



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

**Melhoria de processo operacional utilizando mapa de fluxo
de valor em uma indústria metal-mecânica**

João Victor Giavina de Almeida Leite

Maringá - Paraná
Brasil

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

Melhoria de processo operacional utilizando mapa de fluxo de
valor em uma indústria metal-mecânica

João Victor Giavina de Almeida Leite

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da
Universidade Estadual de Maringá.
Orientador: Prof Dr. Edwin Vladimir Cardoza Galdamez

**Maringá - Paraná
2015**

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo a Deus, por sempre me favorecer as melhores condições possíveis para estudar e trabalhar.

Agradeço à minha família por sempre me apoiarem e me incentivarem a buscar os meus objetivos, e em especial aos meus pais, João Batista e Ana Cláudia, à minha irmã, Maria Lúcia (Malu) e à minha avó, Maria Lúcia.

Agradeço aos meus amigos, tanto de Jacarezinho quanto aos que fiz em Maringá, por sempre estarem ao meu lado e por todas as experiências incríveis que pude ter durante todos esses anos de faculdade.

Agradeço a todos os meus professores, meus colegas de estágio e colegas de graduação pelos ensinamentos e compartilhamento dos conhecimentos que obtive durante a graduação.

Também não poderia deixar de agradecer meu orientador, Dr. Edwin Galdamez, pelo suporte, paciência e orientação necessária para a realização deste projeto. Sem sua ajuda dificilmente conseguiria obter algo com tal qualidade.

RESUMO

O Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta enxuta que direciona as tomadas de decisões das empresas permitindo que seja possível a identificação de desperdícios por todo o fluxo de valor e pelo processo produtivo. Este trabalho se utilizou de uma pesquisa-ação com o objetivo de destacar a importância do uso do mapa de fluxo de valor como um mecanismo para a melhoria de processo operacional, o qual permite a identificação e análise de problemas no fluxo de valor, além de direcionar o uso das ferramentas enxutas por meio de eventos *kaizen* para melhorar os processos individuais e dar suporte ao estado futuro. A análise dos processos visou à redução do *lead time* de produção e redução de estoque por meio da implementação de um sistema de coordenação de produção puxado, nivelamento do mix e volume de produção e fluxo contínuo. Como resultado, pode-se comprovar que o mapa de fluxo de valor é extremamente eficaz na redução do lead time e do estoque.

Palavras-chave: Mapeamento de Fluxo de valor, Manufatura enxuta, Melhoria de processo.

SUMÁRIO

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Justificativa	2
1.2	Definição e delimitação do problema	2
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Objetivo geral	3
1.3.2	Objetivos específicos	3
1.4	Estrutura do Trabalho de Conclusão de Curso	3
2	Revisão da Bibliografia	5
2.1	Os sete Desperdícios	5
2.2	Pensamento Enxuto.....	7
2.3	Melhoria Contínua - <i>Kaizen</i>	7
2.4	Mapa de Fluxo de Valor (MFV)	8
2.4.1	Descrição das Famílias de Produtos	9
2.4.2	O MFV Atual.....	10
2.4.3	O MFV futuro	14
2.4.4	Plano de ação	18
2.5	Ferramentas Enxutas	19
2.5.1	Sistema de Coordenação de Produção Puxada - <i>Kanban</i>	19
2.5.2	Índice de Eficácia Global do Equipamento – OEE	21
2.5.3	Troca Rápida de Ferramentas - SMED.....	22
3	metodologia	24
4	Desenvolvimento	27
4.1	Descrição da empresa estudada	27
4.2	Implementação do Mapa de Fluxo de Valor.....	29
4.2.1	Planejamento	30
4.2.2	Coleta de dados.....	35
4.2.3	Análise dos dados	37
4.2.4	Plano de ação	43
4.2.5	Implementação.....	46
4.2.6	Análise de Resultados.....	48
5	Conclusão	51
5.1	Considerações Finais	51
5.2	Limitações da Pesquisa	52

5.3	Trabalhos Futuros	52
	Referências	53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Matriz com etapas de montagem Fonte: (ROTHER e SHOOK, 2003)	10
Figura 2– Exemplo de MFV atual Fonte: (BREITENBACH, 2012)	11
Figura 3 – ícones definidos por Rother e Shook. Fonte: (ROTHER E SHOOK, 2003).	14
Figura 4 - Exemplo de MFV futuro Fonte: (BREITENBACH, 2012).....	18
Figura 5 – Exemplo dos Loops no MFV futuro Fonte: (ROTHER E SHOOK, 2003)	19
Figura 6 – Exemplo do sistema KANBAN Fonte: (Serenio et al; 2011)	20
Figura 7 - Sistemática do OEE. Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015).....	22
Figura 8 - etapas da SMED. Fonte: (SHINGO, 2000).....	23
Figura 9 - Fluxograma deste trabalho Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)	24
Figura 10 - Fases da Pesquisa-Ação Fonte: (Mello et al; 2012).....	25
Figura 11 - Sequência produtiva Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)	28
Figura 12 - Estrutura analítica do projeto Fonte: (Elaborado pelo Autor; 2015)	29
Figura 13 - Gráfico seqüencial de vendas 2º semestre 2014. Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015).....	32
Figura 14- Gráfico de Pareto vendas 2º semestre 2014. Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)	33
Figura 15 - Gráfico de Pareto para escolha dos componentes Fonte: (Elaborado pelo autor,2015).....	34
Figura 16 - MFV atual Fonte: (Elaborado pelo autor; 2015)	36
Figura 17 - Lead time atual do Cárter. Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)	39
Figura 18 - <i>Lead time</i> futuro do Cárter Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)	40
Figura 19 - Sequência do Mix de Produção Atual USI 01 Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015).	41
Figura 20 - Sequência do Mix Futuro do USI 01 Fonte: (Elaborado pelo autor).....	42
Figura 21 - MFV futuro Fonte: (Elaborado pelo autor; 2015).	45
Figura 22 - <i>Lead time</i> - estado presente Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015).	49
Figura 23 - <i>Lead time</i> - Estado futuro Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015).....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de priorização do projeto Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015).....	31
Tabela 2 - Número de cartões Kanban Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015).....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os sete desperdícios Fonte: (Elaborado pelo Autor; 2015)	6
Quadro 2 - indicadores a serem registradas na caixa de processo. Fonte: (ROTHER E SHOOK, 2003).	12
Quadro 3 - Componentes do MFV. Fonte: (Elaborado pelo autor,2015).....	34
Quadro 4 - Plano de Coleta de dados Fonte: (Elaborado pelo autor,2015).....	35
Quadro 5 - <i>takt-time</i> dos componentes Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)	38
Quadro 6 - Valor Pitch dos componentes Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)	39
Quadro 7 - Plano de Ação Fonte: (Elaborado pelo Autor, 2015).....	48

1 INTRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP) surge como uma solução para as restrições de mercado: pequenas quantidades de muitas variedades em cenários de baixa demanda. O STP tem como objetivo mais importante aumentar a eficiência da produção por meio de uma constante guerra contra os desperdícios, os quais surgem quando se produz o mesmo produto em grandes quantidades, ou seja, um sistema adaptado aos requisitos dos mercados atuais (TAIICHI OHNO, 1997).

O modelo Toyota visa desenvolver uma capacidade de longo prazo para a melhoria contínua e adaptação ao ambiente, onde a organização visa um aprendizado duradouro que combate problemas levantados e resolvidos por todos os funcionários com a utilização de ferramentas para eliminar as perdas. O sistema enxuto é uma filosofia de fluxo de valor que valoriza o cliente e elimina as perdas no fluxo de valor. O mapeamento de fluxo de valor é a ferramenta enxuta que orienta melhorias em busca do desenvolvimento de fluxos de valor enxutos na organização (LIKER e MEIER, 2007).

O Mapeamento o Fluxo de Valor (MFV) se destaca, pois auxilia no entendimento e visualização de processos individuais e o relacionamento entre eles, tanto material quanto de informações. O que permite a identificação e desperdícios, sendo, desta forma, a base para um plano de implementação de um fluxo enxuto e otimizado (ROTHER & SHOOK, 2003).

O MFV surge como o ponto de partida para o desenvolvimento do estado futuro enxuto, é utilizado o evento *kaizen* para melhorar os processos com o uso as ferramentas enxutas, as quais são necessárias para implementar cada parte do fluxo de valor do estado futuro, dentre as quais as mais conhecidas são: produção puxada, controle visual, cinco s, nivelamento de produção, troca rápida de ferramentas e o índice de eficácia global do equipamento (LIKER e MEIER,2007).

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar uma proposta de melhoria de processo utilizando aplicando a ferramenta MFV e sua metodologia em uma linha de produção de uma empresa de manufatura, além de apresentar um plano de ação para que as possíveis melhorias identificadas possam ser alcançadas.

1.1 Justificativa

O desenvolvimento desse trabalho se justifica sob duas perspectivas: a primeira é relativa à contribuição deste estudo para a empresa em que ele será realizado, a segunda perspectiva é a contribuição deste estudo como desenvolvimento acadêmico do autor.

A empresa provedora do estudo de caso apresenta alguns pontos relevantes no planejamento estratégico de 2015 e fraquezas em relação ao mercado que facilitam o desenvolvimento do MFV, esse projeto surge, portanto, com o intuito de propor melhorias na linha de produção visando eliminar desperdícios com o uso de ferramentas enxutas específicas para os problemas que serão encontrados no mapa presente.

Escolheu-se o MFV por ser uma ferramenta central para visualizar fluxos e valores enxutos de uma empresa. O MFV serve como base para a inserção de outras ferramentas enxutas através de eventos *Kaizen*, os quais possuem a perspectiva de melhorar o fluxo de materiais, informações e valor da empresa.

Este tema é de extrema relevância no campo de Engenharia de Produção, a contribuição para o estudante se dará no campo acadêmico e profissional, visto que o mercado tem aumentado sua procura em profissionais com o conhecimento de ferramentas enxutas.

1.2 Definição e delimitação do problema

Este trabalho visa à elaboração do MFV para uma família de produtos em específico de uma indústria metalomecânica. A empresa estudada apresentou como fatores desfavoráveis de 2014 o custo excessivo de estoque intermediário, problemas com prazo de entrega e falta de informações para o planejamento da produção. A partir deste cenário, foi escolhido o produto com maior lucratividade registrada em 2014 para se aplicar a ferramenta.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo principal é desenvolver o processo de melhoria baseado no conceito de Mapa de Fluxo de Valor (MFV) em uma indústria do setor metal-mecânico.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar a eficácia do MFV na redução do *lead time* de produção;
- Propor a redução de estoque por meio da implementação de um sistema de coordenação de produção puxada,
- Avaliação dos resultados projetados a partir da métrica de desempenho proposta para o processo de melhoria contínua na empresa;

1.4 Estrutura do Trabalho de Conclusão de Curso

O trabalho é constituído pelos seguintes capítulos:

Capítulo 1 – Introdução: Descrição do problema, da justificativa, do objetivo geral e específico e apresentação da estrutura do trabalho;

Capítulo 2 – Revisão de Literatura: Descrição dos princípios e conceitos relacionados à Engenharia de Produção, que se constituem nas ferramentas utilizadas no desenvolvimento do presente trabalho. Será descrito conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP), os sete desperdícios, os princípios da produção enxuta, *Kaizen*, o MFV e algumas ferramentas enxutas: o sistema puxado de produção, indicador de eficiência global dos equipamentos e a troca rápida de ferramentas.

Capítulo 3 – Metodologia: Descrição da metodologia pesquisa-ação, a qual foi utilizada no desenvolvimento deste trabalho.

Capítulo 4 – Desenvolvimento: Apresentação da empresa, do produto e dos processos estudados. Aplicação dos princípios e conceitos demonstrados no capítulo 2 aos processos da empresa estudada.

Capítulo 5 – Resultados e Discussões: Apresentação, análise e resultados dos dados obtidos com a aplicação das ferramentas no Capítulo 4.

Capítulo 6 – Conclusão: Apresentação das considerações finais, das limitações do trabalho e propostas para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu da necessidade de se solucionar problemas que a empresa encontrava quanto ao mercado no pós-segunda guerra mundial. O mercado japonês era limitado, os sindicatos trabalhistas se fortaleceram e as empresas perderam força, a economia japonesa estava devastada por conta da guerra e existiam vários produtores de veículos externos querendo operar no Japão (WOMACK et al, 1992).

A Toyota se esforçou na criação do STP se baseando na eliminação do desperdício e aumento da eficiência da produção, pois ao reduzir os desperdícios, os custos também seriam reduzidos (OHNO, 1997).

2.1 Os sete Desperdícios

Desperdício é toda atividade que consome recurso sem geração de valor ao produto final (WOMACK E JONES, 1998). As atividades com adição de valor são as que adicionam ao produto alguma característica que os valoriza sob os olhos do consumidor final. As atividades sem adição de valor são aquelas que não dão ao produto característica que o valorize sob a visão do consumidor final, sendo, portanto, desperdícios. Existem, entretanto, as atividades sem adição de valor, mas necessárias, que são aquelas que não adicionam características ao produto que o valorize, porém são necessárias. Taiichi Ohno (1997) classifica os desperdícios em sete, os quais são descritos no Quadro 1:

Desperdício	Descrição
Superprodução	Desperdício de produzir além do volume necessário, ou produzir antes do momento correto. As peças produzidas irão ficar estocadas aguardando o momento de serem utilizadas.
Defeitos	Produtos que apresentaram alguma característica de qualidade fora das especificações ou padrão requerido pelo cliente. Ao produzir peças defeituosas, será perdido o material, a mão-de-obra utilizada, equipamentos utilizados, movimentação de materiais, o armazenamento, a inspeção de produtos.
Estoque excessivo	É a perda sob a visão de desperdício de investimento e espaço. O estoque surge, em muitas empresas, como uma “vantagem” de que eles aliviam os problemas de sincronia entre os processos. A realidade, entretanto, é a de que eles estão ocultando os demais desperdícios.
Processamento desnecessário	São atividades encontradas no processamento que poderiam ser eliminadas em afetar as características do produto, ou seja, são atividades que geram custos mas não agregam valor ao produto na visão para o cliente.
Transporte excessivo	O transporte e movimentação são atividades que não agregam valor ao produto, entretanto, são atividades oriundas das distâncias entre os processos, por conta das restrições nas instalações. São desperdícios de tempo e recursos, pois é necessário maquinário e pessoas para realizar o serviço.
Espera	A espera é referente ao produto que está na fila para ser processado. Esta espera pode do lote todo esperando ser processado; pode ser de uma peça do lote esperando a sua vez de ser processada, ou do operador esperando matéria prima para poder realizar o trabalho.
Movimentos desnecessários	Os movimentos desnecessários são referentes aos movimentos desnecessários realizados pelo operador na execução de uma operação.

Quadro 1 - Os sete desperdícios
Fonte: (Elaborado pelo Autor; 2015)

2.2 Pensamento Enxuto

Para a eliminação desses desperdícios são definidos cinco princípios do pensamento enxuto, os quais são aplicáveis a qualquer tipo de organização, eles devem ser o guia de implementação da produção enxuta (WOMACK E JONES, 1998). Esses princípios são:

- Valor – definido a partir da perspectiva do cliente final.
- Fluxo de valor – conjunto de ações que vão desde o projeto do produto, fluxo de informação e a fluxo de materiais contendo a transformação física.
- Fluxo contínuo – fluir as etapas de agregação de valor sem interrupções
- Produção Puxada – produzir os itens corretos, no momento certo e na quantidade correta.
- Perfeição – processo de redução de desperdícios contínua visando a melhoria do fluxo de valor.

2.3 Melhoria Contínua - *Kaizen*

O termo *Kaizen* significa melhoria contínua em japonês. O significado implica na melhoria de todos da empresa envolvendo poucas despesas, a filosofia *Kaizen* tem o foco dos esforços de melhoria contínua na vida profissional, social ou doméstica. Ela preza que melhorias devem acontecer diariamente, visando que nenhum dia pode se passar sem que alguma melhoria tenha ocorrido (IMAI, 2000).

As melhorias *Kaizen* são pequenas e incrementais, proporciona resultados em um curto espaço de tempo e sem grandes investimentos, e resultados mais significativos ao longo do tempo. O *Kaizen* é um processo sutil e contínuo que as empresas se utilizam para alcançar as metas (IMAI, 2000).

O gembu *Kaizen* junto a padronização, arrumação e eliminação de desperdícios deve-se aprender na prática, é necessário ação. Masaaki Imai (2000) lista as práticas para o *Kaizen* no gembu (chão de fábrica):

1. Descarte o pensamento convencional rígido sobre produção
2. Pense em como fazer, e não pense em por que não pode ser feito.
3. Não invente desculpas. Comece questionando as práticas existentes.

4. Não busque a perfeição. Faça mesmo que consiga alcançar apenas 50% da meta
5. Corrija os erros imediatamente
6. Não gaste dinheiro em *Kaizen*
7. A sabedoria surge em meio à opressão
8. Pergunte “por quê?” cinco vezes e busque a causa básica.
9. Busque a sabedoria de dez pessoas, em lugar do conhecimento de uma.
10. As oportunidades para o *Kaizen* são infinitas.

Massaki Imai (2000) diz que pode ocorrer uma forte resistência psicológica por parte dos trabalhadores com a introdução do *gemba Kaizen*, portanto as regras descritas anteriormente surgem como um facilitador na introdução deste conceito, ele afirma ainda que a gerencia deve atuar com firme determinação para que exista sucesso.

Rother e Shook (2003) faz a diferenciação entre *Kaizen* de fluxo e *Kaizen* de Processo, onde o *Kaizen* de processo é aquele que visa a eliminação de desperdício no nível de grupo no chão de fábrica, já o de fluxo se concentra na melhoria do fluxo de materiais, de informações e de valor dentro da empresa.

2.4 Mapa de Fluxo de Valor (MFV)

O modelo Toyota visa uma organização de aprendizagem duradoura, onde os funcionários levantam problemas e são capazes de utilizar ferramentas para eliminar as perdas. Uma dessas ferramentas é o mapeamento de fluxo de valor, o qual se apresenta útil na orientação de melhorias (LIKE & MEIER, 2007).

Taiichi Ohno desejava uma ferramenta que mostrasse para as pessoas a real razão da melhoria dos processos individuais e mostrasse os fluxos de informação e material. O real motivo da melhoria individual é a de dar sustento para o fluxo necessário para dar aos clientes o que eles querem na quantidade que desejam e quando querem. A formalização da metodologia desse mapeamento somente ocorreu com os autores Mike Rother e John Shook no livro “aprendendo a enxergar” o ensinamento da metodologia do diagrama de fluxo de material e informações foi registrado. (LIKE & MEIER, 2007).

“O Mapeamento do 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”. (FERRO, 2004)

O MFV permite a detecção de atividades durante o fluxo de produção, ele permite visualizar o todo e não somente as partes individuais do sistema. Ele abrange desde o recebimento dos insumos até a expedição do produto permitindo encontrar as operações que agregam valor e os desperdícios. O MFV se utiliza de ferramentas enxutas, implementadas através de eventos *kaizen*, para atingir o estado futuro. (LIKE & MEIER, 2007).

O MFV permitiu uma visão criteriosa da cadeia de valor de uma forma simples. Ele explora os fluxos de processos, de materiais e informação, além de identificar os desperdícios e suas fontes. O MFV ajuda na tomada de decisão sobre o fluxo, pois o representa de uma forma simples e lógica, de acordo com as técnicas e conceitos enxutos. O primeiro passo é realizar o MFV atual, e posteriormente partir para o estado futuro, que representará o mapeamento que pode se tornar realidade em curto espaço de tempo (PIZZOL, MAESTRELLI, 2005).

A modelagem do MFV é de forma simples, sendo utilizado lápis e papel, entretanto, ela permite a construção de cenários de manufatura que consideram o fluxo de material e de informação. O MFV é uma ferramenta “imprescindível para o processo de visualização da situação atual da organização e construção da situação futura” (NAZARENO et al, 2003).

2.4.1 Descrição das Famílias de Produtos

Uma família de produtos é definida por produtos que possuem como semelhança processos de processamento, maquinários ou uma quantidade de trabalho. Se utiliza uma matriz para definir uma família de produtos quando o mix de produtos é mais complexo, essa matriz se dá com o cruzamento das etapas de processamento e de equipamentos utilizados com os produtos da organização, como demonstrado pela abaixo pela Figura 1 (ROTHER & SHOOK, 2003).

		Etapas de Fabricação & Montagem							
		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 1 – Matriz com etapas de montagem
Fonte: (ROTHER e SHOOK, 2003)

2.4.2 O MFV Atual

Depois de decidido qual família o próximo passo é desenhar o MFV atual. Para isso é necessário coletar os dados visitando o chão de fábrica, se iniciando com o local de embarque, pois ao começar pelo final do fluxo é possível compreender o fluxo de material pela perspectiva do cliente, analisando de onde o material vem, se ele está sendo puxado por esse processo ou empurrado pelo outro, se ele é necessário ou não. Deve-se procurar saber qual a taxa de demanda do cliente, identificar os estoques e o tamanho médio dos mesmos em dias e quantidade, saber como o operador sabe fazer a operação, em qual quantidade e quando, se a produção ocorre de forma puxada ou empurrada e indicar movimentações para cliente e entrega de fornecedores (LIKE & MEIER, 2007). O MFV pode ser aplicado a qualquer área que possua um processo, um exemplo do MFV atual é demonstrado na Figura 2 seguir, no qual a autora utilizou para nivelar a produção de uma linha de montagem do semirreboque de um fabricante de implementos rodoviários sob encomenda.

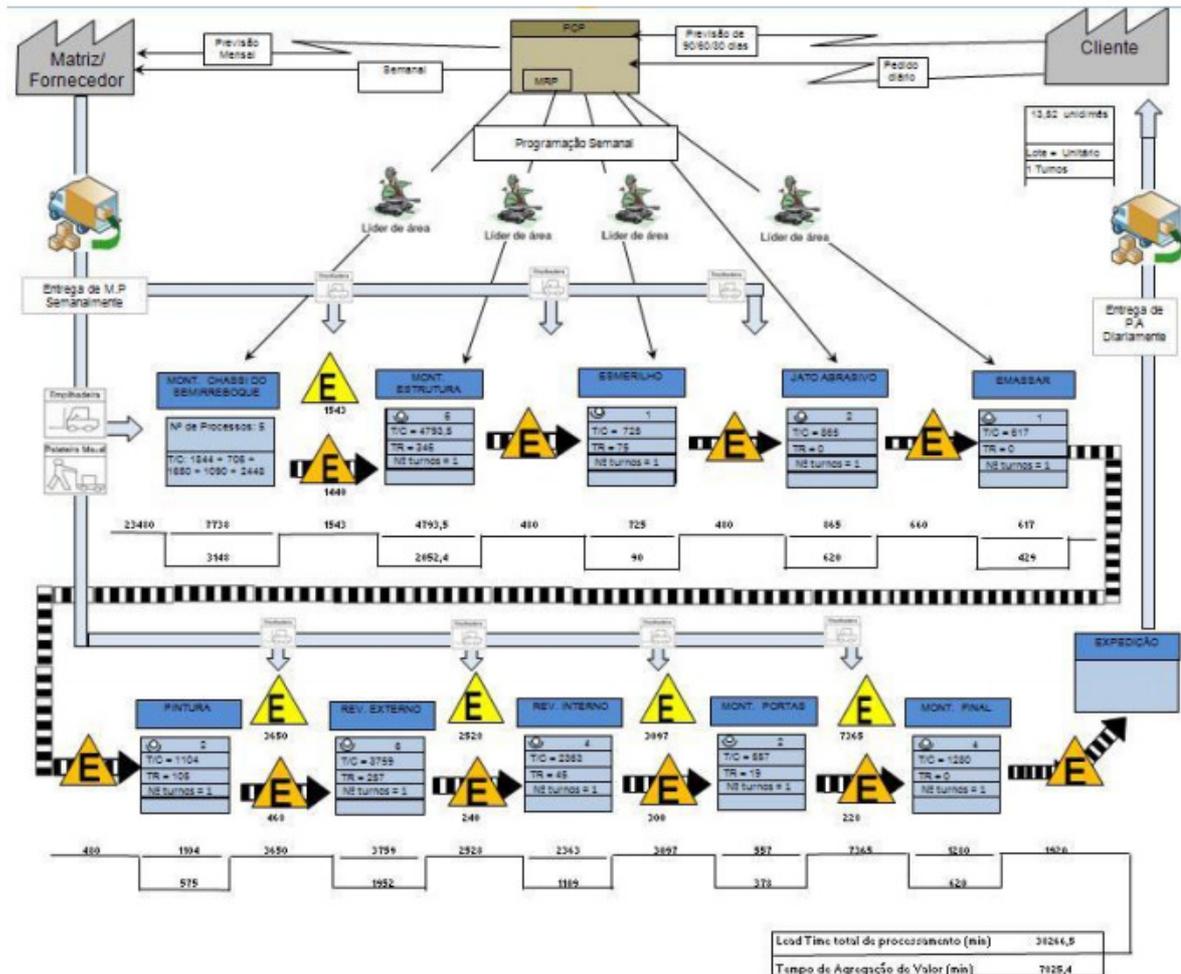


Figura 2– Exemplo de MFV atual
 Fonte: (BREITENBACH, 2012)

Os dados são coletados em todas as etapas do processo de produção, algumas observações são indicadas por Rother e Shook (2003):

- Caminhar diretamente junto ao fluxo real de material e de informação para coletar informações.
- Reunir as informações de cada processo após caminhada pelo fluxo.
- Começar o MFV pelo processo mais ligado ao cliente.
- Não se basear em tempos padrão ou informações não obtidas pessoalmente.
- Mapear pessoalmente para entender o fluxo por inteiro.
- Desenhar a mão e lápis para verificar se será necessário obter outras informações.

Os processos de produção são demonstrados por uma caixa de processo, a qual contém os principais indicadores que fazem parte da operação, que são descritas no Quadro 2:

Nome Indicador	Fórmula	Unidade	Objetivo	Ref. Bibliográfica
Tempo de Ciclo	T. Processamento + T. carregamento+ T. descarregamento	Segundos	Quantificar o tempo para se produzir uma peça.	Rother e Shook (2003)
Tempo de Processamento	T. Processamento	Segundos	Quantificar o tempo de agregação de valor de uma peça.	Rother e Shook (2003)
Tempo de Troca	T. de troca	Minutos	Quantificar o tempo gasto na preparação do maquinário.	Rother e Shook (2003)
Número de Operadores	Nº Operadores	NA	Quantificar o número de operadores no processo.	Rother e Shook (2003)
Número de Variações do Produto	Nº Variações	NA	Identificar a quantidade de variações do produto.	Rother e Shook (2003)
Tamanho da Embalagem	Quantidade Produtos da embalagem	NA	Identificar o PITCH.	Rother e Shook (2003)
Taxa de Operação	Tempo de Trabalho disponível / Paradas não programadas.	%	Identificar a porcentagem do tempo disponível utilizada.	Rother e Shook (2003)
Tempo de Trabalho Disponível	Tempo de trabalho disponível	Segundos	Quantificar o tempo de trabalho disponível.	Rother e Shook (2003)

Quadro 2 - indicadores a serem registradas na caixa de processo.
Fonte: (ROTHER E SHOOK, 2003).

Depois de coletado os dados desenha-se o mapa, iniciando-se pela demanda, com um ícone fábrica no canto superior direito do mapa, e, logo abaixo uma caixa de dados com as necessidades do cliente – quantidade de turnos demanda mensal e tamanho da embalagem, o segundo passo é representar os processos com uma caixa de processo e caixa dados, entre os processos são adicionados triângulos indicando estoques e suas informações. O movimento dos produtos até o cliente e do fornecedor é indicado por ícone caminhão, com as informações ao lado (ROTHER & SHOOK, 2003).

É adicionada uma caixa de controle de produção (contendo o método de planejamento das necessidades de material) e o fluxo de informações é mostrada por setas, linhas e ícones caixa pequena. Um ícone é usado para indicar a forma de programação da produção – puxada ou empurrada – entre os processos. Por último desenha-se uma linha do tempo sob os processos e estoques, indicando o tempo de cada um dos mesmos. Somando o tempo total se tem o *lead time*, e somete os tempos de processamento tem-se o tempo total de agregação de valor (ROTHER & SHOOK, 2003). A Figura 3 apresenta os ícones utilizados no MFV.

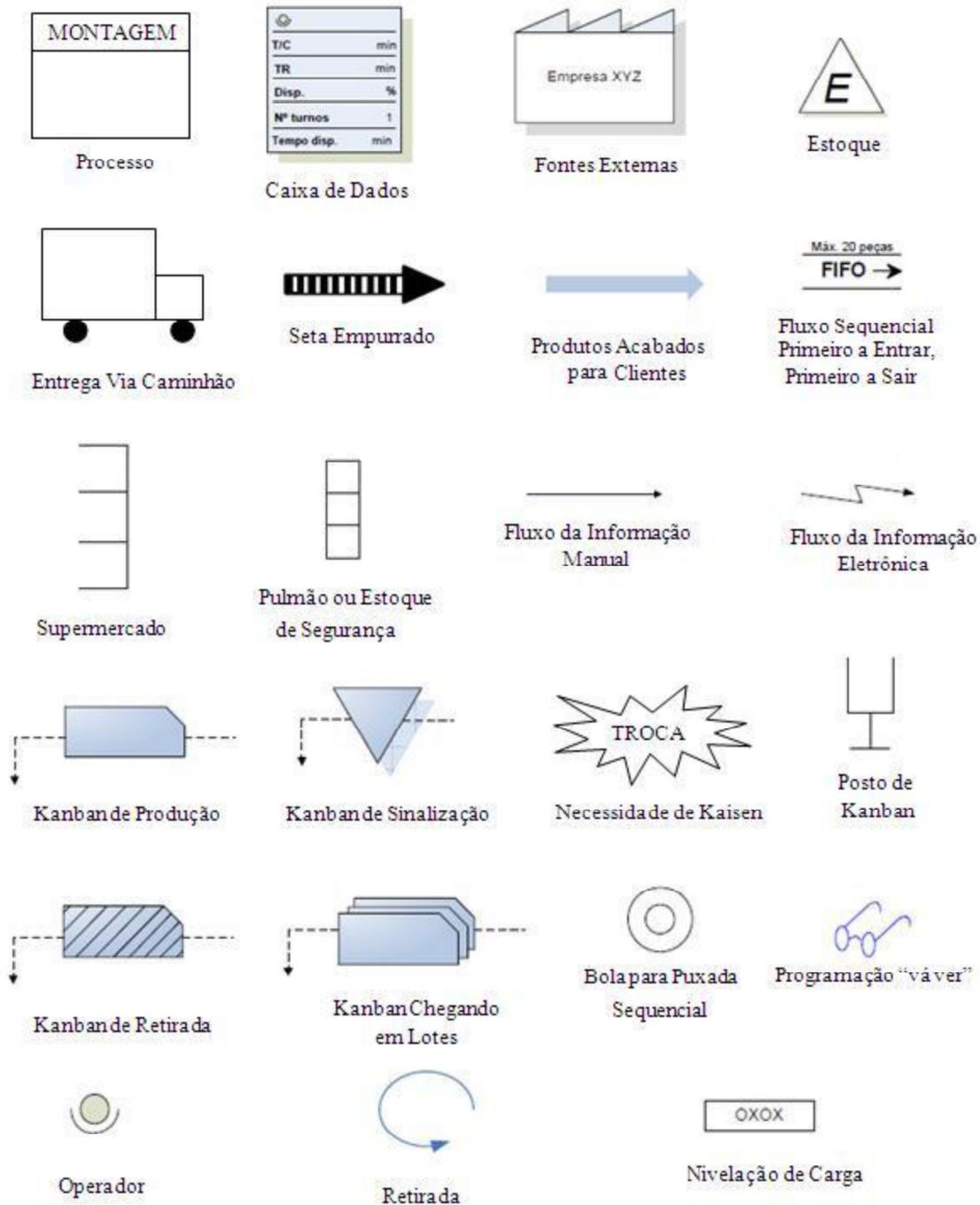


Figura 3 – ícones definidos por Rother e Shook.
Fonte: (ROTHER E SHOOK, 2003).

2.4.3 O MFV futuro

Ao terminar o desenho do mapa atual se inicia a análise do mesmo em busca das fontes de desperdícios. O mapa do estado futuro possui como objetivo destacar e eliminar as fontes de desperdício através da implementação de um fluxo de valor. O estado futuro deve

buscar um fluxo regular dos materiais, com maior qualidade e custo mais baixo. Cada processo deve se aproximar de fazer apenas o que é requisitado pelos clientes. Rother & Shook (2003) destacam oito questões-chave para desenvolver o estado futuro:

- Qual é o *takt-time*?
- A produção será para um supermercado de produtos acabados do qual os clientes puxam ou será diretamente para a produção?
- Onde pode ser usado fluxo contínuo?
- Onde será preciso introduzir sistemas puxados com supermercados?
- Qual será o único ponto da cadeia de produção a ser programado (processo puxador)?
- Como será nivelado o mix de produção no processo puxador?
- Qual incremento de trabalho a ser liberado uniformemente do processo puxador?
- Quais melhorias de processo serão necessárias para fazer o plano de implementação condizer com o mapa do estado futuro?

Para responder as questões levantadas, Rother e Shook (2003) sugerem sete procedimentos a serem seguidos, que serão descritos a seguir:

- **Produza de acordo com o seu tempo *takt*:** A palavra alemã “*takt*” serve para designar o compasso de uma composição musical, foi introduzida no Japão com o sentido de “ritmo de produção”, ou seja, o ritmo de produção necessário para atender a demanda. Matematicamente, é a razão entre o tempo disponível para produção e o número de unidades a serem produzidas (ALVAREZ & ANTUNES JR, 2001).

Takt-time pode ser definido como o ritmo de produção necessário para atender a um determinado nível considerado de demanda, dadas às restrições de capacidade da linha ou célula.

Rother e Shook (2003) definem o *takt-time* como sendo a frequência com que deve ser produzido uma peça ou produto, de acordo com a demanda. O cálculo do *takt-time* é demonstrado na equação (1).

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ Disponível\ para\ Produção(turno,dia,mês,..)}{Quantidade\ de\ produtos\ demandado\ pelo\ cliente\ (turno,dia,mês)} \quad (1)$$

- **Desenvolva um fluxo contínuo onde for possível:** As linhas de montagem criadas por Henri Ford foi o primeiro ponto da utilização de fluxo contínuo com grande eficiência. Neste sistema o material processo é transportado para a montagem, onde se juntam a vários componentes para ser realizada a montagem final. A própria linha de montagem se movimenta numa velocidade regular, enquanto a montagem dos carros é feita, produzindo os automóveis um a um (OHNO, 1997).

A Toyota usou a ideia de Ford, como era realizado na linha de montagem para desenvolver um sistema de fluxo unitário de peças, ao longo do processo produtivo, flexível para conseguir acompanhar a flutuação da demanda (LIKE & MEIER ,2007). Fluxo contínuo é produzir uma peça por vez a passando de processo em processo sem que haja paradas no fluxo da mesma (ROTHER & SHOOK, 2003).

- **Usar supermercados para controlar a produção onde não é aplicável fluxo contínuo:** Um supermercado é onde o cliente obtém o necessário, no momento correto e na quantidade desejada. O processo cliente vai até o processo fornecedor para retirar a quantidade de peças desejada, no momento certo e o modelo necessário. O processo fornecedor repõe a quantidade recém-retirada pelo cliente após o consumo por parte do processo consumidor (OHNO, 1997).

Rother e Shook (2003) afirmam que existem pontos onde não é possível o fluxo contínuo, e nesses pontos deve-se utilizar o supermercado.

- **Selecionar o processo puxador:** Processo puxador é aquele que dita o ritmo dos processos anteriores, pois o abastecimento deste processo ocorre apenas em resposta a uma demanda. Frequentemente este processo é o ultimo processo produtivo em um fluxo contínuo de valor (ROTHER & SHOOK, 2003).
- **Nivelar o mix de produção:** O nivelamento do mix de produção ou dos produtos é uma tentativa de disciplinar a sequencia da produção de diferentes itens de uma forma nivelada em um período definido de tempo (ROTHER e SHOOK, 2003).

- **Nivelar o volume de produção:** O nivelamento de produção visa distribuir a carga de trabalho em relação as quantidades produzidas em períodos de tempo (ROTHER e SHOOK, 2003).
- **Desenvolver a habilidade de fazer "toda a peça todo dia" nos processos anteriores ao processo puxador:** A habilidade de fazer “toda a peça todo dia” pode ser alcançada com a redução dos tempos de troca e com a produção de lotes menores nos processos fornecedores. Ao realizar essas medidas, os processos ficam aptos a responder a mudanças na demanda com maior rapidez. O objetivo é de aplicar toda peça todo dia para as com volumes altos (ROTHER e SHOOK, 2003). A Figura 4 apresenta o MFV futuro do MFV apresentado na Figura 2, no qual a autora propôs as melhorias de redução na variação de estoque, a produção em fluxo contínua e unitária, programação de FIFO (First in First out) e tempo de movimentação entre os boxes de montagem reduzidos.

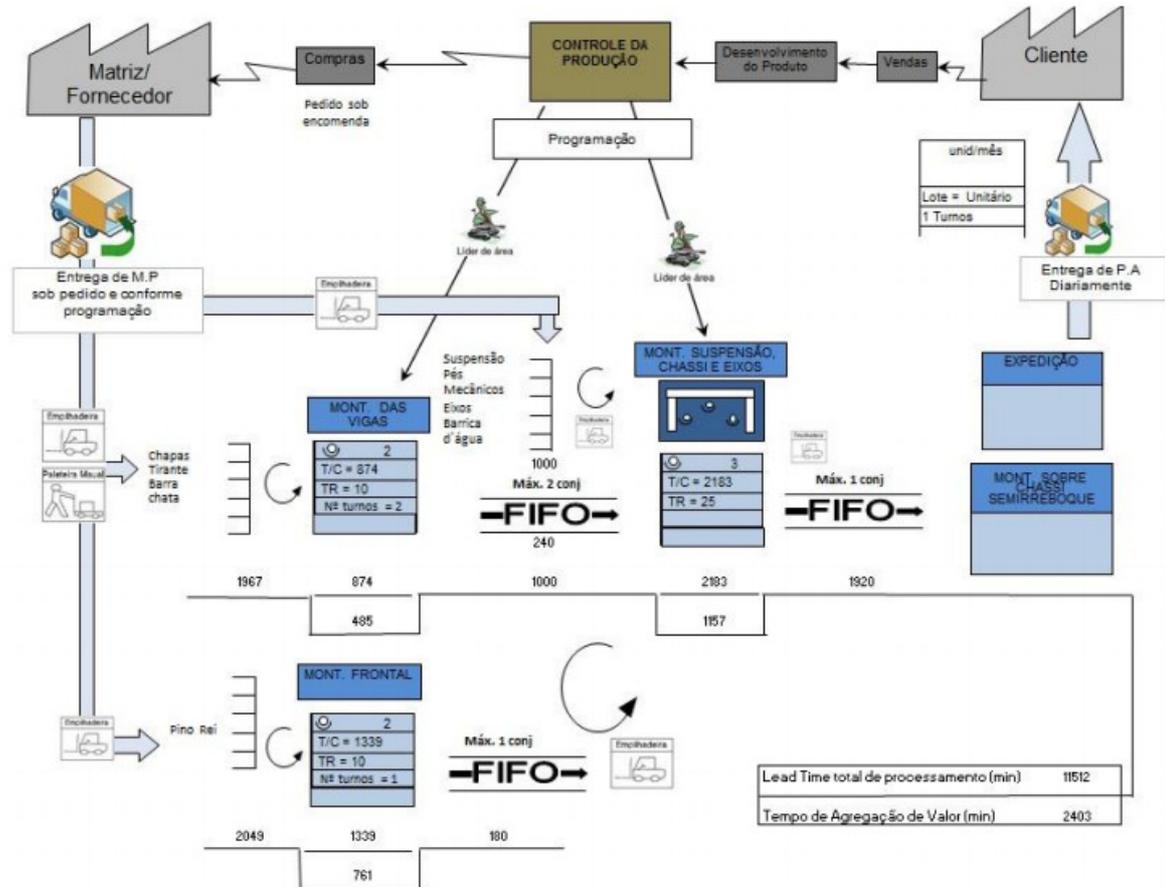


Figura 4 - Exemplo de MFV futuro
Fonte: (BREITENBACH, 2012).

2.4.4 Plano de ação

A última etapa do mapeamento é a de reunir todas as propostas no mapa do estado futuro e organizá-las em um plano de trabalho com atividades concretas e viáveis, além de um cronograma de acompanhamento das atividades, que podem ser divididas em loops, onde em cada uma dessas etapas se utilizaria de ferramentas enxutas para atingir o nível futuro (ROTHER & SHOOK, 2003).

A sequência das ações a serem tomadas para atingir o estado futuro seguem o padrão de cronograma através de gráficos Gantt diretos. Like e Meier (2007) aconselham a divisão por três loops (processo marcador de ritmo, do processo intermediário e processo fornecedor) independentes entre si, podendo ser trabalhados em conjunto. A implementação se dá na forma de eventos *kaizen* com o uso das ferramentas enxutas e melhoria de processo. Cada um dos ciclos é de material e de informação, onde o material visa encontrar o cliente e a informação acionar o próximo pedido do cliente.

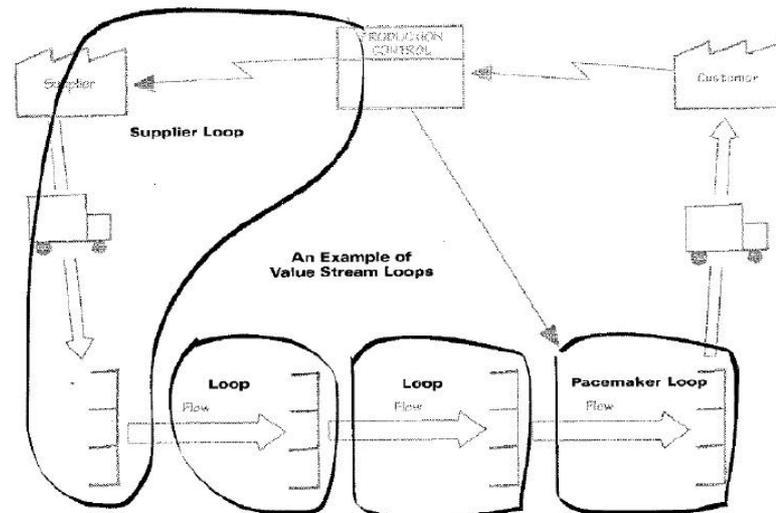


Figura 5 – Exemplo dos Loops no MFV futuro
Fonte: (ROTHER E SHOOK, 2003)

Não existe regra sobre a ordem dos Loops, porém Like e Meier (2007) aconselham que se inicie no ponto mais próximo do cliente, onde será possível criar um sistema puxado nivelado no marcador de ritmo e dar início à um senso de *takt-time* no fluxo de valor naquele ponto.

2.5 Ferramentas Enxutas

As ferramentas demonstradas a seguir foram escolhidas, pois vão de encontro com os problemas encontrados no desenvolvimento do trabalho.

2.5.1 Sistema de Coordenação de Produção Puxada - *Kanban*

O KANBAN é o mais conhecido dos sistemas de produção puxada, ele foi desenvolvido no Japão e é utilizado entre os fluxos contínuos. A principal função é a de manter os estoques o mais baixo possível sem que a produção seja comprometida. O KANBAN aciona a produção quando o estoque da estação de trabalho do processo posterior está baixo (Serenio et al;2011).

A demanda do cliente aciona a liberação de um produto para o cliente, a partir desse momento um cartão de KANBAN é transferido para o processo anterior, acionando a produção de uma nova peça pelo processo anterior. Caso este segundo processo possua um processo fornecedor, uma ordem será enviada para o processo fornecedor demandando a produção de uma nova peça. As informações de demanda do cliente são, desta forma, transferidas por sinal KANBAN por toda a linha produtiva até ao estoque de matéria-prima.

Se em algum dos processos ao longo da linha produtiva não tenha peça disponível nos estoques intermediários, não existirá a transferência de KANBAN para o estágio fornecedor, ou seja, a informação será interrompida e retomada somente ao momento que a peça chegar ao estoque intermediário (Sereno et al;2011).

O sistema de controle KANBAN se define na transferência de informação da demanda do cliente final para a linha produtiva, passando por todos os processos de manufatura, onde a informação é passada de um processo para o seu processo fornecedor, esta informação, entretanto, só é passada quando existe peça disponível na fase posterior (Sereno et al;2011). Fica mais fácil o entendimento do funcionamento deste sistema ao analisar a Figura 6.

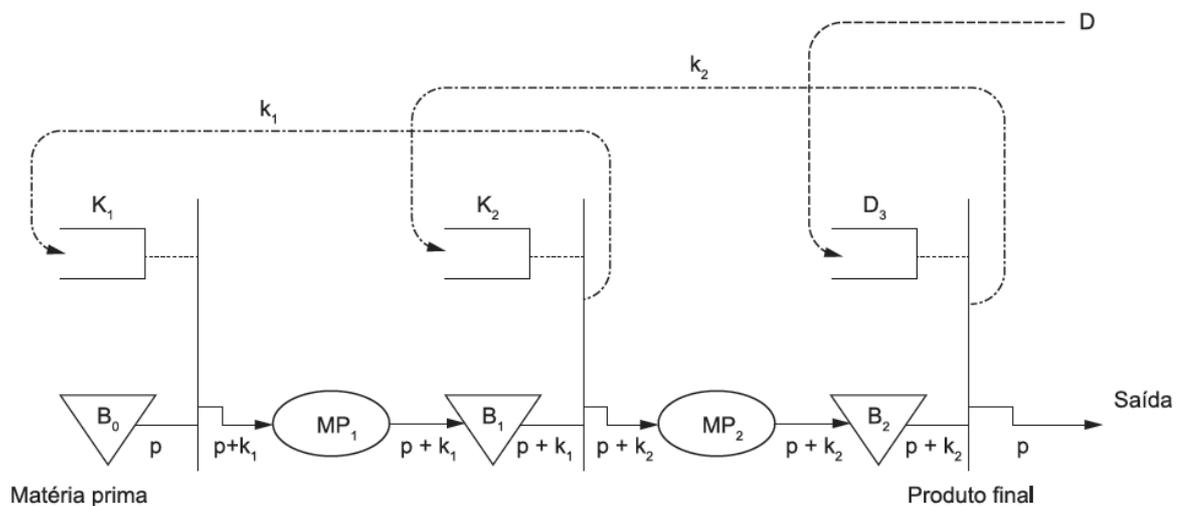


Figura 6 – Exemplo do sistema KANBAN
Fonte: (Sereno et al; 2011)

O movimento KANBAN é mostrado pela linha traço, e o movimento de material pela linha mais forte. Os triângulos são os estoques de produtos finais daquele processo e os círculos a matéria-prima. A demanda do cliente “D” chega ao sistema requerendo um produto “p” a partir de “B2” para o cliente. Se existir produto no estoque “B2”, o produto “p” é liberado para o cliente e um cartão KANBAN “K2” é enviado para a fila do processo fornecedor. O cartão “K2” autoriza a produção de uma nova peça nesse processo. Se o estoque “B1” estiver com produtos, então um produto é enviado ao processo final, e junto a ele o cartão “K2”. Neste momento é enviado um cartão KANBAN “K1” ao primeiro processo requerendo a liberação de matéria-prima bruta do processo inicial. O que faz com que a matéria-prima seja enviada ao processo 2 e junto a ela um cartão KANBAN “K1”.

Caso não existisse produto disponível nos estoques “B1” ou “B2”, o cartão KANBAN não é transferido para o estágio anterior, o que significaria que a demanda está

temporariamente interrompida e seria retomada somente quando o produto for demandado pelo cliente. A informação somente é enviada ao processo anterior quando é solicitado o processo posterior solicita o produto do processo atual.

2.5.2 Índice de Eficácia Global do Equipamento – OEE

O índice de eficácia global do equipamento, também conhecido por OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) possui a finalidade de quantificar o desempenho dos equipamentos. É uma ferramenta que auxilia no controle do processo, melhoria de processo, capacidade produtiva e no cálculo do custo das perdas de produção. O OEE é um sistema de detecção das perdas do equipamento exprimindo a eficácia do equipamento numa métrica que permite a avaliação dos efeitos das ações de melhorias desenvolvidas, além de permitir a quantificação e identificação de problemas de uma forma padronizada e simplificada (SILVA, 2013).

O OEE é um índice obtido através da estratificação das seis grandes perdas do equipamento, seu cálculo tem como base a relação entre disponibilidade, eficiência e qualidade.

A disponibilidade indica todo o tempo disponível para a produção, o índice de disponibilidade é a relação entre o tempo planejado de produção e o tempo bruto para a produção, essa diferença se dá por perdas de disponibilidades, as quais divididas entre avarias e de preparação da máquina. As perdas de avarias são aquelas referentes a falha do maquinário que faça a interrupção da produção, as perdas por preparação são representadas por regulagens e tempo gasto na troca de ferramentas. Qualquer parada superior a 10 minutos deve ser indicada como perda de disponibilidade.

A eficiência indica o tempo efetivo de produção, ou seja, o tempo gasto com a transformação da matéria-prima. O índice de eficiência é obtido através da relação entre o tempo efetivo de produção e o tempo bruto para a produção, as perdas por eficiência são aquelas referentes a pequenas paradas e por redução da velocidade. As pequenas paradas são aquelas inferiores a cinco minutos, e a redução da velocidade é produzir a baixo do tempo de ciclo nominal.

O último vetor, a qualidade, indica o tempo gasto com a produção de produtos bons, o cálculo do índice de qualidade é obtido através da relação do tempo efetivo de produção e o tempo útil de produção, essa diferença ocorre por perdas de qualidade, as quais são divididas entre tempo por retrabalho, em refugos e perdas de arranque.

O OEE é o produto dos três índices mostrados anteriormente, entretanto, pode ser obtido com a relação entre o tempo útil de produção e o tempo disponível de produção, ou

seja, ele mostra a porcentagem do tempo disponível da produção que foi utilizado para a produção de peças boas. A Figura 7 explica a sistemática do índice:

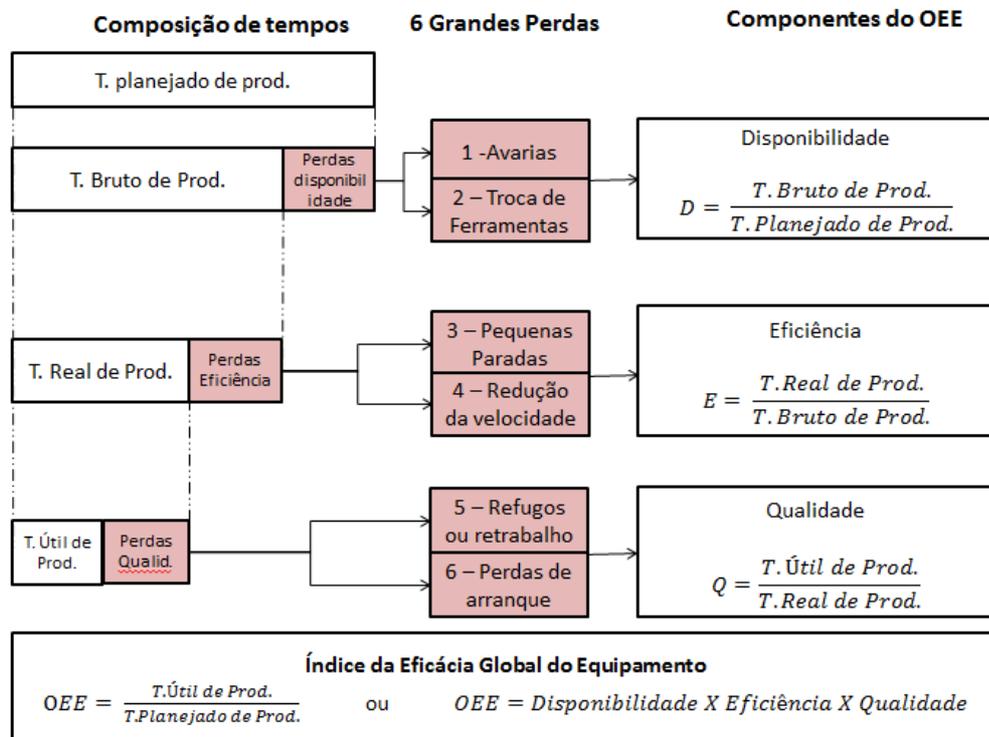


Figura 7 - Sistemática do OEE.
Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)

Hansen (2006) conclui que o OEE menor que empresas com o índice inferiores a 65% estão numa posição inaceitável e precisam de mudanças. Com valores entre 65% e 75% o processo é considerado bom, 75% e 85% muito bom e acima de 85% são empresas de classe mundial. Nakajima (1989) afirma que 85% deve ser estipulado como meta para os equipamentos, e para se obter esse índice o processo deve apresentar os índices de disponibilidade com 90%, eficiência com 95% e qualidade 99%.

2.5.3 Troca Rápida de Ferramentas - SMED

A Troca Rápida de Ferramenta, também conhecida por, *Single Minute Exchange of Die (SMED)* é uma metodologia desenvolvida por Shingo e que possui por meta a redução do tempo de troca de ferramentas para apenas um dígito, ou seja, menor que dez minutos. A metodologia visa segregar as atividades entre as possíveis de serem executadas com o equipamento em funcionamento e as atividades que só podem ser executadas com o maquinário paralisado (SUGAI; MCINTOSH; NOVASKI, 2007).

A redução do tempo de troca dos equipamentos será benéfica para a empresa e para o cliente. O prazo de entrega será menor, as quantidades menores, as entregas serão mais frequentes e o atendimento a emergências mais eficiente. A redução do *setup* aumenta a flexibilidade dos processos e melhora o tempo de resposta para a variação de demanda.

A metodologia de implementação da ferramenta é dividida em 4 estágios, as quais são mostradas na Figura 8.

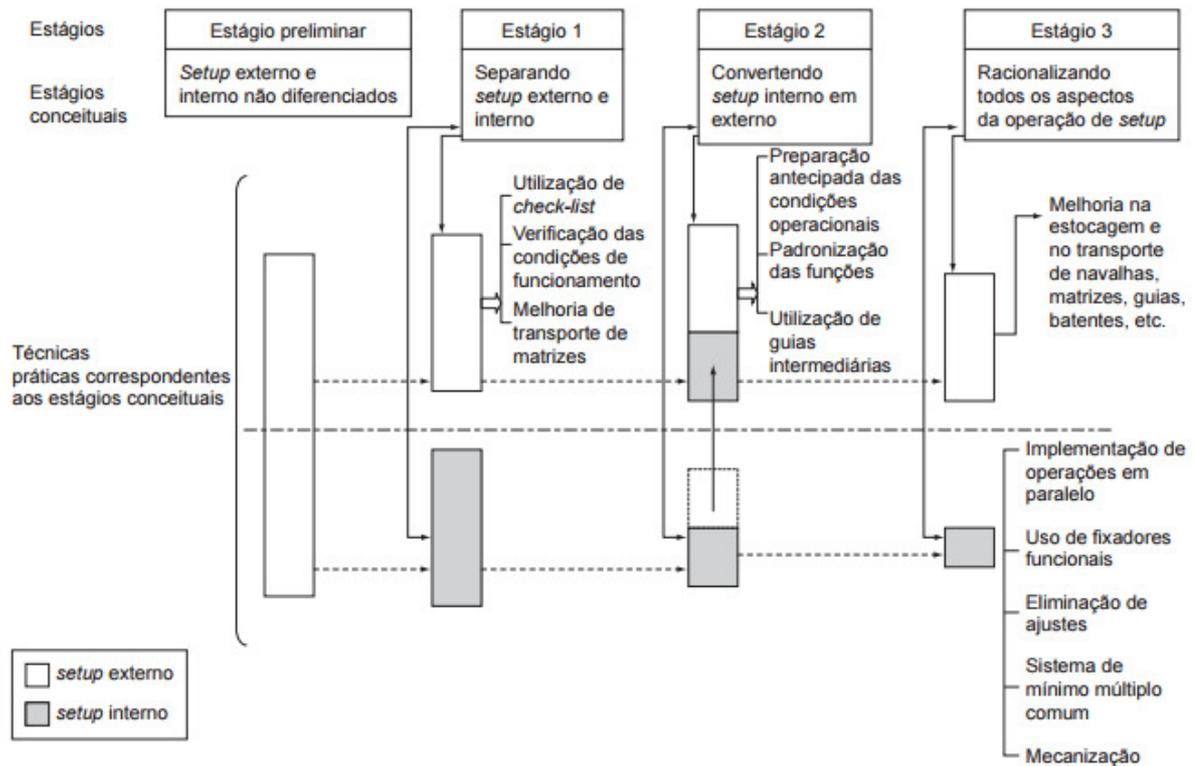


Figura 8 - etapas da SMED.
Fonte: (SHINGO, 2000).

- Estágio preliminar: neste estágio o *setup* não é diferenciado entre interno e externo, o que significa que o *setup* não é planejado;
- Estágio 1: este é o primeiro passo para o planejamento da troca de ferramentas, neste momento as atividades que compõem o *setup* são mapeadas e segregadas entre internas e externas;
- Estágio 2: neste estágio existe uma busca em transformar as atividades internas em externas, esta transformação ocorre por meio de padronização das ferramentas e gabaritos que compõem o *setup*;
- Estágio 3: a última etapa da SMED é a de buscar a melhoria de cada operação do *setup* interno e externo, (SUGAI; MCINTOSH; NOVASKI, 2007).

3 METODOLOGIA

Este estudo se utilizou da metodologia de pesquisa-ação, na qual o pesquisador se utiliza da observação participante e interfere no objeto de estudo de forma cooperativa com os participantes da ação para resolver um problema e contribuir para a base do conhecimento (Mello et al; 2012). A Figura 10 apresenta a relação entre as etapas da pesquisa ação e o desenvolvimento do mapa de fluxo de valor.

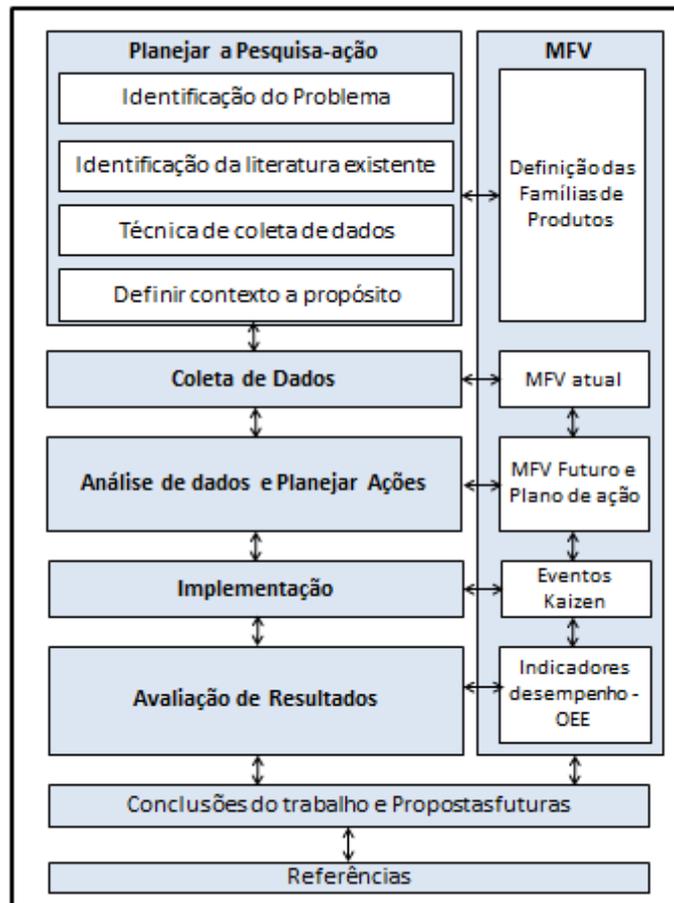


Figura 9 - Fluxograma deste trabalho
Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)

O MFV e a metodologia começam a se relacionar durante o planejamento da pesquisa-ação, o qual é representado no MFV pela etapa de identificação da família a ser mapeada e os componentes que a representam. A segunda relação se dá pela coleta de dados, resultando no MFV atual. A análise desses dados resultou no MFV e no plano de ação, que se divide em eventos *kaizen* para a implementação das ações. A última parte da interação entre a relação se deu na avaliação dos resultados, sendo que se propulsou a utilizar o indicador de desempenho OEE para esta avaliação.

A pesquisa-ação é cíclica, onde os resultados de um ciclo servem como entrada do próximo. O processo da pesquisa-ação acontece em cinco fases, como mostrado na Figura 9.

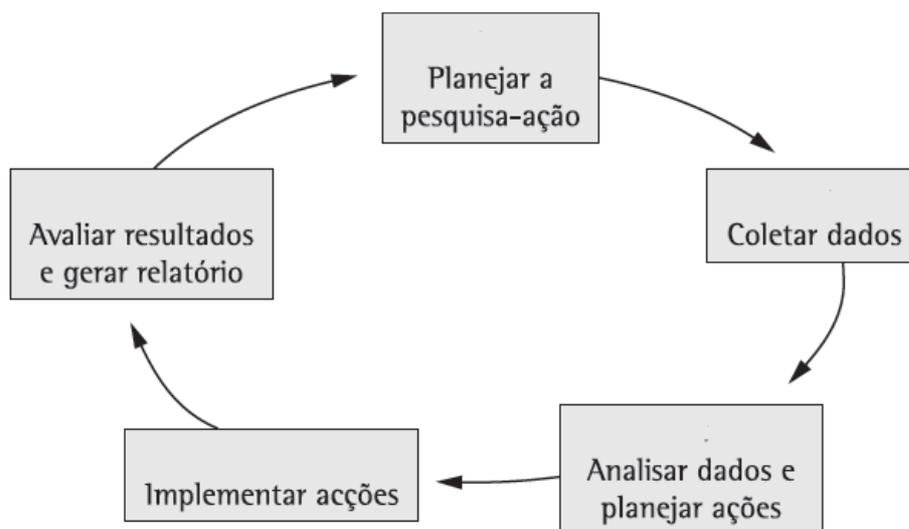


Figura 10 - Fases da Pesquisa-Ação
 Fonte: (Mello et al; 2012)

A primeira fase de Planejamento da pesquisa-ação é a de definição da estrutura conceitual teórica, técnicas de coleta de dados e de definição do contexto e o propósito da pesquisa. Esta etapa se divide em 4 subfases:

- 1) **Iniciando a pesquisa:** Identificação do problema a ser solucionado pelo estudo. Normalmente a iniciação é dirigida pelo problema, ou seja, a organização procura um especialista teórico (pesquisador) para resolver algum problema considerado aparentemente insuperável.
- 2) **Definir a estrutura conceitual-teórica:** Identificação e organização dos conceitos encontrados – após mapeamento da literatura existente – que se apresentam significantes para o trabalho a ser desenvolvido. Objetivo de identificar os pontos fortes e contribuições chave da literatura, assim como deficiências, omissões, inexatidões, lacunas onde possam existir problemas. Esses problemas foram uma questão na qual são definidos os objetivos do projeto de pesquisa, a fundamentação teórica é feita para contextualizar e fundamentar os problemas identificados.
- 3) **Selecionar unidade de análise e técnicas de coleta de dados:** definição as técnicas de coleta de dados.
- 4) **Definir contexto e propósito:** identificar os interessados com a pesquisa e suas expectativas. Realizar um diagnóstico da situação, dos problemas prioritários e eventuais ações.

A segunda etapa da Pesquisa-ação é a de coletar os dados, no qual será utilizado o MFV do estado presente para a coleta. Na pesquisa-ação o pesquisador se envolve ativamente no dia-a-dia dos processos organizacionais, assim como o MFV, o qual requer que o responsável deve coletar os dados por meio de gravações, cronometragem, entrevistas. Os dados devem ser coletados do final para o início, no sentido contrário à matéria-prima.

A terceira etapa é a de planejar as ações, nesta etapa da Pesquisa-ação os dados obtidos no item anterior serão comparados com os da teoria pesquisada no planejamento. Neste trabalho esta fase se resume na análise do MFV presente, elaboração do MFV futuro e o plano de ação para que o estado futuro seja atingido. A análise será com o intuito de descobrir se os dados estão coerentes, convergentes ou contraditórios, encontrar quais os pontos críticos do fluxo de valor, materiais e informações apresentados no MFV presente. A equipe deve realizar a análise, sendo o pesquisador responsável pela validação dos dados, por causa do mesmo ter conhecimento do método científico. Esta etapa é finalizada com a elaboração e documentação de um plano de ação, o qual deve conter informações relevantes quanto a quais são as mudanças necessárias, o compromisso a ser formalizado, quais as partes da organização serão atingidas, dentre outros.

O quarto passo é o de implementar o plano de ação elaborado pela análise dos dados, nesta etapa os participantes irão colocar em prática as ações definidas pelo plano de ação. A implementação das ferramentas enxutas escolhidas na análise serão implementadas neste estágio do projeto, essa implementação se dará com eventos *kaizen*, de acordo com o plano de ação.

A última etapa de um ciclo da Pesquisa-ação é a de avaliar os resultados obtidos com as ações feitas no item anterior e gerar relatório. A avaliação será feita de acordo com indicadores enxutos, dos quais o principal a ser analisado será o OEE. A verificação de sucesso do projeto deve ter como base os objetivos da pesquisa e proposição estabelecidas no planejamento.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Descrição da empresa estudada

Este trabalho foi desenvolvido ao longo de seis meses em uma empresa do setor metal-mecânico, empresa que é genuinamente brasileira com mais de 30 anos no mercado nacional, ela é reconhecida pelo seu vasto conhecimento em bombeamento de água e máquinas lavadoras de alta e média pressão. A empresa estudada figura como uma das principais empresas de seu ramo, sendo uma das precursoras do agronegócio.

A empresa possui como missão ser referência em soluções para o bombeamento de água e de geração de energia através do uso de energia renováveis, a sua visão é a de desenvolver e produzir produtos com qualidade e eficiência, gerando valor para os clientes, utilizando inovação e responsabilidade ambiental, e seus valores se resumem a: inovação, comprometimento, foco no cliente e respeito às pessoas e meio ambiente.

O sistema de vendas da empresa se dá através de revendas, as quais fazem os pedidos por meio de representantes ou pelo escritório situado na sede. Ela exporta para toda a América latina, além de países da África, Ásia e Oceania, possui uma rede de assistência técnica de 250 pontos de atendimento e rede de distribuição de 1050 clientes ativos.

A logística de distribuição e de suprimento se utiliza de transportadoras. O carregamento dos caminhões é realizado diariamente, a distribuição com destino à América do Sul é feita através de caminhões, para os outros destinos a distribuição é feita por caminhões até o porto de Santos, e, posteriormente por navios.

O suprimento é feito de acordo com os pedidos de compra, a empresa possui matérias-primas nacionais e importadas. Os fornecedores nacionais estão distribuídos nos estados do Paraná, São Paulo e Santa Catarina, e os internacionais estão na China. Para os fornecedores nacionais o tempo de entrega varia de acordo com o fornecedor, normalmente de 5 a 30 dias. Para o fornecedor chinês a entrega é de 120 dias, o que faz com que um pedido seja feito a cada seis meses. Para os nacionais o pedido é separado de acordo com a curva ABC, as matérias-primas A e B são pedidas quinzenalmente, e as C mensalmente.

A empresa se utiliza da produção para estoque (MTS- Make to stock) como processo de negócio, ou seja, a produção para estoque baseado em previsão de demanda, que é um sistema com rapidez na entrega dos produtos, entretanto, os clientes não possuem suas necessidades interpretadas por completo, o que pode ser prejudicial para a continuidade do negócio.

A planta possui dois barracões, no menor ficam os processos de fundição, marcenaria e de injeção de plástico. O maior possui dois andares, no primeiro andar ficam a parte administrativa, os processos de pintura líquida e a pó, fibra de vidro, solda, corte de chapas e tubos, usinagem e o estoque. No segundo andar fica o processo de montagem. A jornada de trabalho é de 8 horas e 48 minutos por dia, em cinco dias na semana. A sequência operacional é demonstrada na Figura 11.

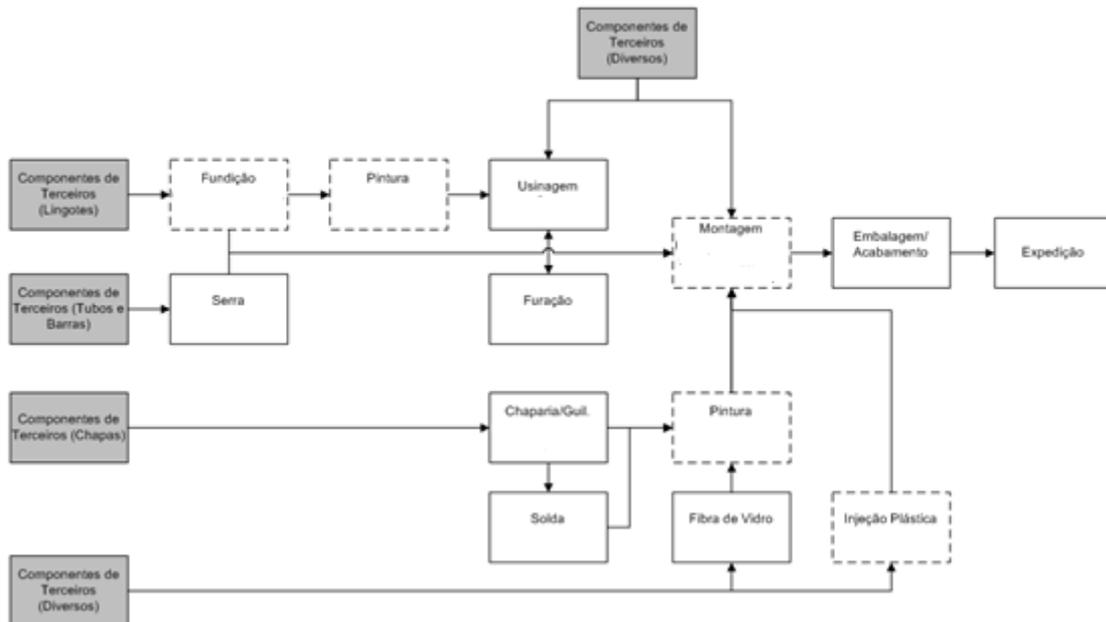


Figura 11 - Sequência produtiva
 Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)

A sequência se inicia com o processo de fundição, que possui dois fornos com capacidade de fundir 500 kg de alumínio. A fundição é realizada por gravidade com o uso de coquilhas, as peças são fundidas e posteriormente enviadas a serra fita para que os massalote e os canais de alimentação sejam cortados.

Paralelamente ao setor de fundição, o setor de corte de chapas e tubos recebe os tubos e corta os tarugos com a medida especificada e envia para o setor de usinagem, chaparia ou de soldagem. Os quais conformam ou soldam os produtos e os enviam para o setor de pintura, e posteriormente para a montagem.

As peças fundidas são enviadas para o setor de pintura e posteriormente para a usinagem, o qual possui cinco centros de usinagem, nove tornos CNC, cinco tornos convencionais e três furadeiras. As peças usinadas são enviadas ao setor de montagem.

Os setores de fibra de vidro e de injeção plástica enviam seus produtos para o setor de montagem, o qual possui duas linhas de montagem, uma para as hidrolavadoras e outra para

as bombas de membrana. A linha de montagem das hidrolavadoras possui doze postos de trabalho, sendo duas delas responsáveis pela teste dos produtos. Os produtos são testados e embalados no segundo andar, e posteriormente enviados para o andar térreo e armazenados próximo a expedição.

4.2 Implementação do Mapa de Fluxo de Valor

Para facilitar a organização e gerenciamento do projeto, o mesmo foi subdividido em componentes menores, os quais podem ser chamados de entregas de trabalho. A Figura 12 contém a estrutura analítica do projeto (EAP), na qual estão inseridas as entregas do trabalho e as etapas do mesmo.

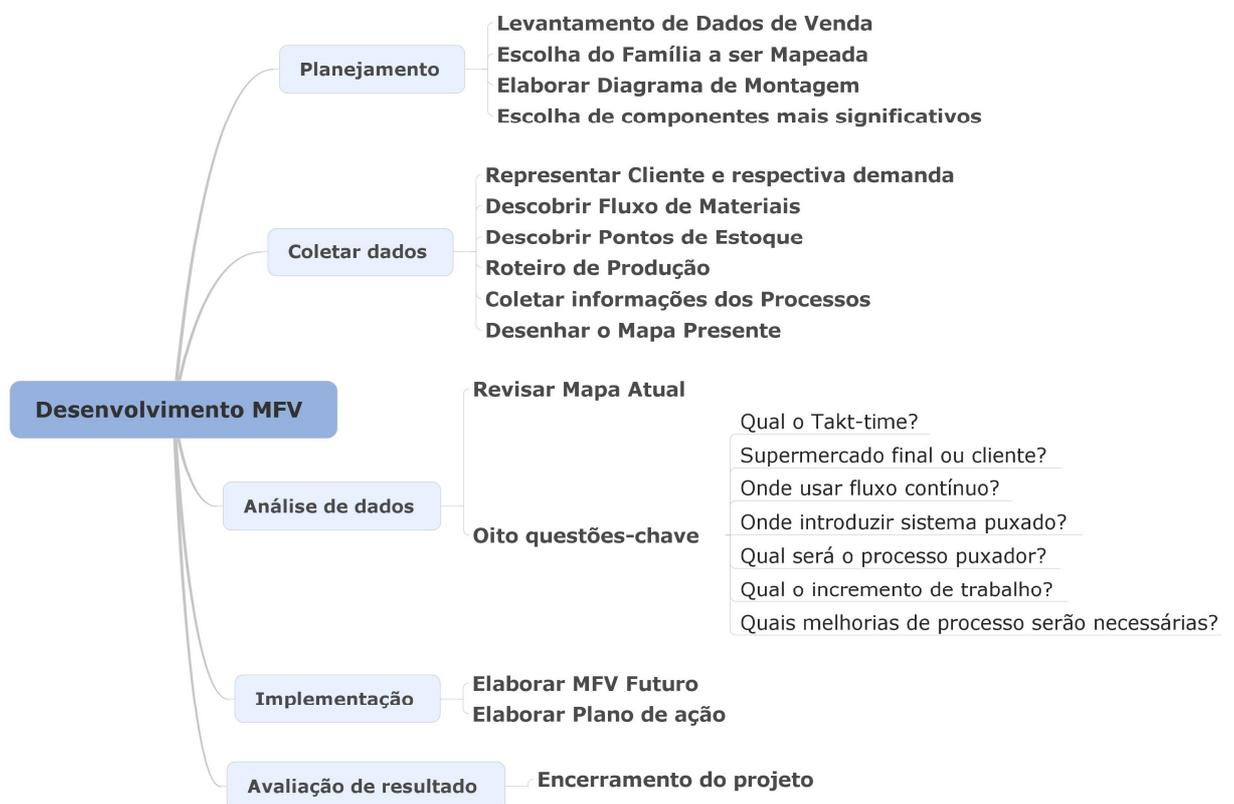


Figura 12 - Estrutura analítica do projeto
Fonte: (Elaborado pelo Autor; 2015)

Ao analisar a EAP do projeto é possível verificar que ele foi subdividido em entregas de trabalho, sendo que cada uma das entregas sofreu mais um divisão. As subdivisões serão apresentadas a seguir:

4.2.1 Planejamento

Identificação do Problema e definir contexto a propósito

Na reunião de planejamento estratégico para o ano de 2015 foi verificado que existiram alguns fatores desfavoráveis no ano de 2014, dentre os quais se destacaram: baixa produtividade na linha das hidrolavadoras, alto índice de manutenção na usinagem, alto estoque de matéria prima, equívocos no planejamento de produção, dentre outros.

Para o ano de 2015, foi realizada uma análise de cenário, a qual demonstrou que a produtividade da fábrica, prazo de entrega e custos de estoques foram características que se apresentaram como potenciais fraquezas para o ano de 2015.

Neste contexto que surge este projeto, pois o MFV se apresenta como uma ferramenta enxuta útil na orientação ao longo do fluxo do produto, ou seja, no fluxo de valor. O projeto visa evitar que os fatores desfavoráveis do ano de 2014 e as fraquezas apontadas pela análise de cenário aconteçam. Ele possui, portanto, como requisitos:

- Melhorar a eficiência/produtividade da fábrica;
- Diminuir o índice de refugos da fábrica;
- Facilitar a manutenção dos equipamentos;
- Reduzir inventário e estoques;
- Diminuir *lead time*;
- Aumentar a capacidade operacional;
- Aumentar a flexibilidade de produção;
- Melhorar a programação da produção;
- Melhorar o fluxo de materiais.

Os requisitos foram ordenados de forma a atender os problemas apresentados, foi utilizada uma sistemática para auxiliar na priorização dos requisitos do projeto, a qual é demonstrada na Tabela 1:

Importância	Relacionamentos	Requisitos do Projeto								
	9-Forte									
	3-Médio									
	1 - Fraco									
	Importância	Reduzir lead time de produção	Reduzir tempo médio de troca	Reduzir tempo de paradas não Programadas	Reduzir Estoque	Melhorar Layout	Aumentar tempo operacional disponível	Puxar a produção	Padronizar o trabalho	Diminuir Movimentação
	1 - Pouco									
	2 - Importante									
	3 - Muito									
2	Melhorar Eficiência da fábrica	1	3	3	3	3	9	9	9	3
1	Diminuir índice de refugos da fábrica	9	1	1	3	3	1	1	9	1
1	Facilitar Manutenção dos Equipamentos	1	1	1	1	9	1	1	9	1
3	Reduzir inventários e estoques	9	9	1	9	1	3	9	1	1
3	Diminuir lead time	9	9	3	9	1	9	9	1	3
3	Aumentar a capacidade operacional	9	9	9	3	3	9	9	9	3
3	Aumentar a flexibilidade de produção	9	9	3	3	3	3	9	1	1
2	Melhorar a programação de produção	9	9	3	1	1	9	9	1	1
2	Melhorar o fluxo de materiais	1	1	1	1	9	1	1	9	3
TOTAL PONTOS		140	136	64	86	62	112	148	92	40

Tabela 1 - Matriz de priorização do projeto
Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)

Os principais requisitos deste projeto são, portanto, em ordem de priorização:

1. Puxar a Produção
2. Diminuir o tempo de atravessamento, ou *lead time*.
3. Reduzir tempo médio de troca
4. Aumentar o tempo operacional disponível

Definição da família de produtos

O projeto se iniciou com a definição da família de produto a ser mapeada. A empresa atualmente produz bombas hidráulicas, hidrolavadoras, Maxicort e produtos para a geração de energia. O gráfico sequencial apresentado pela Figura 13 demonstra o comportamento da demanda dos produtos.

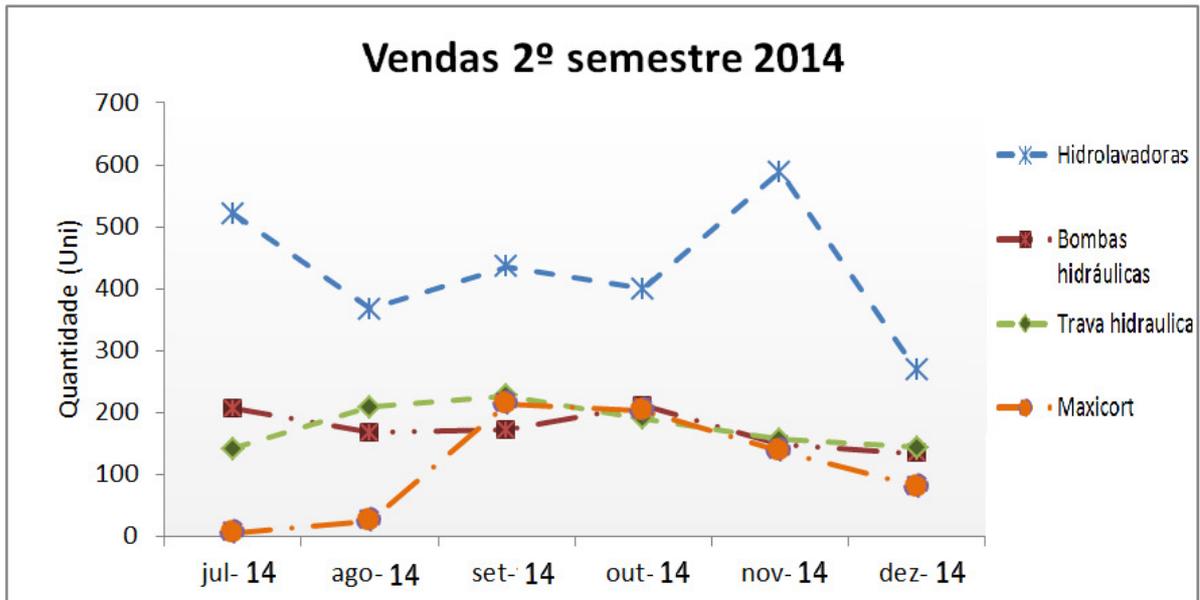


Figura 13 - Gráfico sequencial de vendas 2º semestre 2014.
 Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)

Ao analisar o gráfico sequencial fica evidente que a família de hidrolavadoras é a que apresentou maior demanda no segundo semestre de 2014, ficando com quase 50% do número das vendas do período. Se for levando em conta o lucro, esta porcentagem aumenta ainda mais, chegando a quase 80% do lucro da empresa neste mesmo período. Por conta disso a família de hidrolavadas foi escolhida por este estudo. O gráfico de Pareto mostrado na Figura 15 demonstra a representatividade do lucro pelos principais produtos da empresa.

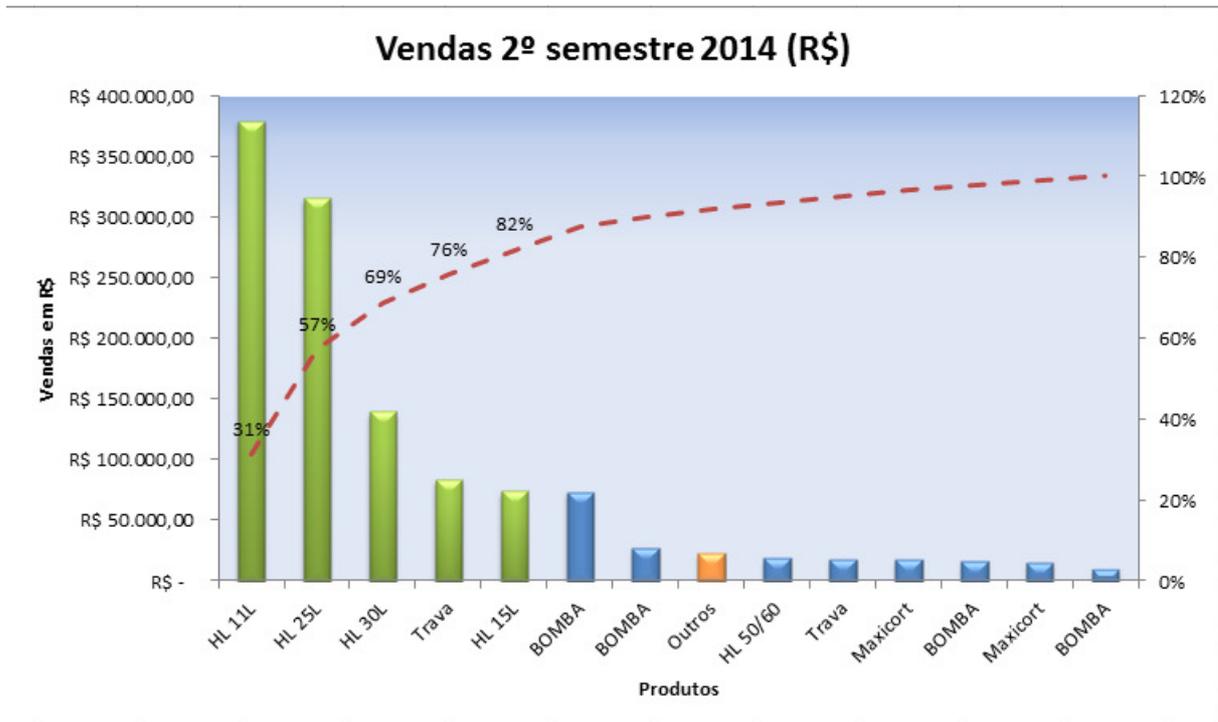


Figura 14- Gráfico de Pareto vendas 2º semestre 2014.
Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)

As colunas do gráfico da Figura 14 foram divididas entre verdes e azuis, essa diferença de cor demonstra o princípio de Pareto, o qual afirma que 80% das consequências advêm de 20% das causas, ou seja, 20% dos produtos representam 80% das vendas. As colunas em verde, portanto, representam os 82% das vendas e são oriundas de cinco produtos – 20% do portfólio de produto – sendo que quatro são da família de hidrolavadoras, o que faz com que a análise de Pareto somente reforça a escolha desta família de hidrolavadoras. Além disso, é possível verificar que o produto com maior importância para a empresa foi à HL 11L, pois a mesma apresentou 31% das vendas da empresa no semestre.

A partir da análise de Pareto foi escolhida a HL 11L como sendo o produto a ser mapeado por este estudo. O produto possui no total de 36 componentes, que se encontram no processo de montagem, dentre eles alguns passam pelo processo de fundição, pintura usinagem, outros pelo processo de corte, solda e afins, ou seja, eles em sua totalidade percorrem todos os processos fabris da empresa. Pelo fato do produto possuir um número elevado de componentes, eles foram segregados e priorizados de acordo com a produção individual o seu custo unitário. O gráfico de Pareto apresentado na Figura 15 auxilia na escolha dos componentes a serem mapeados.

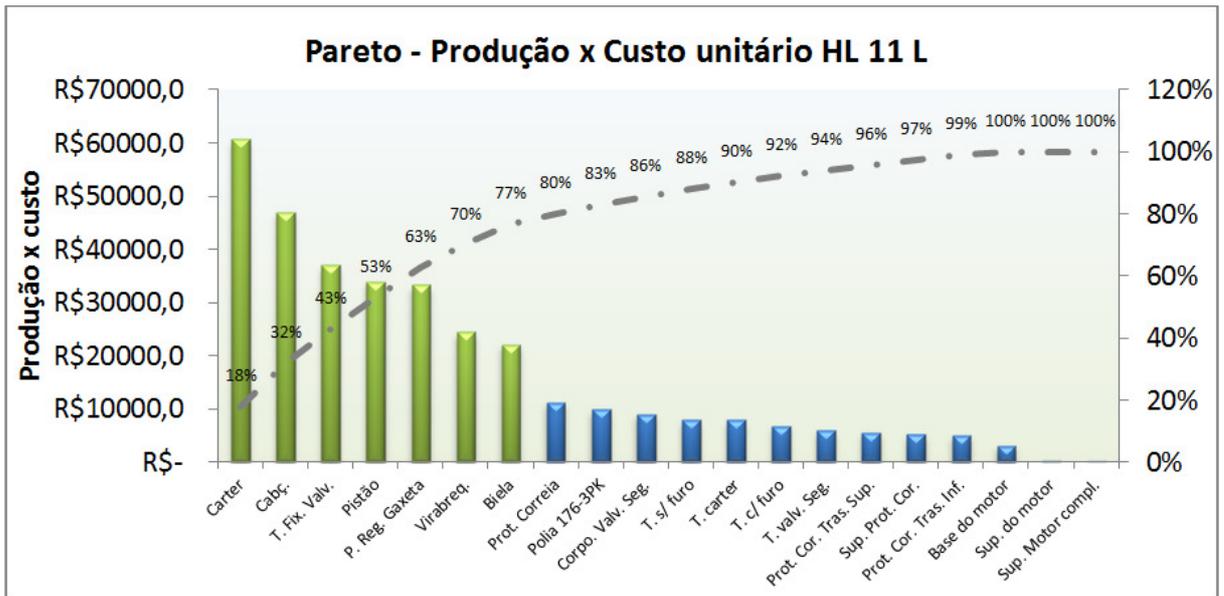


Figura 15 - Gráfico de Pareto para escolha dos componentes
Fonte: (Elaborado pelo autor,2015)

O gráfico apresentado anteriormente demonstra que 80% do custo da produção do produto são procedentes de apenas sete itens dos 36, portanto, estes sete componentes formam a família escolhida para serem mapeados no MFV e representar o produto como um todo. As peças são apresentadas no Quadro 3.

Componentes
CARTER HL 11L
CABEÇOTE HL 11L
TAMPA DE FIXAÇÃO DA VÁLVULA HL 11/25L
PISTÃO HL 11L
PORCA DE REGULAGEM DA GAXETA HL 11L
VIRABREQUIM HL 11L/15L (AL)
BIELA HL 11L

Quadro 3 - Componentes do MFV.
Fonte: (Elaborado pelo autor,2015)

4.2.2 Coleta de dados

A etapa do projeto posterior à definição do produto a ser mapeado, foi a de coleta de dados para a elaboração do MFV, para melhor organização do mesmo foi elaborado um plano de coleta de dados que continha os indicadores escolhidos para serem apresentados no MFV, o tamanho da amostra, o responsável, a fonte dos dados, e o período.

A coleta de dados foi efetuada de acordo com as recomendações feitas por LIKE & MEIER (2007), que sugerem que os dados sejam coletados *in loco*, com início no local de embarque e continue de forma inversa ao fluxo de material. Os dados do fluxo de materiais, do processo e do fluxo de informações foram coletados em conjunto, para um melhor entendimento do fluxo de valor. Os indicadores escolhidos foram:

Medida de Desempenho	Fonte e Local dos Dados	Tamanho Amostra	Responsável
Tempo de ciclo	in loco	3 peças	João Victor
Tempo de troca	in loco	1	João Victor
Disponibilidade	ERP	NA	João Victor
Lote	ERP	3 Lotes	João Victor
Taxa de Refugo	ERP	100%	João Victor

Quadro 4 - Plano de Coleta de dados
Fonte: (Elaborado pelo autor,2015)

Como informado no Quadro 4 foram escolhidos indicadores diferentes para a montagem e os outros processos. Essa etapa de coleta de dados durou dois meses, pelo fato de que esse foi o tempo gasto para que todos os componentes fossem fabricados e montados. Após a coleta de dados se iniciou a elaboração do MFV presente que é apresentado a seguir:

Elaboração do MFV atual

O MFV é apresentado pela Figura 16.

No canto superior direito no MFV é verificado o tempo disponível para a produção como sendo o de 8,8 horas diárias, em dois turnos. A demanda média semanal é a de 65 lavadoras. A partir desse pedido e do mapa estratégico de produção o PCP envia as ordens de fabricação para todos os setores da fábrica. Os pedidos de compra são realizados, em sua maioria, quinzenalmente. Alguns fornecedores entregam a matéria-prima com a frequência quinzenal, e outros mensal.

O estoque de matéria-prima é representado pelo primeiro triângulo na esquerda de cada uma das linhas de processos. A primeira linha se refere ao conjunto de produtos – Cárter, Cabeçote e Biela – pois eles passam pelos mesmos processos de fabricação, foi utilizado o maior valor da família em cada um dos dados apresentados. A segunda linha é pela família – tampa de fixação da válvula e porca de regulagem da gaxeta – e segue a mesma linha de raciocínio da família 1. Posteriormente são representados os outros produtos em cada uma das linhas, a terceira representa o virabrequim e a última o pistão.

O PCP envia ordens para os processos mensalmente, e o líder de cada processo verifica o melhor modo de sequenciar a produção. As flechas listradas indicam que o sistema utiliza produção empurrada do processo para o estoque e do estoque para o outro processo.

Cada linha mostra os processos e os estoques – em tempo – existe entre os processos. Na linha do tempo foi adicionado o tempo de ciclo e o de desperdício (estoque ou de *setup*). A porcentagem do tempo de agregação de valor foi calculada separadamente entre as famílias. A família 1 possui 0,084% do tempo de agregação de valor, ou seja, 0,084% do *lead time* total é gasto com atividades que realmente importam para o cliente, os outros 99,916% são com atividades que não são relevantes para o cliente, ou seja, desperdícios. A família 2 apresentou 0,099%, o virabrequim 0,019% e o pistão 1,48% de porcentagem de agregação de valor.

4.2.3 Análise dos dados

A próxima etapa do projeto foi a de análise do MFV presente. Esta análise se utilizou das questões-chave destacadas por Rother & Shook (2003), as quais se baseiam no cálculo do *takt-time*, fluxo contínuo, incremento de trabalho, nivelamento do mix e do volume de produção.

Uma das premissas do trabalho é a de manter um supermercado de produtos acabados, o qual fará a interface direta com o cliente. Além do supermercado final, serão introduzidos dois sistemas puxados, o primeiro será inserido entre o processo de usinagem e o de montagem, e o segundo entre o setor de fundição e o de usinagem. Serão colocados

supermercados na quebra do fluxo contínuo, na expedição e no recebimento. A montagem será o processo puxador, pois este é o processo de abastecimento do supermercado final.

A demanda média do cliente, durante o segundo semestre de 2014, foi o de 257 unidades por mês, ou 13 unidades/dia. O mesmo período apresentou – em média - 21 dias de trabalho, totalizando, 184,8 horas ou 665280 segundos. O *takt-time* é, portanto, conforme pode ser visualizado pela Equação 2, de 2588,64 segundos ou 42,14 minutos. O que significa que a cada 42,14 minutos um cliente requisita um produto e que o sistema deve ser capaz de produzir um produto na mesma frequência.

$$takt - time = \frac{665280 \text{ segundos}}{257 \text{ unidades}} = 2588,64 \text{ segundos/unidade (2)}$$

Cada componente escolhido terá o seu próprio *takt-time*, o qual será a multiplicação do *takt-time* do produto pela quantidade do componente requerida na montagem do produto final, portanto, os valores são demonstrados no Quadro 5.

Componente	Qtd	<i>Takt-time</i> (segundos)
Carter	1	2588,64
Cabeçote	1	2588,64
Tamp. Fix. Vlav.	3	862,88
Pistão	3	862,88
Porca Reg. Gax.	3	862,88
Virabreq.	1	2588,64
Biela	3	862,88

Quadro 5 - *takt-time* dos componentes
Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)

O incremento de trabalho, ou *pitch*, possibilita a visualização do desempenho da produção em relação à demanda do cliente. Os autores Rother e Shook (2003) definem o *pitch* como sendo a multiplicação do *takt-time* pelo tamanho da embalagem. O produto final possui embalagem única, ou seja, somente um produto por embalagem. Foi determinado, portanto, que o *pitch* dos componentes será a multiplicação da quantidade requerida na montagem de cada um dos itens pela demanda diária de cada um dos mesmos, conforme a Equação 3.

$$Pitch = Demanda \text{ diária} \times Takt \text{ time (3)}$$

O Quadro 6 demonstra o *pitch* de cada uma das peças escolhidas.

Componente	Pitch	
	Qtd.	Tempo (s)
HL 11L	13	33652,32
Carter	13	33652,32
Cabeçote	13	33652,32
Tamp. Fix. Valv.	39	11217,44
Pistão	39	11217,44
Porca Reg. Gax.	39	11217,44
Virabreq.	13	33652,32
Biela	39	11217,44

Quadro 6 - Valor Pitch dos componentes
Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)

Para a aplicação do fluxo contínuo no setor de usinagem é necessário analisar a proximidade das máquinas, o tempo de ciclo e o tempo de preparação. Visto que a distância entre os maquinários é um empecilho à aplicação do fluxo contínuo, um estudo, portanto, de mudança de leiaute pode ser feito para facilitar a inserção do fluxo contínuo.

O tempo de preparação é a principal restrição para a aplicação do fluxo contínuo de uma peça, visto que, os maquinários do setor são compartilhados entre as mais diversificadas peças, o que faz com que o maquinário a ser preparado para a produção de cada uma delas. O tempo de processamento, portanto, deve ser diminuído ao máximo.

Lead time Presente: Sem fluxo contínuo

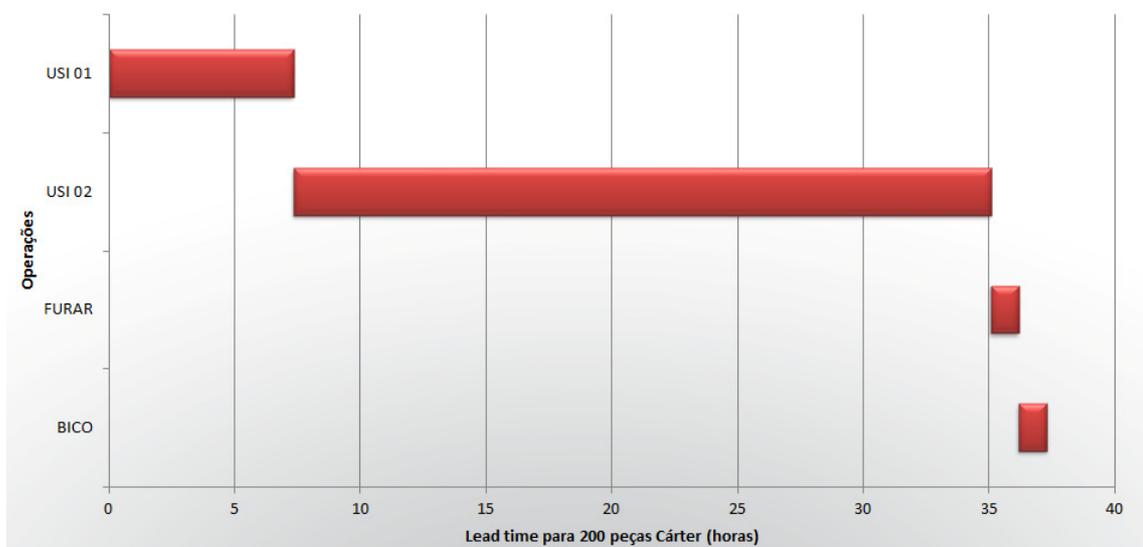


Figura 17 - Lead time atual do Carter.
Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)

A Figura 17 mostra o tempo de atravessamento de um lote com 200 peças do componente Cárter pelo setor de usinagem. O lote é processado por inteiro em cada uma das etapas de produção. Primeiramente as 200 peças são usinadas pelo USI 01, posteriormente pelo USI 02, são furadas e é passado o bico para a limpeza das peças. Ou seja, não possui um fluxo contínuo.

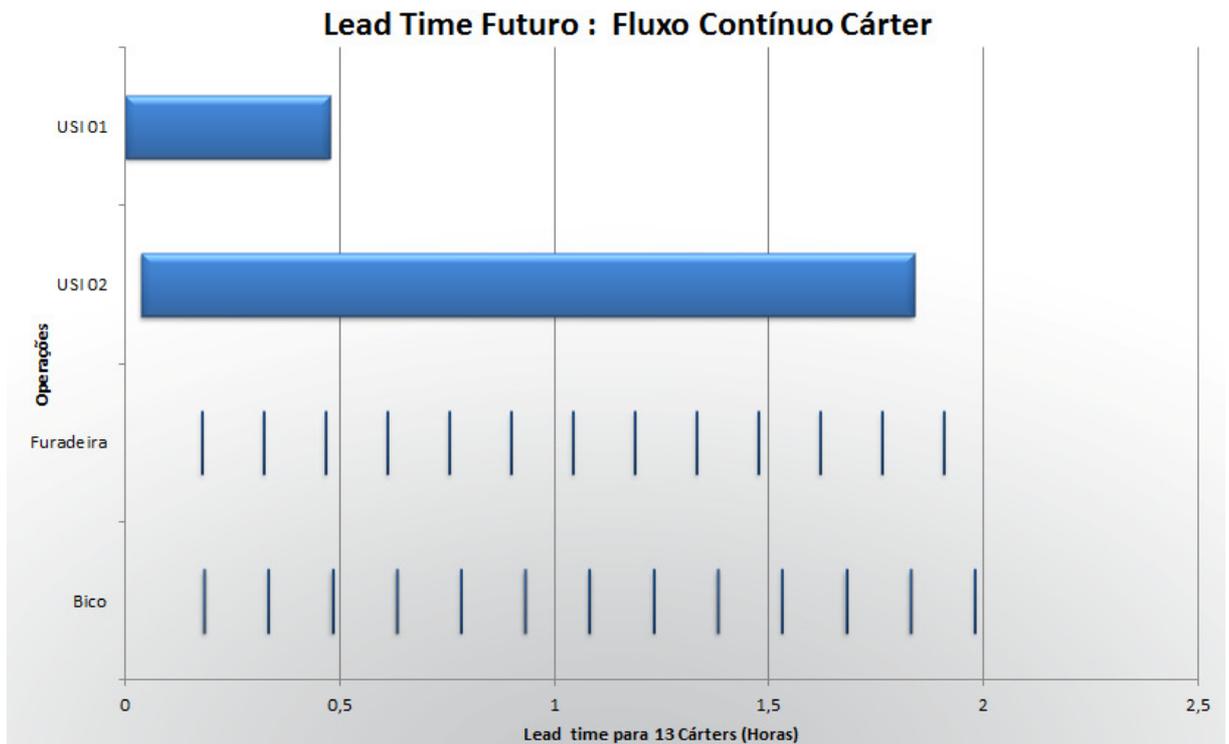


Figura 18 - Lead time futuro do Cárter
Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)

A Figura 18 mostra o tempo de atravessamento de um lote com 13 peças do componente Cárter pelo setor de usinagem. O primeiro componente é processado pelo USI 01 e enviado imediatamente para o USI02, posteriormente para a furadeira e o bico logo em seguida. O fluxo será contínuo, sendo que uma peça será entregue a cada 0,14 horas ou 8,65 minutos.

O primeiro gráfico de Gant apresentado mostra o estado presente para o Cárter, que demora 37,17 horas para processar o lote de 200 peças pela usinagem. O sistema é de fluxo não contínuo, ou seja, todas as peças são processadas pelo USI01, e somente após término da usinagem do lote inteiro é que se inicia a segunda etapa de usinagem. A proposta é a de que, no estado futuro, a segunda etapa se inicie logo após a usinagem da primeira peça, ou seja, seguindo um fluxo contínuo.

Pelo fato dos maquinários serem compartilhados e existir a necessidade de troca de ferramentas, a inserção do fluxo de peça única não será possível neste momento. Cada cartão *kanban*, portanto, será representado pelo valor da demanda diária de cada item, ou seja, o valor do *pitch*, conforme pode ser visto no quadro 4.

Dessa forma, é possível distribuir a produção em intervalos de acordo com o atendimento do *takt-time*, minimizando os estoques intermediários. Neste cenário a tendência do número de trocas será elevado, portanto, o tempo de preparação deverá ser reduzido. As Figuras 19 e 20 demonstram a mudança do estado presente para o futuro.

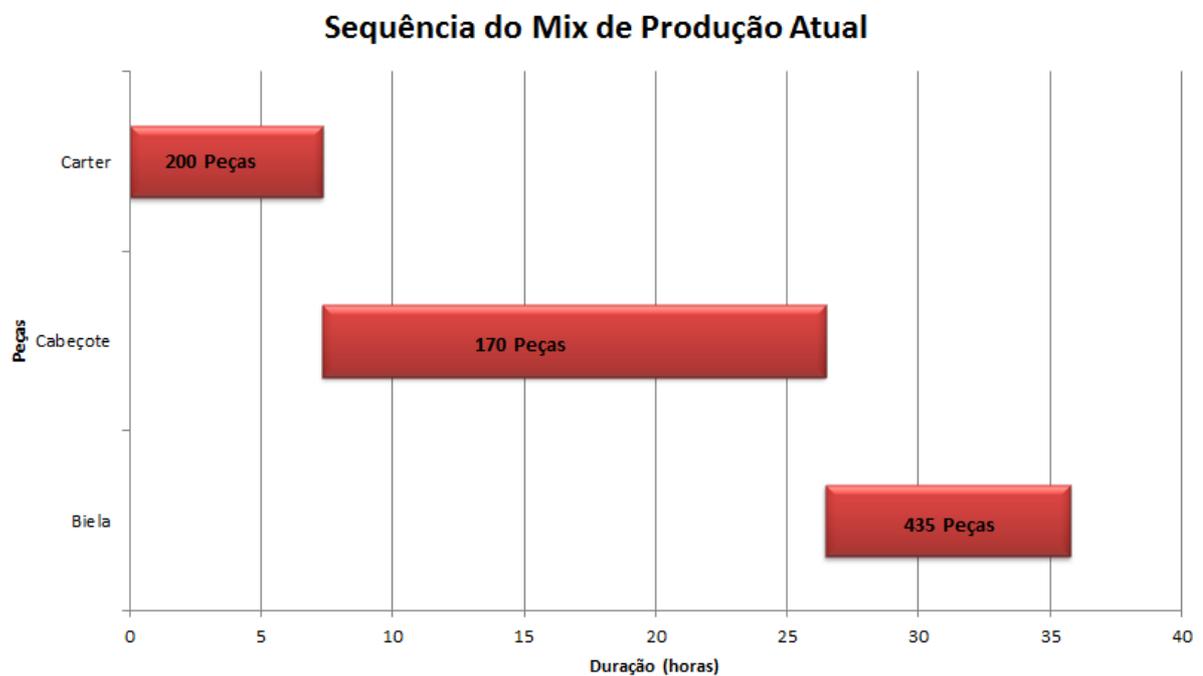


Figura 19 - Sequência do Mix de Produção Atual USI 01
 Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015).

Na Figura 19 é possível ver pelo gráfico de Gant do recurso USI01 seria necessário um pouco mais de 35 horas para a entrega dos componentes – Carter, Cabeçote e Biela – para a próxima etapa de produção. Este tempo elevado se dá pelo fato do tamanho do lote ser alto.

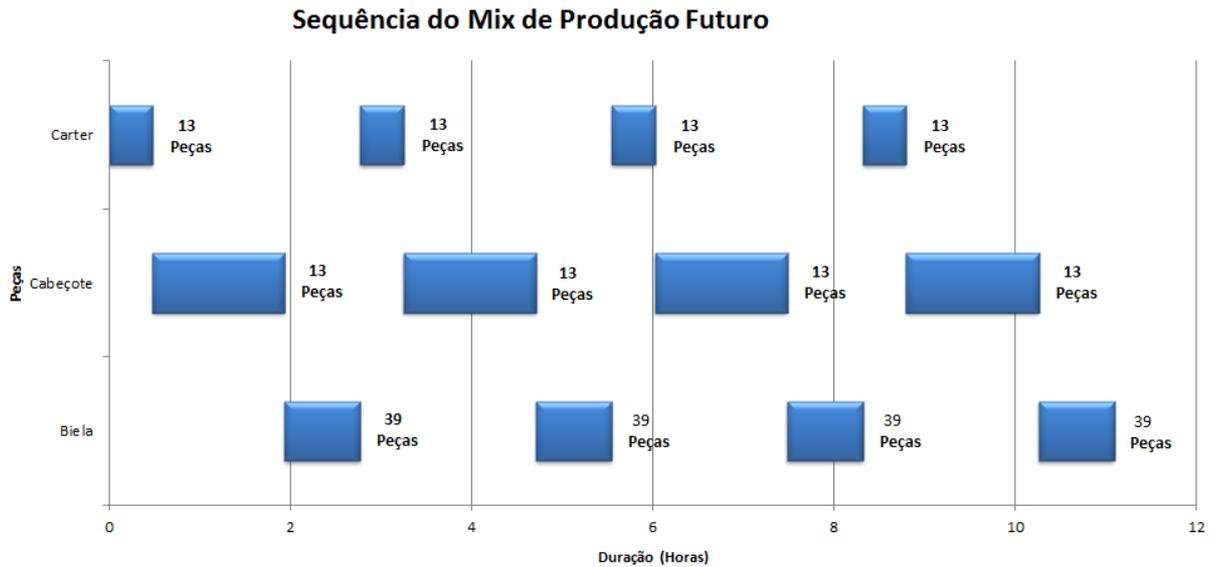


Figura 20 - Sequência do Mix Futuro do USI 01
 Fonte: (Elaborado pelo autor).

Na Figura 20, percebe-se que com o lote reduzido o tempo de reposição dos componentes também diminui, o que diminui o tempo de resposta do sistema a possíveis flutuações de demanda, além de aumentar a sua flexibilidade.

Os cartões kanban são colocados no quadro de nivelamento na sequência do mix desejado por tipo de produto. O cartão kanban será fixado de acordo com a demanda diária. À medida que os cartões forem colocados no quadro, a produção deverá ser feita, baseada na peça solicitada. O próprio movimentador de materiais será o responsável pelos cartões. O número de cartões *Kanbans* de cada peça deverá garantir um *lead time* de reposição de um dia.

O supermercado foi dimensionado de acordo com a demanda média para esse um dia mais um pulmão de dois dias para prevenir alguma variação de demanda e proteção de instabilidade do processo que possa ocorrer nesse período. A Tabela 2 indica o total de cartões kanban para cada um dos componentes estudados.

Componente	Nº de <i>Kanban</i> em cada supermercado	Quantidade em cada cartão
HL 11	5	13 unidades
Carter	3	13 unidades
Cabeçote	3	13 unidades
Tamp. Fix. Valv.	3	39 unidades
Pistão	3	39 unidades
Porca Reg. Gax.	3	39 unidades
Virabreq.	3	13 unidades
Biela	3	39 unidades

Tabela 2 - Número de cartões Kanban
Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015)

Para o supermercado de produtos prontos foi determinado que deve possuir o tamanho igual à demanda semanal.

4.2.4 Plano de ação

Para alcançar o estado futuro de uma forma eficaz e eficiente é necessário que processos individuais sejam estabilizados e variações nos processos. Para a estabilização dos processos individuais será utilizado um conjunto de “jatos *kaizen*”, que visam colocar o uso de ferramentas enxutas e melhorar o processo de uma perspectiva mais ampla. A variação dos processos serão controlados e melhorados através de projetos PDCA ou seis sigma, os quais se utilizarão de ferramentas de qualidade. As ferramentas enxutas escolhidas para estabilizar o fluxo estudado foram:

- OEE
- SMED

A necessidade da implantação no OEE nos processos estudado se justifica pelo fato de que o indicador utilizado atualmente não direciona para qual vetor as perdas estão ocorrendo, o que dificulta a implementação de melhorias. O OEE surge como o melhor sistema para a detecção e direcionamento das ações pra reduzir as perdas e aumentar a eficácia dos equipamentos. A necessidade de implementação de outras ferramentas enxutas derivarão da análise originada pela implementação do OEE.

Como mencionado nos itens anteriores o tempo de preparação dos equipamentos é elevado, fazendo com que o sistema possua baixa flexibilidade da produção. A SMED, portanto, surge como uma alternativa para aumentar a flexibilidade do sistema, e

conseqüentemente, diminuir o tempo de atravessamento dos componentes, permitindo que o sistema consiga aumentar o mix de produção sem que o índice de disponibilidade seja afetado. Dessa maneira a SMED surge como uma importante ferramenta para atingir o fluxo contínuo e os nivelamentos de mix e de volume de produção.

A estabilização dos processos individuais darão a base necessária para a implementação do sistema puxado, com a aplicação do sistema de coordenação da produção kanban, as ferramentas enxutas citadas visam aumentar a disponibilidade e direcionar as ações para que os maquinários estejam com maior índice de disponibilidade e maior flexibilidade da produção.

A etapa de implementação do projeto se resume em colocar todas as análises e propostas em um MFV futuro e desenvolver um plano de ação para a implementação dessas melhorias através de eventos *Kaizen*. O MFV é demonstrado a seguir.

Mapa de Fluxo de Valor futuro

O MFV é apresentado pela Figura 21.

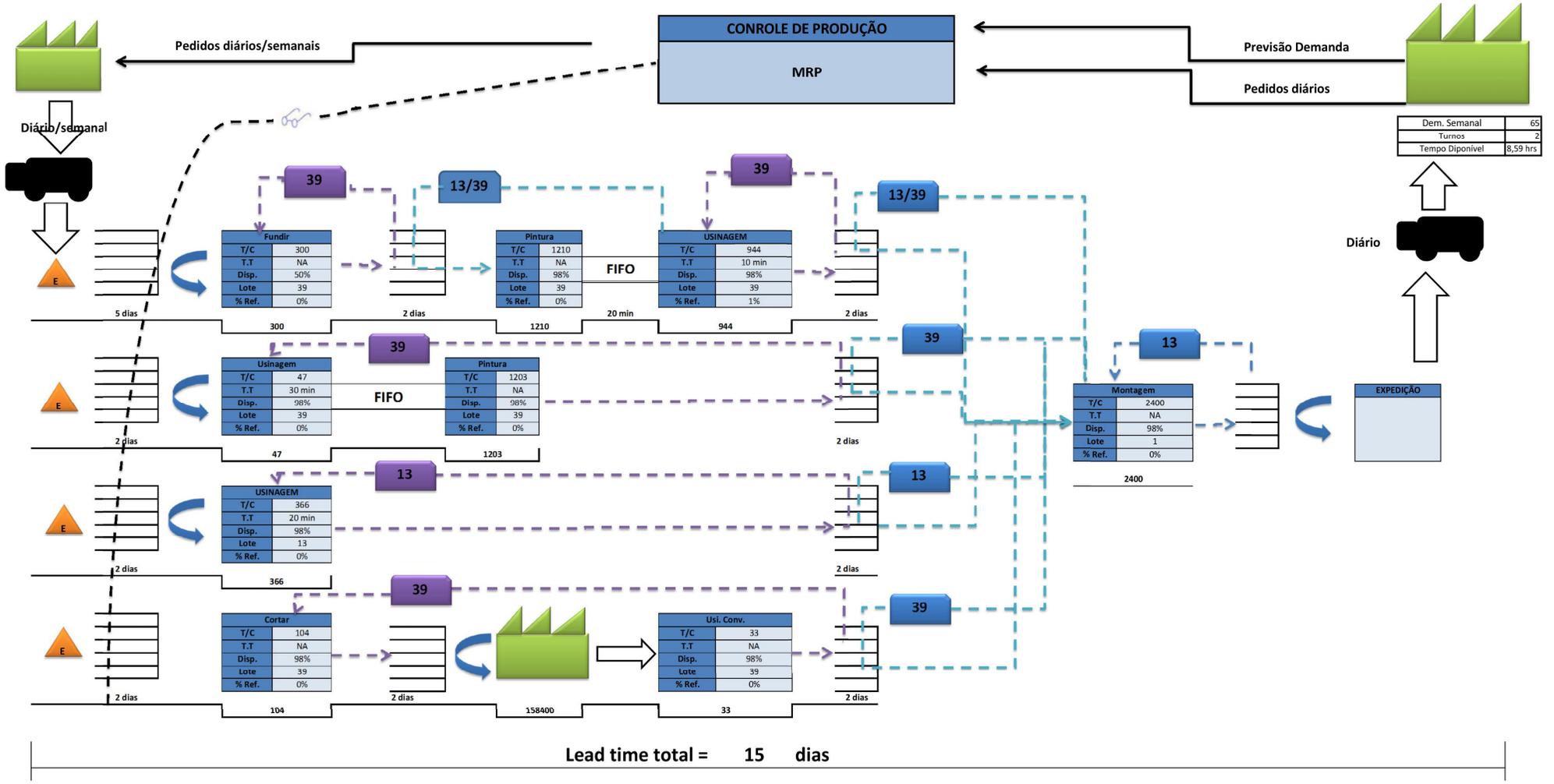


Figura 21 - MFV futuro
Fonte: (Elaborado pelo autor; 2015).

No cenário futuro, os pedidos de compra seriam realizados diariamente, o fornecimento seria com frequência diária ou semanal. Os estoques passariam a ser supermercados, e possuiriam pulmão de dois dias. As linhas continuam separadas por famílias, os processos que eram realizados na usinagem passaram a ser de fluxo contínuo, o que elimina o estoque intermediário. Os processos são coordenados pelo sistema de produção puxado *Kanban*.

O MFV futuro demonstra que as propostas sugeridas pela análise proporcionariam uma melhora do fluxo, diminuiriam o *lead time* de produção, aumentariam a disponibilidade e a flexibilidade dos maquinários com a redução do tempo de *setup*, diminuiria o tamanho do lote e a quantidade e o tempo dos estoques. No setor de usinagem seria formado um sistema de fluxo contínuo, o que eliminaria os estoques intermediários do setor. O incremento de trabalho está diretamente relacionado a taxa de demanda do produto. As medidas propostas, portanto, se apresentam como medidas para a eliminação de perdas no fluxo de valor.

4.2.5 Implementação

A implementação das ações estão sendo feitas em torno de ciclos de fluxo, ou seja, em loops, que foram divididos em três.

1. Loop marcador de ritmo.

Nesse loop deverá ser introduzido um supermercado de produtos acabados entre o processo de montagem e o processo de expedição, este supermercado será o ponto de programação da montagem. A programação nivelada é enviada para a montagem, a qual flui a produção sem interrupção na seqüência para o supermercado de produtos acabados. O ritmo da montagem estabelece o ritmo do sistema puxado a partir do supermercado dos produtos intermediários que puxa o processo de usinagem, o qual puxa o processo de fundição, que puxa o fornecedor.

2. Loop do processo intermediário.

O loop intermediário se iniciará com os “jatos *kaizen*”, ou seja, a implementação do indicador de eficiência global do equipamento e da troca rápida de ferramentas dos componentes estudados. Paralelamente aos eventos *kaizen*, os projetos PDCA e seis sigma deverão ser feitos para diminuir as variações dos processos.

Após os “jatos *kaizen*” e os projetos PDCA e seis sigma, o processo estará apto a implementar o nivelamento de mix e produto, ou seja, ele será flexível o suficiente

para poder abastecer o supermercado que mantém os produtos para o cliente, sem que a disponibilidade dos equipamentos sofra interferência.

Por último o processo estará apto a eliminar os estoques intermediários, ou seja, trabalhar em fluxo contínuo.

3. Loop do fornecedor.

O último loop inclui o fornecedor de matérias-primas e a frequência de reabastecimento para manter o supermercado de matérias-primas. Foi estabelecido que a frequência de reabastecimento deve ser diário para os fornecedores que se situam na mesma cidade, e para o fornecedor mais distante o fornecimento seria quinzenal.

As ações foram agrupadas e priorizadas das ações dos loops com a ferramenta 5W1H, que é demonstrada no Quadro 7.

Contramedidas (WHAT)	Responsável (WHO)	Local (WHERE)	Justificativa (WHY)	Procedimento (HOW)
1. Apresentação da proposta para a gerência e diretoria da empresa.	Gerente do Projeto	Sala de treinamento	Apresentação do projeto e verificar a possibilidade de implementação do mesmo.	Introdução; Metodologia; Coleta de dados; Análise; Plano de ação.
2. Implementação do indicador de eficiência global do equipamento	Engenheiro de Produção	Chão de fábrica	Obter um direcionamento das ações pra reduzir as perdas e aumentar a eficácia dos equipamentos.	1º Levantamento das operações e os tipos de paradas dos maquinários; 2º Cronometragem do tempo das operações; 3º Desenvolvimento do instrumento de coleta de dado.
3. Implementação da troca rápida de ferramentas.	Engenheiro de Produção	Chão de fábrica	Aumentar a flexibilidade do sistema, diminuir o tempo de	Evento <i>Kaizen</i>

			atravessamento dos componentes.	
4. Projetos PDCA	Engenheiro de Produção	Chão de fábrica	Controlar e melhorar a variação dos processos e produtos.	Metodologia PDCA.
5. Projeto seis sigma	Green Belt	Chão de fábrica	Controlar e melhorar a variação dos processos e produtos.	Metodologia DMAIC.
6. Implementar o nivelamento de mix e produto pelo fluxo por inteiro.	Engenheiro de Produção	Chão de fábrica	Eliminar a sobrecarga e o desnivelamento no ambiente de produção.	Evento <i>Kaizen</i>
7. Implementar os supermercados de produtos acabados e intermediários.	Engenheiro de Produção	Chão de fábrica	Permitir que os componentes/produtos estejam sempre disponíveis no momento de solicitação do cliente.	Evento <i>Kaizen</i>
8. Implementar sistema de coordenação de produção puxado - <i>Kanban</i>	Engenheiro de Produção	Chão de fábrica	Diminuir os estoques o mais baixo possível sem que a produção seja comprometida.	Evento <i>Kaizen</i>

Quadro 7 - Plano de Ação
Fonte: (Elaborado pelo Autor, 2015)

4.2.6 Análise de Resultados

Os resultados foram obtidos através de projeções em caso de implementação das propostas sugeridas, o projeto possui os requisitos de:

- Puxar a Produção;

- Diminuir o tempo de atravessamento, ou *lead time*;
- Reduzir tempo médio de troca;
- Aumentar o tempo operacional disponível;

As propostas para atingir os requisitos foram demonstradas na análise feita anteriormente. Foi proposta a introdução do sistema de coordenação de produção puxado *kanban*, o qual teria a montagem como sendo o processo puxador, dois supermercados intermediários, um de matéria-prima e outro de produto acabado. O produto final possuiria cinco cartões *kanban*, sendo que cada um deles possuiria 13 unidades. Nos supermercados intermediários, cada componente possuiria três cartões em cada um deles, o que daria ao sistema um pulmão de dois dias. O mix e o volume de produção seriam nivelados de acordo com a demanda diária, o que faria o lote diminuir consideravelmente.

A mudança do tamanho do lote, o nivelamento do mix e o volume de produção, a introdução dos supermercados e do sistema *kanban* diminuiria o *lead time* consideravelmente, as figuras a seguir demonstram a projeção de redução do *lead time* de reposição.

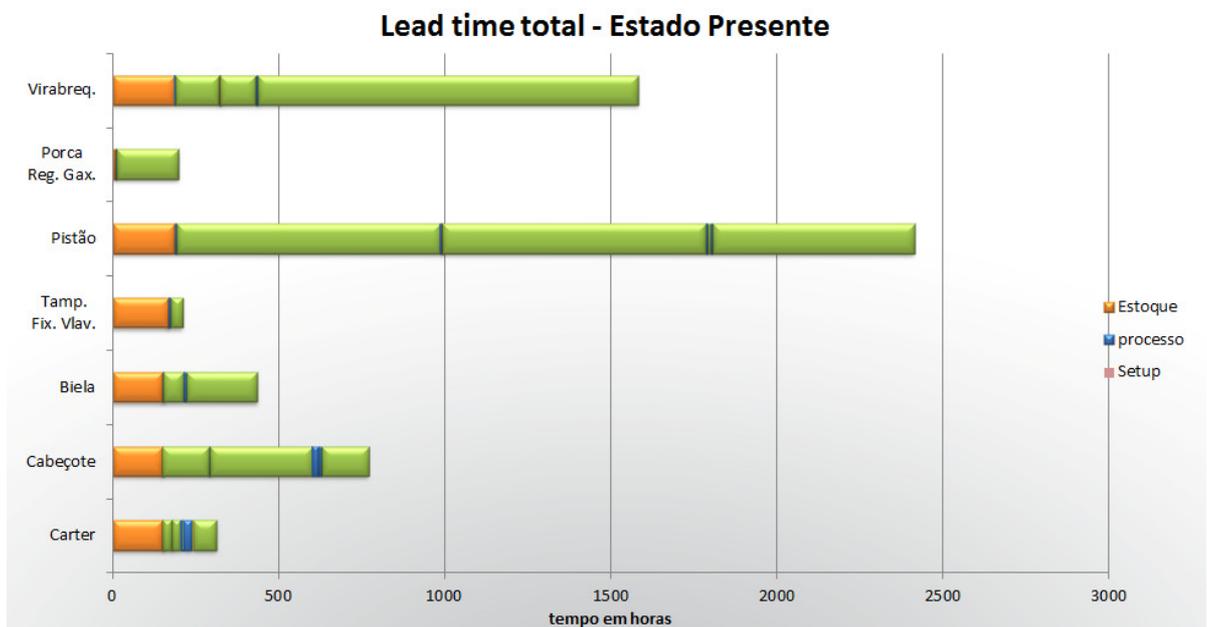


Figura 22 - Lead time - estado presente
Fonte: (Elaborado pelo autor,2015)

A Figura 22 mostra o *lead time* de produção de cada um dos componentes estudados, ao analisá-lo é possível verificar que o tempo total se aproximou de 2500 horas de *lead time*, isto se deu pelo fato do alto valor dos estoques existentes

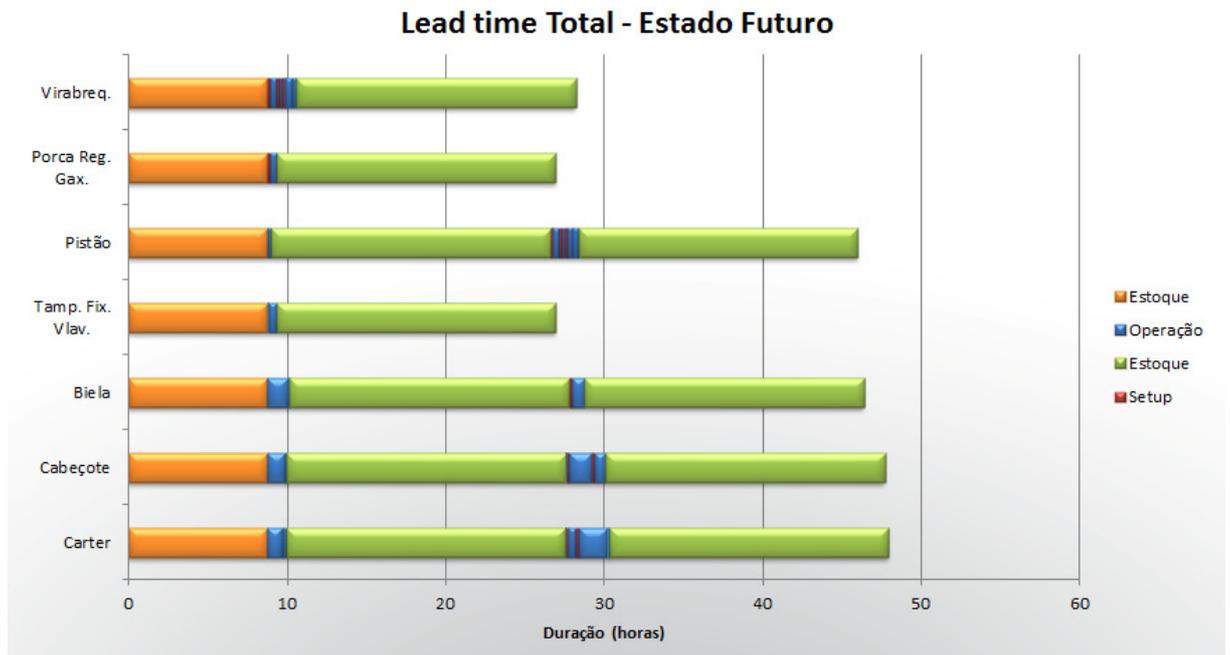


Figura 233 - Lead time - Estado futuro
 Fonte: (Elaborado pelo autor, 2015).

A Figura 23 projeta que o *lead time* futuro será próximo de 50 horas, ou seja, em torno de 2% do *lead time* atual. Para alcançar o estado futuro, porém, é necessário que ocorra a estabilização de processos individuais, o aumento da flexibilidade do sistema e do tempo operacional disponível. Esses dois últimos foram os outros dois requisitos do projeto. Foi proposto, portanto, a implementação do indicador global de eficiência dos equipamentos e a troca rápida de ferramenta. Essas duas propostas dariam suporte para que as medidas anteriormente demonstradas fossem possíveis de serem implementadas.

5 CONCLUSÃO

5.1 Considerações Finais

O presente trabalho se iniciou descrevendo a fundamentação teórica com os conceitos do sistema Toyota de produção e as ferramentas utilizadas. Logo em seguida, apresentou e explicou a pesquisa-ação, que foi a metodologia utilizada na sua elaboração. O desenvolvimento retratou a aplicação dos conceitos da fundamentação teórica respeitando a pesquisa-ação. Posteriormente foram descritos os resultados projetados do estudo.

Os objetivos deste trabalho se resumiram em desenvolver o processo de melhoria baseado no conceito do MFV na indústria estudada, e para isso determinou-se que os objetivos específicos seriam os de analisar a eficácia da ferramenta na redução do *lead time* de produção, propor a redução de estoque por meio da implementação de um sistema de coordenação de produção puxado, nivelamento do mix e volume de produção e fluxo contínuo.

Para atingir os objetivos propostos, um projeto para a implementação do MFV foi realizado o intuito de evitar fatores desfavoráveis do ano de 2014 e as fraquezas apontadas na reunião do planejamento estratégico para o ano de 2015. Utilizou-se a análise de Pareto para escolha do produto, e posteriormente, dos componentes a serem estudados. Uma vez escolhidos os componentes, se iniciou a coleta de dados, a qual foi efetuada in loco, se iniciando pelo local de embarque e seguindo de forma inversa ao fluxo de material. Os dados coletados alimentaram o MFV no estado presente.

A próxima etapa do projeto foi a de análise do MFV presente. Esta análise se baseou no cálculo do *takt-time*, possibilidade de inserção do fluxo contínuo, incremento de trabalho e nivelamento do mix e do volume de produção. O resultado da análise foi um plano de ação, o MFV futuro e os resultados projetados, os quais demonstraram que a introdução do sistema de coordenação de produção puxado *kanban*, os supermercados, o nivelamento do mix e o volume de produção reduziram o *lead time* de 2500 horas para 50 horas, ou seja, em torno de 98%. Os estoques, considerando o componente de maior *lead time*, cairiam de 1647 horas para 123 horas, ou seja, em torno de 93%.

Os valores da projeção se apresentaram expressivos, o que comprova o MFV como sendo uma ferramenta eficaz para a redução do *lead time*, pois direciona e guia a implementação de outras ferramentas enxutas. Os resultados puderam ser analisados através da avaliação do *lead*

time, da quantidade de estoque e o tamanho do lote. É importante salientar que o estado futuro seria alcançado em longo prazo, o apoio da direção, portanto, é imprescindível para o sucesso de implementação.

5.2 Limitações da Pesquisa

O trabalho teve como limitações o estudo da aplicação das ferramentas enxutas, tendo como a principal o MFV e os eventos *kaizen*. Foi constatado que a principal limitação para a implementação de novas ideias é a de resistência à mudança que existe nas empresas.

O STP se mostrou como um assunto novo para a liderança, e, portanto, a sua implementação por completa se mostra dificultosa. A direção da empresa preferiu a contratação de uma consultoria externa para a execução da implementação do indicador de eficiência global do equipamento e a implementação da troca rápida de ferramentas, por conta disso, que o OEE não foi utilizado como métrica para a avaliação.

5.3 Trabalhos Futuros

Por fim, registra-se a oportunidade de trabalhos futuros que seriam:

- Implementação deste estudo e verificação das projeções
- Estudos no sentido de mudança de layout para otimizar o fluxo contínuo
- A implementação do fluxo de uma peça (*one piece flow*) no setor de usinagem.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ & ANTUNES JR. **Takt-time: Conceitos e Contextualização Dentro do Sistema Toyota de Produção**. Gestão e Produção. V.8;n.1;p.1-18. Abr. 2001.
- BREITENBACH, F.A. **Dissertação: Aplicação dos conceitos da manufatura enxuta e do mapeamento do fluxo de valor em uma empresa e fabricante de implementos rodoviários de engenharia sob encomenda**. UFSC, 2013.
- FERRO, J. R. **A essência da ferramenta “Mapeamento do Fluxo de Valor”**. Lean Institute Brasil.
- HANSEN, R. C. **Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de manutenção/produção para aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- IMAI, M. **GEMBA-KAIZEM: Estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica**. 2ª ed. São Paulo: IMAM, 2000.
- LIKER J. ; MEIER D. **O Modelo Toyota: Manual de Aplicação. Um guia prático para a implementação dos 4 os da Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2007
- MELLO, C.H.P.; TURRIONI, J.B.; XAVIER, A.F.; CAMPOS, D.F. **.Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução** Produção, v. 22, n. 1, p. 1-13, jan./fev. 2012
- NAKAJIMA,S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.
- NAZARENO, R. R; SILVA A. L.; RENTES, A. F. **Mapeamento do fluxo de valor para produtos com ampla gama de peças**. ENEGEP 2003.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PIZZOL, W. A; MAESTRELLI, N. C. **Uma proposta de aplicação do mapeamento do fluxo de valor a uma nova família de produtos**. SIMEA 2005.
- ROTHER, M.; SHOOK J. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. 3 ed. São Paulo: lean Institute Brasil, 2002.
- SERENO, B.; SILVA, D.S.A; Leonardo, D.G.; Sampaio, M. **Método híbrido CONWIP/KANBAN: um estudo de caso**. Gest. Prod., São Carlos, v. 18, n. 3, p. 651-672, 2011.

SILVA, J. P. A. R.. OEE – *A forma de medir a eficácia dos equipamentos*, 2013. Disponível em: http://www.freewebs.com/leanemportugal/OEE_forma_de_medir_eficacia Equipamento-Rev1.pdf>Acesso em: 01 de Agosto de 2015.

SHINGO, S. **O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2000.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 17. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 8 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196