapeamento do Fluxo de Valor” é essencial, pois:

- Ajuda a visualizar mais do que cada processo de maneira individual. É possível enxergar o fluxo.
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios, tornando-se claras as fontes dos mesmos no fluxo de valor.
- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura.
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis a todos, de maneira que possam ser discutidas.
- Une os conceitos e técnicas enxutas, evitando a implantação de melhorias isoladamente.
- Forma a base de um plano de implementação, sendo considerado uma referência para implementação enxuta.
- Mostra a relação entre o fluxo de materiais e o fluxo de informações, característica única dessa ferramenta.

- É uma ferramenta qualitativa onde se pode descrever o que deve ser feito para chegar aos números desejados.

Rother e Shook (2009) reforçam que a questão básica de tornar um processo enxuto não consiste apenas em mapeá-lo, que é somente uma técnica. Mas sim, implementar o fluxo que agregue valor. Mapear auxilia a enxergar e focar a visão estado ideal, ou ao menos, melhorado.

Os autores afirmam que dentro do fluxo de produção existem os fluxos de material e de informação – são dois lados de uma mesma moeda – e ambos devem ser mapeados.



Figura 1 - Fluxo do Material e Informação
Fonte: Rother e Shook (2009, p.5)

Segundo os autores Rother e Shook (2009), para se iniciar o mapeamento é necessário, antes de tudo, focalizar uma família de produtos que seja mais interessante para o cliente. Nem tudo que existe no chão de fábrica será mapeado, ao menos que seja uma pequena empresa, uma planta de um único produto. Uma família representa um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns em seus processos. A identificação da família deve ser bastante clara e definida, bem como a demanda dos clientes e a frequência de vendas. A Figura 2 a seguir ilustra como pode ser identificada uma família de produtos:

		Etapas de Montagem e Equipamentos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Uma Família de Produtos

Figura 2 - Família de Produtos
Fonte: Rother e Shook (2009, p.6)

A Figura 2 mostra os produtos (A, B, C, D, E, F e G) fabricados em uma mesma empresa *versus* as etapas de montagem e equipamentos utilizados (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, e 8). Como descrito no parágrafo anterior, os produtos A, B e C fluem durante o processo durante quase as mesmas etapas de montagem, consecutivamente, podem ser classificadas como pertencentes a uma mesma família.

Ainda segundo Rother e Shook (2009), para fugir das ilhas isoladas de funcionalidade, é preciso alguém com responsabilidade pelo entendimento e melhoria de um fluxo de valor de uma família de produtos. Geralmente, essa pessoa é nomeada “gerente do fluxo de valor”, e deverá se reportar à pessoa com maior autoridade na unidade produtiva. Liderar a criação dos mapas do fluxo de valor do estado atual, bem como o plano de implementação para chegar ao estado futuro, monitorar todos os aspectos da implementação e reportar os progressos ao superior imediato, são algumas das responsabilidades do cargo.

O Mapeamento do Fluxo de Valor segue as etapas abaixo, como mostra a Figura 3:

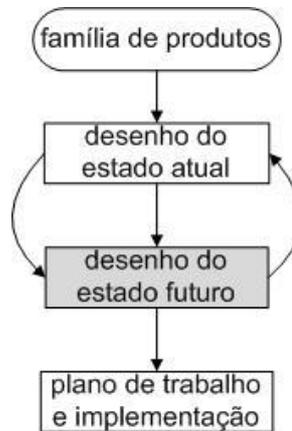


Figura 3 - Etapas iniciais do Mapeamento do Fluxo de Valor
Fonte: Rother e Shook (2009, p.9)

Rother e Shook (2009) afirmam que primeiramente é preciso desenhar o estado atual, o que é feito a partir de informações coletadas no chão de fábrica. Isto fornece a informação necessária para se desenvolver o estado futuro. Justamente por isso, as setas entre o estado atual e futuro têm duplo sentido, indicando que o desenvolvimento do estado atual e futuro são esforços sobrepostos. As idéias sobre o estado futuro aparecem enquanto o estado atual é esboçado. Do mesmo modo, desenhar o estado futuro frequentemente mostrará informações importantes sobre o estado atual que não foram percebidas.

O passo final trata de planejar como chegar ao estado futuro, e efetivamente começar a agir nesse sentido. Quando atingido, um novo estado futuro deve ser mapeado, que nada mais é do que a melhoria contínua do fluxo de valor. Rother e Shook afirmam: “Sempre deverá haver um mapa do estado futuro.”

2.4 O que torna um fluxo enxuto

Shingo (1996) dizia que: “Um bloco de cilindro fundido na *Kamigo* pela manhã está funcionando em um automóvel pronto no final da tarde”. Como isso era possível? Para o autor, existiam sete princípios para reduzir o ciclo de produção.

- **Reduzir esperas do processo.** Esse tipo de espera ocorre quando um lote inteiro está esperando para ser processado, não importando o motivo. Shingo (1996) afirmava: “Para reduzir o tempo de produção, é muito mais eficaz reduzir as esperas de processo do que o tempo de processamento”. Ainda para o autor, o corte desse tipo de espera pode ocasionar a diminuição de até 80% no ciclo de produção. Para atingir tais resultados, as quantidades de produção e capacidade de processamento entre processos devem ser balanceadas e toda a linha de produção deve ser sincronizada.
- **Reduzir as esperas do lote.** Essa espera acontece quando uma peça do lote esta sendo processada e as restantes estão aguardando. “Geralmente, as causas desse tipo de espera estão ocultas sob os tempos de processamento e estão sujeitas a não serem percebidas” (SHINGO, 1996). A Figura 4 ilustra a diferença no tempo de processamento entre operações de lote e de fluxo.

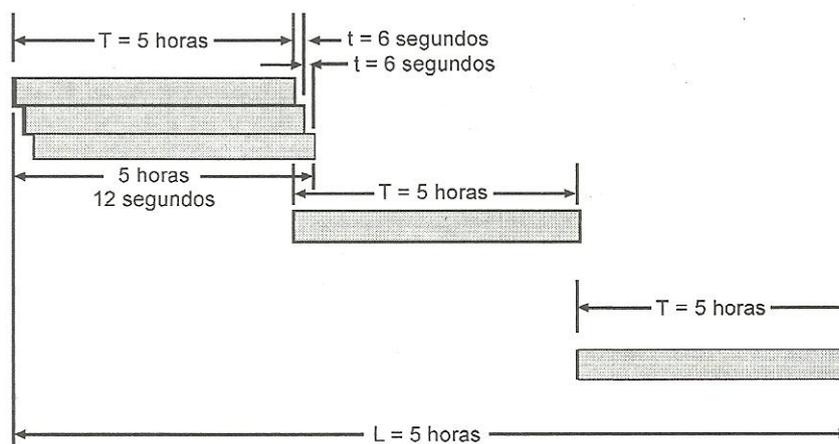


Figura 4 - Operações de lote e operações de fluxo
Fonte: Shingo (1996, p.134)

“Nesse caso, um lote de 3000 peças leva 15 horas pra atravessar uma sequência de 3 processos de 5 horas cada. No entanto, o tempo de produção pode ser bastante reduzido, se os 3 processos forem conectados de uma forma que permita que 1 peça uma vez concluída, imediatamente, passe ao processo seguinte” (SHINGO, 1996).

No exemplo acima, o tempo de processamento (t) é igual a 6 segundos, e o ciclo de produção com as operações de lote era de 15 horas. Já com as operações de fluxo, o ciclo de produção é de 5 horas e 12 segundos. Se a peça necessita passar por 5 processos, então o ciclo de produção diminuirá para $1/5$ do original. Se forem 10, será reduzido para $1/10$, e assim por diante. Shingo (1996) afirma que para obter essa redução o *layout* da planta tem que permitir transporte simples e rápido entre os processos.

- **Redução do tempo de produção.** Se multiplicarmos as diminuições no ciclo de produção alcançadas pela eliminação das esperas de lote e de processo, a redução no ciclo de produção chega a $1/50$ ($1/5 \times 1/10$) quando 10 processos estiverem envolvidos. Se reduzirmos os tamanhos dos lotes a $1/10$, de 3000 para 300, por exemplo, o efeito multiplicador mostra uma diminuição ainda mais radical no ciclo de produção, igual a $1/500$ ($1/50 \times 1/10$). Para Shingo (1996):

“São quatro princípios básicos que devem ser seguidos ao criar-se o fluxo de peças unitárias:

- Balancear as quantidades de produção entre processos e sincronizar todos os processos (para eliminar as esperas do processo)
- Reduzir o tamanho do lote de transferência para 1 (para eliminar as esperas do lote)
- Aperfeiçoar o *layout* para reduzir a necessidade de transporte
- Reduzir o tamanho do lote

Com a aplicação desses princípios, o bloco de motor da Toyota, fundido pela manhã, estará funcionando em um automóvel acabado no final da tarde”.

- **Empregar *layout*, formação de linha e o sistema de controle total do trabalho.** Com as reduções no tempo de ciclo de produção sugeridas, o número de operações de transportes na planta aumentará significativamente. Portanto, uma alteração no *layout* seria necessária, de maneira que pouco ou nenhum transporte fosse necessário.

A formação de linha apresenta várias vantagens, no entanto, ela apresenta certas dificuldades. O maior problema é a diferença existente entre a capacidade de cada máquina dentro de um processo ou entre processos, mas para a Toyota, a capacidade de processo não deve determinar as necessidades de produção, mas sim, servi-las.

O controle total do trabalho consiste em suspender as operações quando os estoques estão no máximo, fazendo com que a produção global corresponda às quantidades requeridas. “Quando os níveis de estoque chegam a 20 peças, a operação das máquinas de capacidade maior é interrompida. Ela é retomada quando o nível cai a 5 peças” (SHINGO, 1996).

- **Sincronizar operações e absorver desvios.** “A sincronização ou equilíbrio da linha é fundamental em qualquer série de operações de fluxo” (SHINGO, 1996). Para alcançar isso é necessário estabelecer operações-padrão para minimizar as perdas devido ao desequilíbrio.

Porém, inevitavelmente irão ocorrer desvios dos tempos-padrão, pelos mais variados motivos. Para minimizar o efeito negativo gerado por este fato, estoques pulmão deverão ser criados entre os trabalhadores. Assim, quando completam seu trabalho antes do programado, os trabalhadores processam os produtos estocados e, desta forma, o produto estocado funciona como um amortecedor, absorvendo e evitando as esperas entre os processos.

Contudo, na Toyota, estoque de nenhuma natureza é permitido. A solução encontrada foi de os trabalhadores ajudarem um ao outro, ao invés de permitir a geração de estoque.

- **Determinação do tempo de fabricação unitário (*takt time*).** Tempo equivalente ao tempo de trabalho total dividido pela quantidade de produção necessária. “Como o STP está baseado no princípio de que a superprodução significa perda, o tempo de fabricação unitário é calculado a partir da quantidade de produção necessária” (SHINGO, 1996).
- **Garantir o fluxo de produto entre processos.** Nas palavras de Shingo (1996):

“O objetivo final da metodologia de produção da Toyota é um sistema ideal no qual tudo – desde a manufatura da matéria-prima (forjamento, fundição, prensagem) até a usinagem, montagem inicial, submontagem e montagem final – está encadeado em um fluxo de peças unitárias coerente.”

Shingo (1996), afirma que na Toyota todas as atividades são sincronizadas com tempos de fabricação unitárias (*takt time*) e controladas através do sistema *kanban*. Na visão do autor, “o sucesso reflete-se na extraordinária rotatividade de estoque da Toyota”.

A Figura 5 traz dados comparando a taxa de rotatividade da Toyota com outros fabricantes de automóveis.

Ano	Toyota	Co. A (Japão)	Co. B (EUA)	Co. C (EUA)
1960	41 vezes	13 vezes	7 vezes	8 vezes
1965	66	13	5	5
1970	63	13	6	6

Figura 5 – Rotatividade de estoque de Automóveis por País
Fonte: Sugimori apud Shingo (1996)

2.5 Método de implantação

“O mapeamento do fluxo de valor é somente uma ferramenta. A menos que você atinja a situação futura que você desenhou – e implemente parte dela em um curto período de tempo – seus mapas de fluxo de valor são praticamente inúteis” (ROTHER E SHOOK, 2009).

2.5.1 Dividindo a implementação em etapas

Os autores Rother e Shook (2009) afirmam que pelo fato de o mapa do fluxo de valor abranger o fluxo completo nas instalações de uma fábrica ao invés de focalizar em processos individuais, na maioria das vezes, não será possível implementar o conceito do estado futuro de uma só vez. É preciso encará-lo como um processo de construção de uma série de fluxos conectados e, para isso, devemos pensar em “loops do fluxo de valor”. Segundo os autores, “esses loops são uma maneira excelente de dividir os esforços de implementação do estado futuro em partes administráveis” (ROTHER E SHOOK, 2009).

O Loop Puxador inclui o fluxo de material e de informação entre o cliente e o processo puxador, é o loop mais próximo do final e a maneira como é conduzido impacta todos os processos anteriores no fluxo de valor. Os loops do fluxo de material e do fluxo de informação entre as puxadas são chamados de Loops adicionais.

2.5.2 O plano do Fluxo de Valor

O plano do fluxo de valor deve conter:

- O que planejamos fazer e quando;
- Metas que sejam quantificáveis, simples, realistas e mensuráveis;
- Pontos de checagem claros com prazos e avaliadores definidos.

Para os autores Rother e Shook (2009), para escolhermos um ponto inicial devemos olhar para os loops e identificarmos onde o processo está bem claro e definido, onde a probabilidade de sucesso é alta e onde é possível prever um grande impacto financeiro. Feito isso, é preciso numerá-los na sequência do plano de implementação. Geralmente o plano tem seu início no loop puxador, pois como ele está mais próximo do cliente final e age como um “cliente” interno que controla a demanda nos loops anteriores. No entanto, essa estratégia não necessariamente é adotada em todos os casos e não impede implantações simultâneas em mais de um loop no fluxo de valor.

De acordo com Rother e Shook (2009), dentro de um loop do fluxo de valor, uma sequência de melhorias que pode ser seguida é a que atua em questões chave daquele processo para atingir o estado futuro. Normalmente seguem o padrão:

1. Desenvolver um fluxo contínuo que opere baseado no *takt time*.
2. Estabelecer um sistema puxado para controlar a produção.
3. Introduzir o nivelamento.
4. Praticar *kaizen* continuamente para eliminar o desperdício, reduzir os tamanhos dos lotes, escolher supermercados e estender o alcance do fluxo contínuo.

Nas palavras de Rother e Shook (2009):

“O fluxo contínuo com desperdícios mínimos significa eliminar o excesso de produção, que por sua vez implica que você deve (e pode) padronizar os elementos do trabalho de tal modo que a produção seja consistente e previsível com seu *takt time*. Você precisará então puxar como uma maneira de dar instruções de produção para o fluxo (e começar a sequência completa de produção a partir do cliente, no caso do loop puxador). Finalmente, você precisará nivelar para conseguir

um fluxo enxuto sempre que tiver múltiplos produtos, simplesmente porque a falta de nivelamento significará que você ainda produz com base em lotes diferentes de produtos. Mesmo se você produz somente um produto, você ainda precisa nivelar o volume de produção”.

Mas antes, para desenvolver com sucesso o fluxo contínuo e a puxada nivelada, é preciso conquistar a habilidade de efetuar trocas rápidas e para que as células de montagem operem no *takt time*, é preciso confiabilidade das máquinas (ROTHER E SHOOK, 2009).

Os autores Rother e Shook (2009) afirmam que quando há dúvidas acerca de por onde começar deve-se ir em frente fazendo melhorias no fluxo e essas melhorias guiaram a implantação das melhorias dos processos de apoio, evitando a armadilha de ficar paralisado nas melhorias de processo.

Uma vez que a ordem de implantação está definida, tudo deve ser escrito como plano anual do fluxo de valor, que se assemelha a uma variação de um gráfico de Gantt, que deve conter colunas com o objetivo do fluxo de valor; meta (mensurável); programação mensal; pessoa responsável; indivíduos e departamentos relacionados e, finalmente, programação da revisão, com revisor e data (ROTHER E SHOOK, 2009).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Metodologia

No presente trabalho, foi conduzida uma pesquisa de caráter exploratório em uma empresa da área de metal mecânica, com a observação crítica do processo produtivo para a peça escolhida como objeto de estudo, o “pino do amortecedor”, bem como a família de produtos em que está inserido.

Com a finalidade de enxergar e mapear um fluxo de valor atual e propor um MFV futuro, escolheu-se um produto que fosse representativo a uma família de produtos e que houvesse oportunidades de melhorias em seu processo produtivo.

A realização deste trabalho possibilitou a observação de todo o processo e os desperdícios gerados por este, e também o acesso às demais informações necessárias para a realização dos objetivos propostos, como: tempos de processo, tempos de espera de processo, frequência de fornecimento de matéria prima, frequência de saída de pedidos, demanda de produtos, entre outros.

3.2 Objeto de estudo

A peça escolhida como objeto de estudo é denominada “Pino do Amortecedor”, da linha Jacto. Os motivos que levaram a essa escolha foram:

- Essa foi a única peça produzida recentemente que apresentava todas as anotações na Ordem de Produção referentes ao tempo de processo e a data em que foram processadas, critérios obrigatórios à realização do estudo.
- De certa maneira, a peça representa boa parte da família de pinos que são produzidos pela empresa, passando por quase os mesmos processos que os demais.

A Figura 6, reproduzida na sequência com autorização da empresa, traz parte do desenho técnico da peça (para o desenho completo, vide anexo I), que contém suas especificações, e uma ilustração da peça acabada.

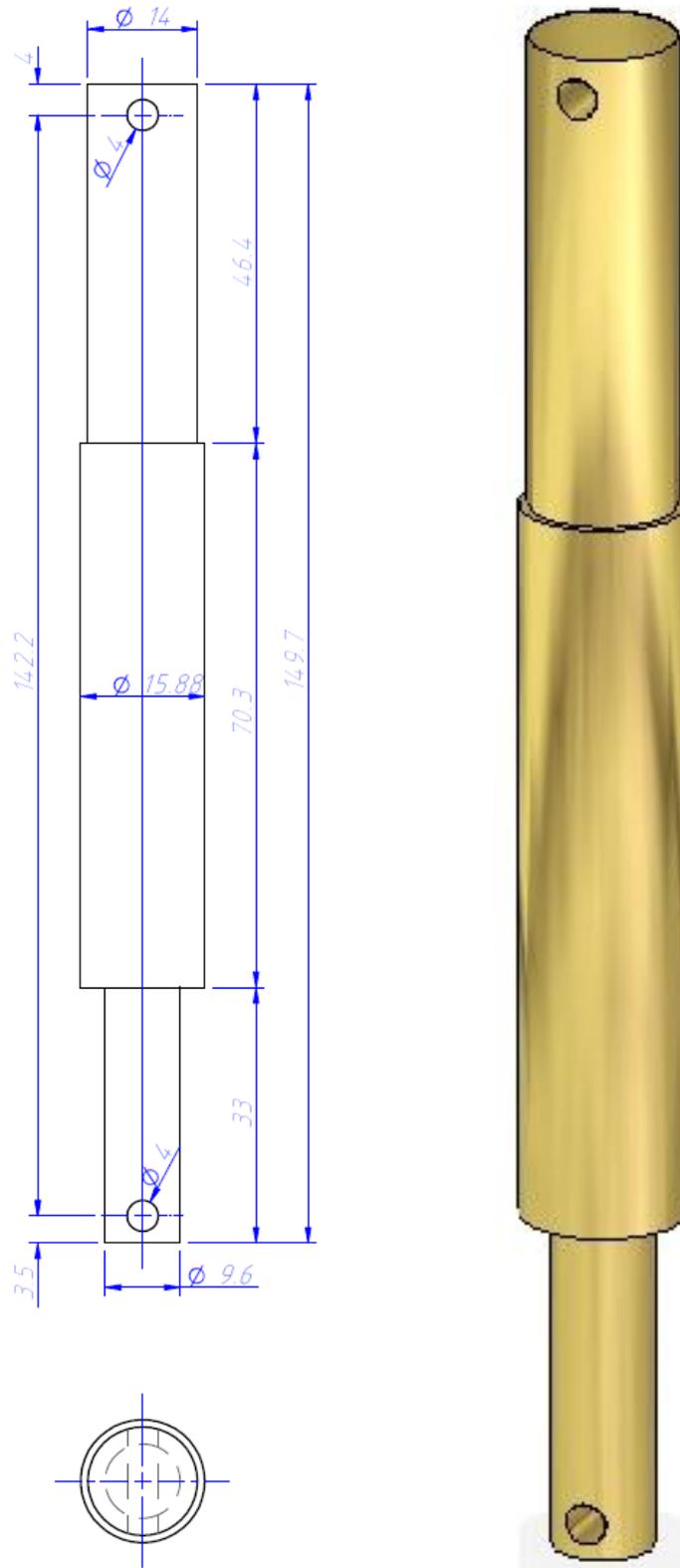


Figura 6 - Pino do Amortecedor "JACTO"

Fonte: Implemar, 2011.

3.3 O Processo Produtivo

Para ser produzida, a peça “pino do amortecedor” passa por cinco processos:

- Corte;
- Usinagem;
- Furação;
- Escariação;
- Acabamento;

Cada etapa do processo é descrita a seguir.

3.3.1 Corte

O material utilizado em sua produção, “Ferro Redondo Trefilado 5/8” SAE 1045”, é transportado manualmente até uma prensa de 85 toneladas e, com a matriz apropriada, o material é cortado na quantidade programada e alocado em uma caixa. Depois de todos já estarem cortados, a próxima etapa é a usinagem, e a caixa com o material é transportada manualmente até o torno.

3.3.2 Usinagem

A usinagem da peça é realizada em um torno “Comando Numérico Computadorizado” (CNC). O ferro cortado foi inserido manualmente pelo operador no torno e usinado em suas duas extremidades, atingindo as dimensões requeridas. As peças resultantes do processo, são removidas e colocadas na caixa pelo próprio operador e seguem para a furadeira, geralmente transportadas por um auxiliar de produção.

3.3.3 Furação

Após usinadas, o pino é furado em suas duas extremidades, conforme pode ser visto na Figura 6. O processo de furação também é simples. Em uma furadeira industrial, encaixa-se a peça em um gabarito, impedindo que seja furada de maneira incorreta e a peça é furada com uma

broca de diâmetro e material adequado. Novamente, as peças seguem para a próxima etapa dentro de uma caixa.

3.3.4 Escariação

Esse processo também é realizado em uma furadeira industrial. Consiste em escariar os furos que foram abertos na etapa anterior, pois como resultado natural do próprio processo, as superfícies furadas tornam-se potencialmente cortantes. Com uma broca específica, as peças são escariadas e seguem para a última etapa, o acabamento.

3.3.5 Acabamento

O acabamento consiste em eliminar as rebarbas geradas pelo processo e é realizado no equipamento “policorte”.

3.3.6 Fluxograma do Processo

A Figura 7 traz um mapeamento do processo para a produção do “pino do amortecedor”, que passa por corte, usinagem, furação, escariação e acabamento, nesta sequência.

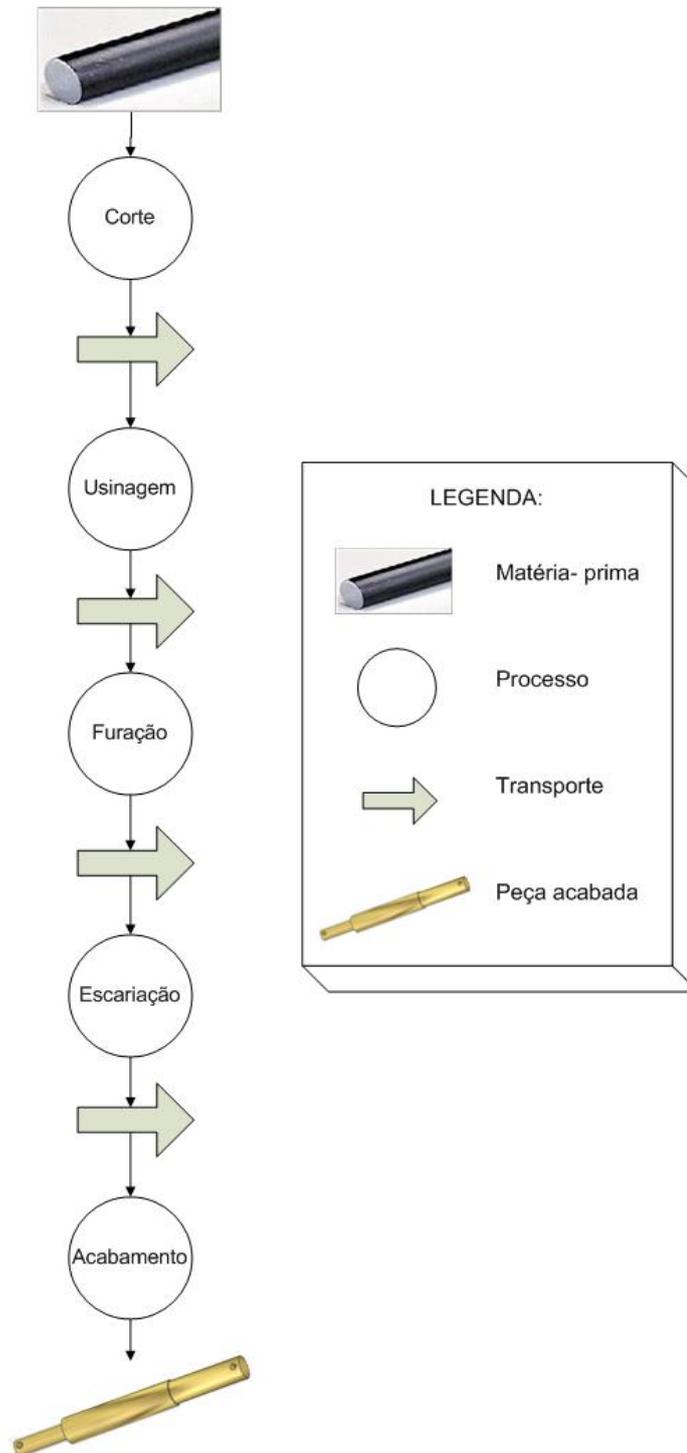


Figura 7 - Mapeamento do Processo
Fonte: o autor.

3.4 Determinação dos Tempos de Processo

Para coletar os tempos de processo, bem como a data em que foi processado, utilizou-se de informações fornecidas pelos próprios operadores no momento exato de sua operação, que cronometram e anotaram todos os tempos despendidos no processo em uma “ordem de produção” (OP). A Tabela 1 contém todos os tempos e datas retiradas da OP original, que não possuía todos seus campos devidamente preenchidos. Porém, para o estudo, as informações foram satisfatórias.

Tabela 1 - Tempos e datas de Produção

PROCESSO	TEMPO (h:min)	QTDE	DATA
Cortar	00:51	118	29/09/2011
Usinar	02:09	118	03/10/2011
Furar 1º lado	00:42	118	07/10/2011
Furar 2º lado	00:58	117	07/10/2011
Escariar	00:29	117	10/10/2011
Tirar Rebarba	00:47	117	10/10/2011

Fonte: o autor.

Pode se notar que haviam 118 peças sendo processadas e a partir da etapa “Furar 2º lado” há somente 117. Isso se explica pela ocorrência de um refugo no processo anterior, “Furar 1º lado”. A peça refugada, juntamente com refugos provenientes de todos os processos da empresa, é vendida como sucata.

Para obter o tempo que cada peça leva para ser processada individualmente, divide-se o tempo total de processo pela quantidade de peças processada. No universo da produção enxuta, é denominado também por tempo de ciclo (T/C), nomenclatura adotada no MFV.

$$T/C \text{ (segundos/peça)} = \frac{\text{Tempo total de processo (segundos)}}{\text{Quantidade de peças processadas}}$$

Outra importante definição é a do tempo total de atravessamento, o *lead time* (L/T), que nada mais é do que o tempo total que uma peça leva para percorrer todo o processo, desde sua chegada como matéria prima até o produto final.

Para os processos envolvidos na produção do pino, foram calculados, em segundos, o T/C e o L/T. Baseado nos tempos anotados na OP, os cálculos são apresentados a seguir.

3.4.1 Tempos de Ciclo

$$T/C(\text{cortar}) = \frac{51 * 60}{118} = 25,93 \sim 26s$$

$$T/C(\text{usinar}) = \frac{129 * 60}{(50 + 68)} = 65,59 \sim 66s$$

$$T/C(\text{furar}) = \frac{(42 + 58) * 60}{117} = 51,28 \sim 51s$$

$$T/C(\text{escariar}) = \frac{29 * 60}{117} = 14,87 \sim 15s$$

$$T/C(\text{tirar rebarba}) = \frac{47 * 60}{117} = 24,10 \sim 24s$$

3.4.2 Lead Time

Para calcular o *lead time* total, considerou-se o intervalo de dias úteis existentes entre cada processo, anotados devidamente na OP, observados na Figura 8.

$$\text{Cortar} \xrightarrow{1 \text{ dia}} \text{Usinar} \xrightarrow{5 \text{ dias}} \text{Furar} \xrightarrow{1 \text{ dia}} \text{Escariar} \xrightarrow{0,5 \text{ dia}} \text{Tirar Rebarba}$$

3.5 Construção do Mapa do Fluxo de Valor Atual

A construção do MFV tem seu início com a identificação do fluxo de valor no processo produtivo, que são aqueles que agregam valor ao produto, do ponto de vista do cliente. Nesse caso, coincide com o processo todo, devidamente apresentado .

Outras informações, também essenciais ao MFV, como a frequência e maneira de como são feitos os pedidos de clientes; a frequência e como é feito o pedido junto ao principal fornecedor; número de funcionários em cada processo; tempo de troca de cada processo; tempo de ciclo de cada processo; quando e como é feita a programação da produção; frequência da entrega de pedidos; entre outras, foram todas obtidas através da OP e também perguntando diretamente ao responsável pelo PCP.

Previamente a apresentação do MFV, segue a legenda dos ícones utilizados no mapa:

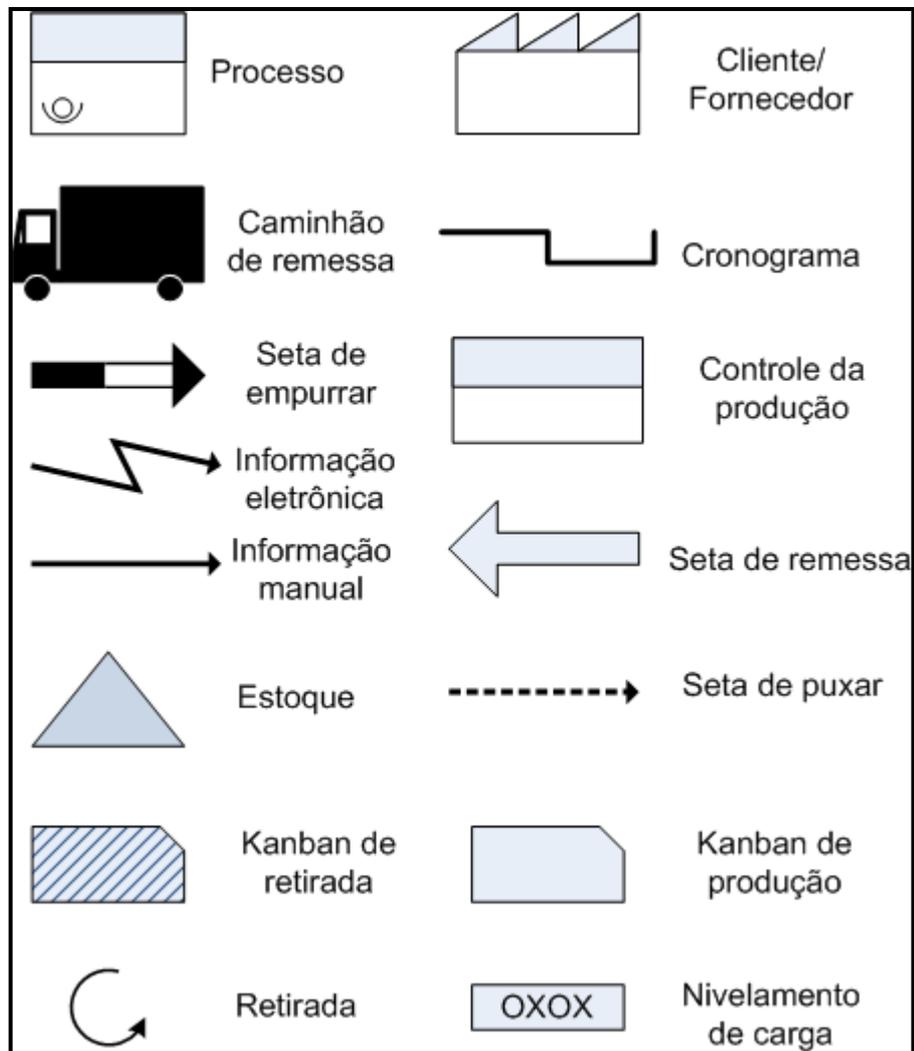


Figura 8 - legenda MFV

Fonte: o autor

3.5.1 O Mapa do Fluxo de Valor Atual

A Figura 9 representa o MFV atual para a produção do “pino do amortecedor”.

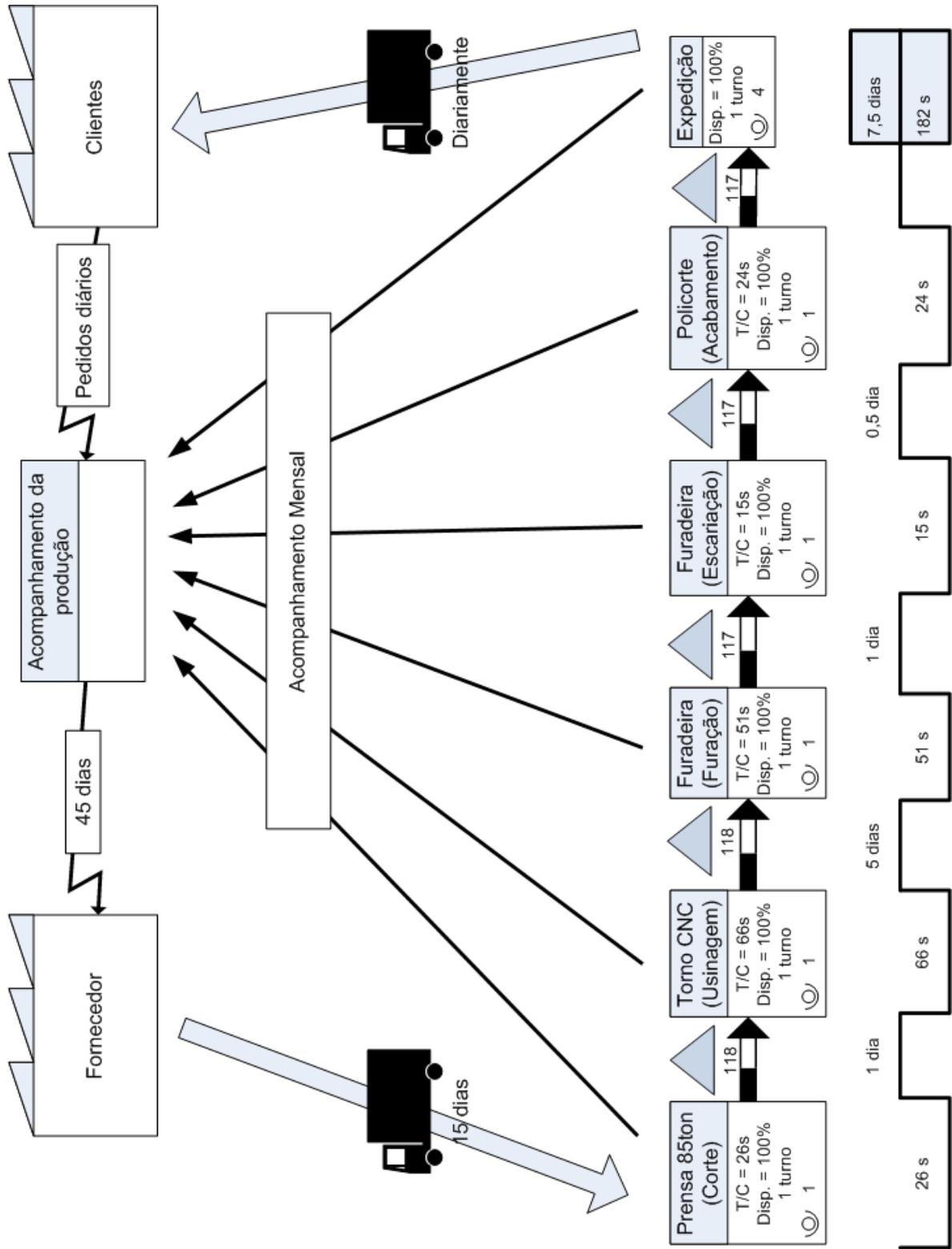


Figura 9 - MFV atual
Fonte: o autor

3.6 Construção do Mapa do Fluxo de Valor Futuro

O MFV Futuro tem por objetivo visualizar onde podem ser realizadas as melhorias no processo, se esforçando para eliminar desperdícios de qualquer natureza e tornando o fluxo de valor enxuto.

Também é importante mencionar que, como todo o processo e produto já são existentes, será muito difícil eliminar algumas características do estado atual, como *layout* e equipamentos e máquinas já adquiridas.

3.6.1 Tornando um fluxo de valor enxuto

Na seção 2.4 foram citados alguns princípios para tornar o fluxo de valor enxuto. Na empresa onde foi realizado o estudo, no atual momento, a principal melhoria que pode ser realizada imediatamente é a redução de esperas do processo. Segundo Shingo (1996), a redução no ciclo de produção desse tipo de espera em casos extremos é de até 80%. Ou seja, o *lead time* atual de 7,5 dias seria reduzido para 1,5 dias.

Quanto às esperas de lote, que ocasionam um aumento considerável nas operações de transporte, com o *layout* atual, sem formação de linhas ou de arranjo celular, ausência de qualquer transporte automatizado ao longo do processo produtivo seria muito difícil reduzi-las no momento. Porém, deve ser levada em consideração para um momento futuro e estudada minuciosamente, bem como um *layout* que atenda as novas necessidades.

Em um momento posterior, a empresa deveria começar a agir no sentido de garantir o fluxo de produto entre os processos, determinando o *takt time* para cada produto e controlar as atividades através do sistema *kanban*, desta maneira tornando seu processo cada vez mais enxuto.

E ainda, para que o fluxo se torne verdadeiramente enxuto, é necessário um grande investimento na área de pesquisa de mercado relacionada a previsões de demanda, pois somente assim estará produzindo unicamente para satisfazer as necessidades de seu próximo processo, o cliente.

3.6.2 O Mapa do Fluxo de Valor Futuro

A Figura 10 mostra o MFV Futuro para o “pino do amortecedor”.

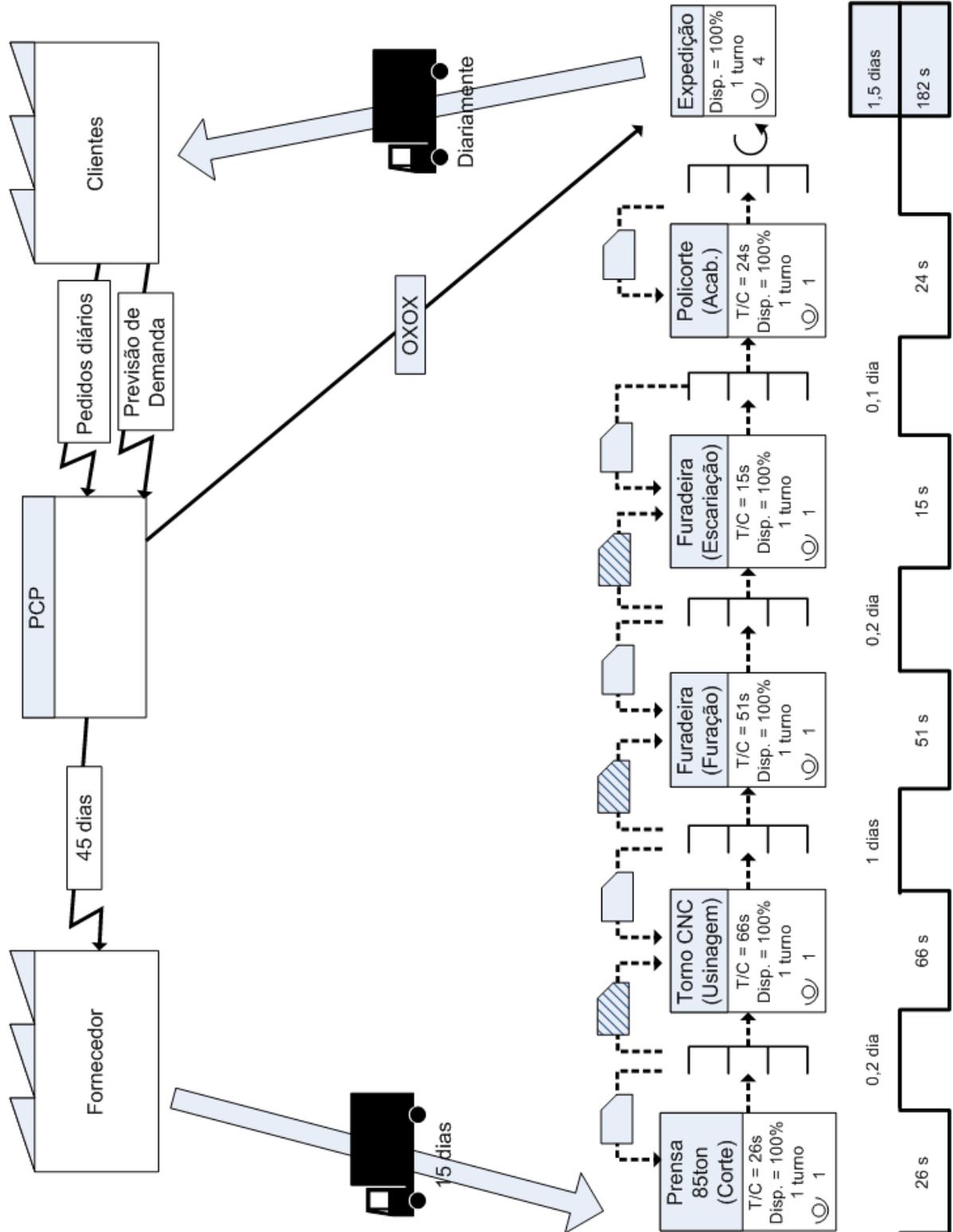


Figura 10 - MFV Futuro
Fonte: o autor

3.7 Melhoria do *Lead Time*

A Tabela 2 a seguir compara os *lead times* para o MFV Atual e Futuro.

Tabela 2 – Melhoria do *Lead Time* (em dias)

	Peças Cortadas	Peças usinadas	Peças Furadas	Peças Escariadas	<i>Lead Time</i> de Produção
MFV Atual	1	5	1	0,5	7,5
MFV Futuro	0,2	1	0,2	0,1	1,5

Fonte: o autor

De acordo com Shingo (1996), com uma redução nas esperas de processo estima-se que o *lead time* reduza em 80%. Para alcançar essa redução, o sistema *kanban* e o PCP deveram balancear e sincronizar a produção para que não haja mais tão elevadas esperas de processo.

O maior *lead time* observado foi o de peças usinadas. Por ser o equipamento mais caro em operação na planta, existe um acompanhamento muito maior no torno CNC por parte da gerência, no sentido de não haver subutilização do mesmo. Contudo, um equipamento deve servir as necessidades de produção ao invés de determiná-las, uma vez que a superprodução apresenta prejuízos incontáveis.

3.8 Análise de Resultados

Não foi possível fazer o agrupamento de processos em um fluxo contínuo devido ao *layout* existente. Por mais próximos que os equipamentos se encontram, reduzir o tamanho do lote de transferência para 1 aumentaria exageradamente as operações de transporte. E como não existe nenhuma estrutura de automação de transporte (correias transportadoras, por exemplo), essa hipótese torna-se inviável.

Por meio do MFV atual foi possível ver claramente os processos operando como se fossem “ilhas isoladas”, produzindo de acordo com a quantidade estabelecida, porém sem nenhum sincronismo entre as atividades, sem planejamento e sem controle, ao invés de atender as necessidades reais do próximo processo. Por esses e outros motivos é que notou-se uma suntuosa diferença entre o tempo em que agrega valor ao produto e o tempo total de atravessamento do produto na planta.

Para que o fluxo se torne mais eficiente, ou seja, um fluxo que agregue valor ao produto a um custo menor e de maneira mais rápida, é essencial que o PCP seja mais ativo. Atualmente, o PCP não exerce as principais funções que são de sua natureza. Não há um planejamento de quais peças deverão ser produzidas, quando e quanto deverão ser produzidas e não existe uma programação da produção. Acredita-se fortemente que um PCP mais estruturado, mais independente e mais ativo, possa eliminar grande parte dos desperdícios encontrados. E também, a produção de diferentes produtos deve ser distribuída uniformemente com o decorrer do tempo para diminuir o estoque de produtos acabados.

Outra mudança sugerida foi a implantação de um sistema *kanban* para controlar a produção puxada por meio de sistemas supermercados, pois esta é “uma maneira de dar a ordem exata de produção ao processo anterior, sem tentar prever a demanda posterior e programar este processo” (ROTHER E SHOOK, 2009). Isso reduziria bruscamente o *lead time*. O processo cliente vai ao supermercado e retira o que precisa e quando precisa. O processo fornecedor produz para reabastecer o que foi retirado. Com isso, os processos deixariam de produzir como ilhas isoladas e passariam a produzir de acordo com as reais necessidades do processo seguinte, atingindo o sincronismo entre as operações e reduzindo as esperas de processo. Entre cada processo foi introduzido o sistema supermercado, pois com o *layout* atual e elevados tempos de *setup* não foi possível implantar fluxos contínuos.

Não foram considerados investimentos com recursos (humanos e materiais) para melhorar o estado atual. Como o estudo não envolve um projeto de um novo produto na empresa, a primeira iteração do MFV Futuro considerou somente o que poderia ser feito com a estrutura e tecnologia já existentes, e procurou-se eliminar todos os desperdícios não causados por essas características.

Outro problema que vale citar, não evidente no MFV Atual e identificado através da observação, é a superprodução em geral, falta de identificação de componentes produzidos e ausência de um bom balanceamento na produção. Como resultado disso existe um enorme estoque de componentes não identificados, de produtos acabados e que ocupam boa parte do espaço da planta, muitas vezes dificultando o acesso aos lugares e também aumentando muito o tempo perdido para se achar os próprios componentes.

Uma sugestão de melhoria, que colaboraria com a redução do *lead time* e um fluxo de produção mais consistente, seria a implantação do 5S, o programa de qualidade ao qual se

atribui o sucesso da reorganização das fábricas japonesas após a devastação causada pelas bombas de Hiroshima e Nagasaki. Os meios necessários para uma implantação de sucesso fogem da delimitação proposta por este trabalho, portanto não serão descritos. No entanto, com um programa de 5S bem implantado, as vantagens seriam inúmeras e como consequência o processo fluiria sem tantos entraves hoje existentes devido à desorganização generalizada.

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho buscou-se evidenciar os desperdícios encontrados em uma empresa do setor metal mecânico e apontar possíveis saídas para um fluxo de processo mais enxuto e menos custoso através da ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

O processo produtivo da peça escolhida para o estudo foi analisado, mapeado e descrito. Através da perspectiva do Sistema Toyota de Produção e dos princípios enxutos, pode-se identificar os desperdícios e suas causas. A partir desta óptica elaborou-se um MFV Atual e Futuro e buscou-se mostrar caminhos que rumam a um fluxo mais enxuto.

Foi possível verificar que existe uma diferença enorme entre o tempo de processamento, ou seja, o tempo que realmente agrega valor do ponto de vista do cliente, e o *lead time*, devido principalmente as esperas de processo por falta de planejamento e produção puxada. Isso se estende para todos os outros produtos da empresa, o que gera um longo período de espera de pedidos para os clientes e constante falta de produtos para pronta-entrega, às vezes resultando em perda de clientela.

Portanto, a principal sugestão de melhoria foi a redução nas esperas de processo através de uma produção puxada por meio de cartões *kanban* e sistemas supermercado, onde somente é produzido de acordo com a necessidade do próximo processo, na quantidade certa e no momento certo. Com isso, Shingo (1996) afirma que em casos mais extremos, a redução no *lead time* pode chegar a 80%.

Contudo, em função da demanda para este produto ser bastante variável e razoavelmente baixa, não pode ser calculado o *takt time*, fato que limitou o estudo na construção de um MFV Futuro e na visualização de oportunidades de melhoria. Outro fator limitante foi o processo produtivo bastante simples do produto escolhido para o estudo, que não permite muitas variações.

É preciso que o fluxo de valor garanta o fornecimento aos clientes com os menores *lead times*, os custos mais baixos, a melhor qualidade e entregas mais confiáveis. No entanto, desenvolver um fluxo de valor enxuto implica em expor as fontes de desperdício e isso significa que todas as pessoas em todas as funções da empresa podem ter que mudar seus antigos hábitos, exigindo assim uma mudança no lado humano do fluxo de valor, o que nem

sempre é fácil. E os benefícios são extremamente compensadores: aumento da competitividade; melhor ambiente de trabalho; melhor relacionamento entre administradores e colaboradores e, não menos importante, a realização de servir ao cliente.

Deste modo, os próximos passos a serem trilhados, incluem a introdução de conceitos de produção enxuta na direção da empresa (eles devem aprender ao ponto de conseguir ensinar) e semear esses conceitos para todos os colaboradores, incorporando a produção enxuta no seu dia-a-dia; elaborar um plano anual do fluxo de valor; tentar introduzir o fluxo contínuo entre processos e para tanto, será necessário aplicar os conceitos de Troca Rápida de Ferramentas (TRF), para reduzir os enormes tempos desperdiçados com *setups* existentes, e o conceito de Manutenção Preventiva Total (TPM), para aumentar a confiabilidade de máquinas; desenvolver novos indicadores que sejam focalizados na redução de *lead time*, dos defeitos e de falhas de entregas, ao invés de usar indicadores antigos como a utilização de equipamentos e mão de obra e, finalmente; buscar auxílio de consultoria especializada em produção enxuta para dar suporte ao processo.

REFERÊNCIAS

FULLMAN, C. **O Trabalho: mais resultado com menos esforço, custo: passos para a produtividade.** São Paulo: Educator, 2009. 543p.

LIKER, J.K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Reimpressão 2006.** Porto Alegre: Bookman, 2006. 316p.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. Reimpressão 2009.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009. 99p.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de Produção. 2ª Ed.** Porto Alegre: Artmed, 1996. 296p.

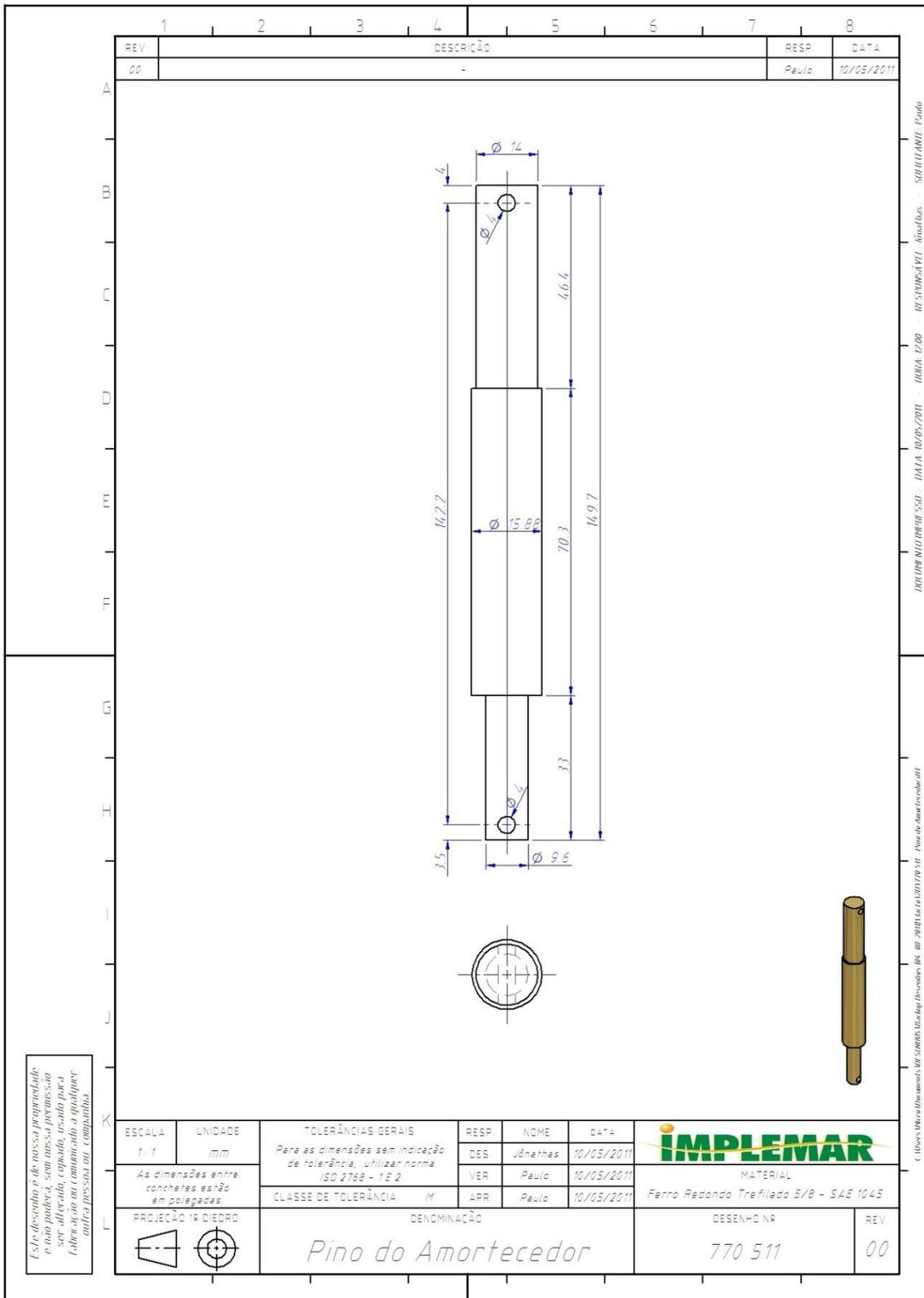
SLACK, N.; CHAMBERS, STUART.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção. 3ª Ed.** São Paulo: Atlas, 2009. 203p.

WOMACK, J.P; JONES, D.T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 10ª Ed.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 408p.

YONEYA, F.; COSTADE, L. **Venda de Máquinas Agrícolas Bate Recorde.** O Estado de São Paulo. 18/05/2011.

ANEXO I

Desenho do Pino do Amortecedor



Este desenho é da nossa propriedade e não poderá, sem nossa permissão, ser alterado, copiado, usado para fabricação ou contatado a qualquer outra pessoa ou companhia.

ESCALA	UNIDADE	TOLERÂNCIAS GERAIS	RESP	NOME	DATA	
1:1	mm	Para as dimensões sem indicação de tolerância, utilizar norma ISO 2768 - 1 E 2	DES	Jônêhas	10/05/2011	
As dimensões entre conchetes estão em polegadas.		CLASSE DE TOLERÂNCIA: M	VER	Paula	10/05/2011	
PROJEÇÃO 1º DE CÍRCULO		DENOMINAÇÃO			DESENHO Nº	REV.
		Pino do Amortecedor			770 511	00

C:\Users\lbrca\Documents\B7508005\10a.dwg\Desenho_04_08_2010\Linha do Amortecedor.dwg