

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Aplicação de Conceitos da Manufatura Enxuta no Processo de Injeção e Tampografia de Peças Plásticas

Autor: Robisom Damasceno Calado

Orientador: Prof. Dr. Paulo Corrêa Lima

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO**

Aplicação de Conceitos da Manufatura Enxuta no Processo de Injeção e Tampografia de Peças Plásticas

Autor: Robisom Damasceno Calado
Orientador: Prof. Dr. Paulo Corrêa Lima

Curso: Engenharia Mecânica
Área de Concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Dissertação de mestrado acadêmico apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Campinas, 2006
S.P. – Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

C125a Calado, Robisom Damasceno
Aplicação de conceitos da manufatura enxuta no processo de injeção e tampografia de peças plásticas / Robisom Damasceno Calado. --Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: Paulo Corrêa Lima
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Células de fabricação. 2. Engenharia de produção. 3. Pesquisa - Ação. 4. Processos de fabricação. 5. Sistemas flexíveis de fabricação. 6. Segurança do trabalho – Estudo e ensino. I. Lima, Paulo Corrêa. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Titulo em Inglês: Application of lean manufacturing concepts in injection mold process and stamping of plastic pieces

Palavras-chave em Inglês: Toyota production system, Lean manufacturing, Value stream mapping, Cell design, Research-action

Área de concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Titulação: Mestre em Engenharia Mecânica

Banca examinadora: Antonio Batocchio e Dário Henrique Alliprandini

Data da defesa: 24/07/2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO

Aplicação de Conceitos da Manufatura Enxuta no Processo de Injeção e Tampografia de Peças Plásticas

Autor: Robisom Damasceno Calado
Orientador: Prof. Dr. Paulo Corrêa Lima

**Prof. Dr. Paulo Corrêa Lima, Presidente
DEF/FEM/UNICAMP**

**Prof. Dr. Antonio Batocchio
DEF/FEM/UNICAMP**

**Prof. Dr. Dário Henrique Alliprandini
FACULDADE ETAPA – SÃO PAULO e PPGEF – UFSCAR – SÃO CARLOS**

Campinas, 24 de Julho de 2006

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha querida esposa e filhos.

Agradecimentos

A minha esposa Selma e meus filhos Juliane e Guilherme pela paciência e total apoio neste projeto.

Ao Professor Paulo Corrêa Lima, pela oportunidade de estudo e pesquisa, credibilidade, motivação e orientação.

Ao Professor Adalberto Lima e demais professores, funcionários e colegas do Departamento de Engenharia de Fabricação da UNICAMP que colaboraram para o meu aprendizado e desenvolvimento.

Aos colegas e gestores da BSH - Bosch Siemens Eletrodomésticos - Hortolândia pela cooperação e confiança em meus trabalhos e estudos. Meus estudos não teriam um cunho prático se não houvesse o apoio e discussões do gestor Fernando Contezini e demais colegas da BSH.

E finalmente a todos os meus amigos Emerson Pizzolito, Carlos Lobo e outros, dentro e fora da UNICAMP, pela troca de experiência e ajuda de forma direta e indireta na conclusão desta dissertação.

*“O esforço para a qualidade começa na preparação das pessoas”
A. Feigenbaum*

Resumo

CALADO, Robisom Damasceno, *Aplicação de Conceitos da Manufatura Enxuta no Processo de Injeção e Tampografia de Peças Plásticas*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2006, 103p. Dissertação (Mestrado).

A competitividade em mercados globalizados, bem como a inovação e difusão de novas técnicas e métodos, oriundas do Sistema Toyota de Produção e Controle de Qualidade Total, são aplicadas em fábricas de todo o mundo e tem alavancado constante melhoria nos postos de trabalho e considerável redução dos riscos de acidente, pois a segurança está no escopo da melhoria de produtividade e qualidade. Neste trabalho foca-se a eliminação do risco de acidente (problemática específica do objeto de estudo) através da aplicação dos conceitos e ferramentas da manufatura enxuta, como mapeamento do fluxo de valor e célula de manufatura, de forma integrada ao objeto de estudo e seus trabalhadores com uso da metodologia de pesquisa-ação, desta forma foi possível obter resultados qualitativos e aumento da produtividade no processo de injeção e tampografia de peças plásticas, este trabalho pode servir de motivação e fonte de pesquisa para se implementar melhorias nas inúmeras empresas do ramo plástico entre outros segmentos de manufatura de bens de consumo.

Palavras Chave:

Sistema Toyota de Produção, Manufatura Enxuta, Mapeamento do Fluxo de Valor, Célula de Manufatura, Pesquisa-ação.

Abstract

CALADO, Robisom Damasceno, *Application of Lean Manufacturing Concepts in Injection Mold Process and Stamping of Plastic Pieces*. Campinas,: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2006, 103p. Dissertação (Mestrado).

The competitiveness in global markets, as well as the innovation and diffusion of new techniques and methods, original from Toyota Production System and Total Quality Control, are applied in factories worldwide and have provided continuous improvement in workstations and a deep reduction of accident risks, because larger safety is the target of productivity improvement and quality. In this paper focused the elimination of the accident risk (specific problem of the object of study) through the application of the concepts and tools of Lean manufacturing, as Value Stream Mapping and Manufacture Cell, on way integrated the study object and their workers with use of research-action methodology, have been able to obtain qualitative results that can be useful as motivation and research sources for improvements implementation in many companies of plastic activity among other segments of consumption goods production.

Key Words:

Toyota Production System, Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Cell Design, Research-action.

Sumário

Lista de Figuras.....	iv
Lista de Tabelas.....	vi
Nomeclatura.....	vii
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Importância do Tema.....	2
1.2 Objetivo do Trabalho.....	3
1.3 Hipótese	3
1.4 Estrutura do Trabalho.....	4
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1 Panorama de Competitividade das Organizações	6
2.1.1 Produtividade e Acidentes de Trabalho.....	7
2.1.2 Estratégia e Indicadores da Organização.....	10
2.2 Conceito de Produção Enxuta	12
2.2.1 Sistema Empurrado versus Sistema Puxado	16
2.2.2 Desperdícios da Manufatura	17
2.2.3 Princípios do Pensamento Enxuto	18
2.2.4 Regras Básicas da Produção Enxuta	19
2.2.5 Etapas para Implementar o Pensamento Enxuto	21
2.3 Mapeamento do Fluxo de Valor.....	22
2.3.1 Processo de Implantação do Mapeamento.....	23
2.3.2 Exemplo de Aplicação do Mapeamento.....	25

2.3.3 Tempo Takt	29
2.3.4 Valor Agregado	31
2.4 Célula de Manufatura.....	32
2.5 Ferramentas Básicas para a Reorganização.....	35
2.5.1 Técnica de Medida de Trabalho.....	36
2.5.2 Balanceamento	38
2.5.3 Kanban.....	40
2.5.4 Troca Rápida de Ferramentas - SMED.....	43
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA E AMBIENTE DA PESQUISA.....	48
3.1 Metodologias de Pesquisa.....	48
3.1.1 Metodologia Utilizada: Pesquisa-ação	52
3.2 Apresentação da Empresa	54
3.2.1 Fábrica de Refrigeradores em Hortolândia	55
3.3 Definição do Problema	57
CAPÍTULO 4: APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE MANUFATURA	
ENXUTA.....	60
4.1 Análise do Ambiente de Pesquisa	60
4.1.1 Formação de Time Multi-funcional.....	62
4.1.2 Análise de Potencial de Redução de Desperdícios.....	62
4.1.3 Mapeamento do Fluxo Atual.....	62
4.1.4 Definição das Metas para o Trabalho.....	63
4.1.5 Estudo do Layout Atual.....	64
4.1.6 Atividades realizadas versus Pesquisa-Ação.....	65
4.2 Mapeamento do Fluxo – 2ª Etapa, Célula	68
4.2.1 Coleta de dados – Tecnologia de Grupo.....	68
4.2.2 Aplicação do Célula de Manufatura.....	76
4.2.3 Layout Celular.....	77
4.2.4 Padronização do Método.....	80

4.2.5 Plano de Ações para 30 e 90 Dias.....	82
4.3 Resultados da Pesquisa e Implantação da Célula de Manufatura.....	83
4.4 Terceirização de Peças – 3ª Etapa.....	84
4.5 Automação na Área de Injeção Plástico – 4ª Etapa.....	85
4.6 Etapas de Melhorias no Fluxo de Processo e Informação	87
CAPÍTULO 5: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	95
5.1 Conclusão.....	95
5.2 Recomendações para novos trabalhos.	96
Referências Bibliográficas	98
Bibliografia Consultada	104

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Óbitos nas manufaturas do Brasil	09
Figura 2.2 - Diagrama “Casa do STP” – Sistema Toyota de Produção	15
Figura 2.3 - Estrutura do Sistema de Produção Toyota	16
Figura 2.4 - Sistema de produção empurrada.	17
Figura 2.5 - Sistema de produção puxada.	18
Figura 2.6 - Perdas x ações de melhorias	19
Figura 2.7 - Farol de valor agregado.	28
Figura 2.8 - Mapeamento do fluxo de valor	30
Figura 2.9 - Fluxo da cadeia de valor - atual.	31
Figura 2.10 - Fluxo da cadeia de valor – futuro I	32
Figura 2.11 - Fluxo da cadeia de valor – futuro II	33
Figura 2.12 - GBO – Gráfico de balanceamento por operador	41
Figura 3.1 - Metodologia científica	52
Figura 3.2 - Expansão do grupo BSH	57
Figura 3.3 - Sistema de processo de manufatura de refrigerador	59
Figura 3.4 - Layout com obstrução do corredor	61
Figura 4.1 - Passos básicos para a solução de problemas	61
Figura 4.2 - Quadro <i>Kanban</i> sem uso	63
Figura 4.3 - <i>Layout</i> atual em escala pelo time.	65
Figura 4.4 - Estoque em processo empilhado.	66
Figura 4.5 - Mapa atual de peças injetadas e tampografadas (1ª etapa)	69
Figura 4.6 - Diagrama atual de peças injetadas e tampografadas (1ª etapa)	70
Figura 4.7 - Mapa futuro de peças injetadas e tampografadas (2ª etapa)	71

Figura 4.8 - Diagrama futuro de peças injetadas e tampografadas (2ª etapa)	72
Figura 4.9 - Família de produtos por processo dos itens tampografados.	73
Figura 4.10 - Foto da porta de evaporador e bandeja no refrigerador	75
Figura 4.11 - Layout funcional antes.	77
Figura 4.12 - Layout celular depois.	77
Figura 4.13 - Foto layout celular.	78
Figura 4.14 - Mini-mercado com 2 tipos de peças/embalagem.	79
Figura 4.15 - Folha de trabalho padrão.	80
Figura 4.16 - Tempo de ocupação do operador na célula.	81
Figura 4.17 - Tempo de ciclo (TC) das tampas de legumes.	85
Figura 4.18 - Folha de trabalho padrão da tampa de legumes.	85
Figura 4.19 - Croqui do layout para injetar e tampografar.	86
Figura 4.20 - Fotos da área disponibilizada	87
Figura 4.21 - Mapa futuro para tampografar peças no ciclo da injetora (4ª etapa)	89
Figura 4.22 - Diagrama futuro para tampografar peças no ciclo da injetora (4ª etapa)	90
Figura 4.23 - Mapa futuro com melhorias no fluxo de processo e informação (7ª etapa)	91
Figura 4.24 - Ambiente fabril após implantação de melhorias (7ª etapa)	92

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 - Número de acidentes no Brasil.	09
Tabela 2.2 - Etapas para implementar o pensamento enxuto.	23
Tabela 2.3 - Indicadores de desempenho.	33
Tabela 3.1 - Mapeamento de metodologias.	54
Tabela 4.1 - Definição inicial dos objetivos e ações.	61
Tabela 4.2 – Relação entre a Pesquisa-Ação e atividades realizadas	67
Tabela 4.3 - Análise de tempo ciclo com diferentes métodos.	74
Tabela 4.4 - Atividades de melhoria com prazo (30 dias).	82
Tabela 4.5 - Atividades de melhoria com médio prazo (90 dias).	82
Tabela 4.6 - Resultados mensuráveis da pesquisa.	83

Nomeclatura

ABC: Custeio Baseado em Atividades

ABM: Gerenciamento Baseado em Atividades

BSHPS: *Bosch Siemens Home appliance Production System*

CEP: Controle Estatístico do Processo

CCQ: Circulo de Controle de Qualidade

GBO: Gráfico de Balanceamento do Operador

JIT: *Just-in-Time*

MTM: *Methods-Time Measurement*

OEE: Eficácia Global do Equipamento

PIB: Produto Interno Bruto

SMED: *Single Minute Exchange of Die*

TG: Tecnologia de Grupo

TQC: *Total Quality Control*

TQM: *Total Quality Management*

TPM: *Total Productive Maintenance*

TPS: *Toyota Production System*

TRF: Troca Rápida de Ferramentas

VSM: *Value Stream Mapping*, Mapa do fluxo de valor (MFV)

5S: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*

Capítulo 1

Introdução

A invenção da turbina a vapor, por volta de 1780, disparou a Era Industrial. O princípio da divisão do trabalho de Adam Smith serviu de base para o desenvolvimento conceitual da gerência científica de F. W. Taylor que, em 1881, pela primeira vez, aplicou a estrutura do conhecimento ao estudo do trabalho através de análise e aplicação de engenharia, publicando em 1911 o livro *Princípios de Administração Científica*. Seus trabalhos se tornaram de interesse público e contribuíram para Henry Ford introduzir os conceitos de produção em larga escala e desenvolver as linhas de montagem.

Shingo (1996) e Ohno (1997), baseado nos conhecimentos adquiridos por volta da década de 30 com o Taylorismo e Fordismo, começam a escrever a história do Sistema Toyota de Produção, com aplicações e estudo publicados sobre automação, *setup*, *kanban* e *Just-in-Time*, buscando, assim como Ford, otimizar o fluxo de produção. Para Ohno (1997), o Sistema Toyota enfoca a redução das perdas e desperdícios.

Nos últimos 50 anos, a literatura especializada traz exemplos de profissionais da indústria e pesquisadores como: Shigeo Shingo; Taiichi Ohno; Imai Masaki; Yasuhiro Moden e Richard Schonberg, que investiram tempo estudando os métodos praticados pelo modelo do Sistema Toyota de Produção. Durante este longo período as maiores empresas do mundo testaram e desenvolveram seus próprios modelos de produção. Como referência de utilização dos métodos e ferramentas do Sistema Toyota de Produção temos empresas como: a Ford, Alcoa e Bosch, estas entre várias outras tem representação mundial e Sistema de Produção baseado no Toyotismo.

Womack, Jones e Ross (1992), no livro “A Máquina que mudou o mundo”, reforçam o valor do modelo Toyota de Produção e apresentaram inúmeros dados de *benchmarking* mostrando que o Sistema Toyota de Produção traz uma forma melhor de se gerar resultados. Para garantir a disseminação da Produção Enxuta pelo mundo, Womack e Jones (1998) editam o segundo livro “A Mentalidade enxuta nas empresas” que citam detalhes sobre o pensamento enxuto, com exemplos e comparações sobre o valor, a cadeia de valor, fluxo, produção puxada e a busca da perfeição.

Black (1998) contribuiu demonstrando os pontos fortes do modelo através da aplicação da célula de manufatura para casos específicos, substituindo as convencionais linhas de montagem. Embora já exista outras obras sobre o assunto.

Na mesma época, Rother e Shook (1998) exemplificam a utilização do mapeamento da cadeia de valor para desenhar um novo fluxo produtivo com maior valor agregado e menores desperdícios. Segundo os autores a ação de mapear a cadeia amplia a visão para as oportunidades e vantagens de se criar ou revisar o sistema de produção. Conforme pesquisas deste trabalho a ferramenta de mapear já esta sendo utilizada por engenheiros e pesquisadores de vários países.

Os resultados da aplicação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção buscam agregar valor aos produtos e podem tornar a empresa mais competitiva (Liker 2005), dando respostas à eficácia do *layout* celular em relação ao convencional. Desta forma, cria-se nas manufaturas, um ambiente propício à pesquisa e implantação de mudanças do sistema produtivo, passando de convencional para um sistema enxuto. A área pesquisada, de peças plásticas injetas e tampografadas é caracterizada como um ambiente eminentemente funcional e de acordo com uma serie de autores, descritos nos capítulos seguintes, a aplicação das ferramentas de melhoria contínua, o mapeamento do fluxo de valor e célula de manufatura entre outras podem resultar em soluções e até mesmo aumentar a produtividade e qualidade.

1.1 Importância do Tema

A aplicação do mapeamento do fluxo do valor e célula de manufatura entre outras ferramentas para aumentar a produtividade, qualidade e melhor condições de trabalho no

segmento de injeção de peças plásticas esta relacionada a importância do segmento da indústria plástico do Brasil, pois segundo divulgado pela ABIPLAST – Associação Brasileira da Indústria do Plástico, o setor da industrial de transformação de material plástico no Brasil tem crescido consideravelmente. O número de empresas no ano 2000 chegou a 6.879, no ano de 2005 atingiu a marca de 8.523 empresas. Acompanhando o crescimento o número de empregados subiu de 192.747 no ano 2000 para 258.343 no ano de 2005, embora a taxa de desemprego tenha crescido. Outros indicadores da importância do segmento é o faturamento que chegou a US\$ 38 milhões em 2005 sendo que no ano 2001 o faturamento atingiu somente US\$ 12 milhões e a participação do setor plástico no Produto Interno Bruto (PIB) nacional passou de 1,66% base ano 2000 para 2,00% no ano 2005.

A pesquisa se realiza em um departamento de injeção e tampografia de peças de plástico de uma manufatura de eletrodomésticos com, aproximadamente, 75 operadores. Assim sendo, podemos classificar a pesquisa como um exemplo de aplicação de conceitos de Produção Enxuta para a pequena e média empresa do ramo plástico.

1.2 Objetivo do Trabalho

Para esclarecer os pontos convergentes e divergentes quanto à aplicação da metodologia de mapeamento do fluxo de valor e célula de manufatura, na área de tampografia de peças plásticas, desenvolve-se a pesquisa com os seguintes objetivos:

- Eliminar o risco de acidente do trabalho;
- Aumentar a produtividade da área de tampografia de peças plásticas;
- Melhorar o fluxo de informação e reduzir os materiais em processo.

Através da análise e melhorias do layout pode-se eliminar o risco de acidente, embora nunca tenha havido na empresa estudada um acidente fatal durante seus dez anos, pois se trabalha preventivamente, a condição de melhorar a produtividade, fluxo de informação e reduzir os estoques é uma necessidade da empresa para aumentar a competitividade.

1.3 Hipótese

A pesquisa é direcionada para a análise e alteração do *layout* da área de tampografia em uma empresa, pois se deseja provar a hipótese de que as técnicas da manufatura enxuta como mapeamento do fluxo de valor, célula de manufatura e outras pode-se reduzir o risco de acidentes após a implementação do novo método de trabalho e fluxo de processo. Esta pesquisa contribui com resultados qualitativos aplicados a um caso real de melhoria de *layout*.

Em função da hipótese aparecem novos objetivos na qual o pesquisador apóia no uso da metodologia de pesquisa-ação, ou seja, o pesquisador atua no campo da pesquisa, havendo a sua interação com o objeto de estudo e a colaboração dos agentes envolvidos na análise do problema.

Tornou-se oportuno estudar e melhorar o *layout* convencional existente, pois com o passar do tempo os produtos, processos e métodos sofrem alterações, ficando sujeitos a se distanciarem das necessidades de qualidade, segurança, custo, flexibilidade e produtividade.

Black (1998) demonstra que é possível aumentar a produtividade com a transformação do *layout* departamental, considerado convencional, para um *layout* celular para atingir os objetivos complementares com a redução de desperdícios de estoque e de *lead time*. Duggan (2002) confirma que é factível atingir estes objetivos reprojando o sistema de manufatura com a utilização do mapeamento do fluxo de valor, célula de manufatura e outros conceitos do Sistema Toyota de Produção.

1.4 Estrutura do Trabalho

Esta dissertação é composta de cinco capítulos. O Capítulo 1 apresenta um breve histórico da evolução do sistema de manufatura até os dias atuais. Expõem-se a importância do tema, as necessidades de se estudar e alterar o sistema de manufatura para a empresa pesquisada e os objetivos a serem alcançados.

No Capítulo 2, discute-se a importância da competitividade da indústria de manufatura de peças plásticas, apresenta-se o conceito de Manufatura Enxuta e demonstra-se que o uso desse conceito é necessário para reduzir perdas e desperdícios e possibilitar

maior competitividade. Descreve-se conceitos através de uma aplicação do mapeamento do fluxo de valor, assim como os conceitos das principais ferramentas e metodologia necessária para se desenvolver a pesquisa e atingir os objetivos.

No Capítulo 3, apresenta-se a metodologia de pesquisa-ação e retrata sua utilização no projeto para transformar uma parte de um sistema produtivo convencional em Sistema Enxuto abordando a caracterização da empresa pesquisa e o problema.

No Capítulo 4, são apresentadas as aplicações dos Mapeamentos do Fluxo de Valor, a implementação e a divulgação da Célula de Manufatura com abordagem da pesquisa de forma quantitativos onde se aplicou a pesquisa-ação como estratégia de pesquisa.

No Capítulo 5, conclui-se o trabalho, analisando os resultados obtidos antes e pós implementação do novo projeto do *layout*, expõem-se as conclusões do trabalho e são sugeridos novos estudos a serem desenvolvidos.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

Este capítulo tem como objetivo apresentar algumas ferramentas e metodologias voltada para as aplicações dos conceitos da Produção Enxuta e utilizadas na pesquisa para implementar uma mudança de *layout*.

2.1 Panorama de Competitividade das Organizações

Vários segmentos da indústria têm passado, nas últimas décadas, por constantes e profundas alterações em suas bases industriais, tendo como cenário as oscilações dos mercados: mudanças de bases tecnológicas e organizacionais; mudanças sociais e geopolíticas; relações comerciais globais; reordenação da cadeia de fornecimento e outros fatores modificadores que afetam e influenciam no posicionamento competitivo dessas empresas, bem como nos aspectos críticos da gestão organizacional que possibilitem a ação pró-ativa.

Contudo, não são somente as forças dessas mudanças que têm alterado a estrutura convencional da organização de segmentos industriais, mas também se verifica a ação de empresas que têm explorado oportunidades advindas dessas mudanças, fazendo com que esse processo transcorra de forma mais dinâmica e acelerada.

Essa situação já tinha sido verificada anteriormente por Hansen e Wernerfel (1989), quando da análise de um modelo representativo que avaliava a importância relativa de fatores econômicos e organizacionais no desempenho da empresa.

Segundo Koelsch (2001), fusões e aquisições de empresas têm ocorrido de forma intensa em várias partes do mundo, consolidando uma cadeia de fornecimento global para produção e distribuição de produtos. Essa situação tem feito com que grandes companhias americanas tenham transferido seus negócios de fornecedores locais para externos.

Produtores globais têm verificado que através da consolidação da cadeia de fornecimento, há aumento da possibilidade de padronização de processos e a efetiva implementação de sistemas de qualidade baseados na ISO9000, QS9000 e TE9000. A crença é de que menos fornecedores de grande porte podem garantir o fornecimento consistente de uma grande quantidade de lotes com pequenas quantidades.

Constata-se, principalmente no segmento automotivo, necessidades de entregas *Just-in-time* e centros regionais de distribuição. Assim, benefícios têm sido verificados para empresas que criaram competências e se especializaram no desenvolvimento de aspectos específicos relativos ao produto final. Empresas relativas a diversos segmentos têm-se direcionado pela melhoria de seus processos, tendo como foco principal o aumento da produtividade, flexibilidade e agilidade através da utilização de conceitos de Produção Enxuta.

2.1.1 Produtividade e Acidentes de Trabalho

A produtividade nas manufaturas podem ser utilizadas para efeito de comparação temporal, na busca da melhoria do desempenho da empresa. O termo produtividade apresenta diferentes interpretações, depende da empresa e finalidade de sua aplicação, na maioria das vezes a intenção é utilizar o indicador de produtividade para se atingir objetivos definidos para o negócio. Pode-se obter uma variação de equações, entre elas Campos (1994) descreve que produtividade pode ser a caracterizada como o quociente entre a empresa produz (OUTPUT) e o que ela consome (INPUT), também temos a situação onde a produtividade se entende como a relação entre o valor das saídas e o custo dos recursos utilizados para obtenção das mesmas.

Neste estudo, elege-se conceitualmente de produtividade como a relação entre a quantidade de peças produzidas e a quantidade de funcionários contratados.

A utilização dos recursos pode contribuir para com a produtividade e é um indicador importante para a manufatura. Para aumentar a produtividade e gerar resultados é necessário um sistema de manufatura compatível com as necessidades dos clientes e a gestão estratégica e indicadores expressivos como: tecnologia, informação, processos, materiais e os recursos de pessoas sem acidente de trabalho, podem contribuir para com o resultado e melhoria contínua da produtividade da manufatura.

Histórico de Acidentes de Trabalho

Em 1966, o Governo Federal decidiu pela criação da Fundacentro, site disponível para consulta www.fundacentro.gov.br, que é uma instituição voltada para o estudo e pesquisa das condições dos ambientes de trabalho devido aos altos índices de acidentes e doenças do trabalho. Assim, o governo brasileiro iniciou gestões com a Organização Internacional do Trabalho (OIT), com a finalidade de promover estudos e avaliações do problema e apontar soluções que pudessem alterar esse quadro. As atitudes do Governo Federal, dos empresários e dos trabalhadores melhoraram as condições de trabalho. Na Tabela 2.1 observamos que nas últimas três décadas a quantidade de acidentes diminuiu, registra-se no ano de 2001, 340.251 acidentes entre 26.966.897 trabalhadores com registro em carteira, portanto só em um ano ocorrem um acidente entre cada grupo de 79 trabalhadores, embora tem-se registrado uma melhoria significativa, ainda é um número muito elevado para o trabalhador, empresário e para as finanças da saúde pública.

O número de acidentes está diminuindo a cada ano, mas ainda contribui para a geração de problemas sociais, pois acontecem mais de 2500 óbitos por ano, base ano 2003, número que justifica a preocupação e atitude por parte de todos, Figura 2.1.

Tabela 2.1 - Número de acidentes com afastamento no Brasil (Fundacentro, 2006).

	Total de Trabalhadores	Total de Acidentes	Trabalhadores/Acidente
Média anos 70	12.428.828	1.575.566	8
Média anos 80	21.077.804	1.118.071	19
Média anos 90	23.648.341	470.210	50
2000	26.228.629	363.868	72
2001	26.966.897	340.251	79

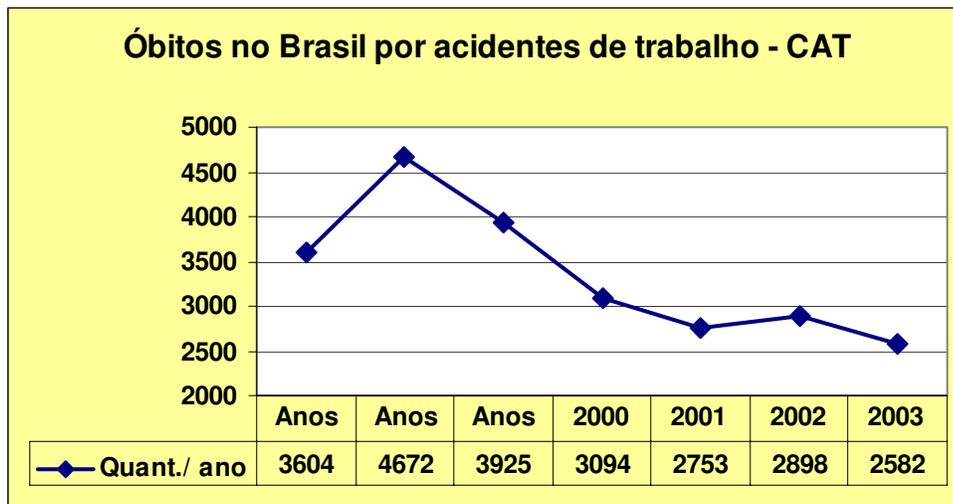


Figura 2.1 - Óbitos nas manufaturas do Brasil (Fundacentro, 2006)

Segundo Liker (2004), a segurança é uma prática comum no Japão e uma das metas importantes do Sistema Toyota de Produção. A Toyota não sacrifica a segurança de seus trabalhadores em nome da maior produção e a produtividade depende de condições seguras de trabalho. Eliminar perdas implica na criação de procedimentos de trabalho menos

estressantes e seguros, portanto sempre que houver um problema no chão de fábrica que possa prejudicar ou afastar as pessoas do seu trabalho provavelmente teremos uma oportunidade de eliminar algum tipo de perda.

2.1.2 Estratégia e Indicadores de Organização

Porter (1992) relata que experimentamos e desenvolvemos coisas importantes nos últimos anos, mas perdemos de vista a estratégia. A maioria das organizações com as quais ele trabalhou tomam iniciativas, assumem responsabilidades, mudam, melhoram — mas não têm estratégia. Estratégia é um conjunto de princípios gerais que servem de guia aos dirigentes de uma organização na tomada de decisões e que visa alcançar vantagens competitivas. Vantagens que derivam da qualidade de ser competitivo. Isso inclui, a competição e a concorrência, ou seja, as melhores formas de atender – em relação aos demais concorrentes – aos anseios dos clientes e, assim, conquistar sua preferência.

A complexidade dos sistemas de negócios trouxe como consequência a necessidade de se ter uma visão, isto é, uma expectativa em relação ao estado que a organização deseja atingir no futuro. A visão tem a intenção de propiciar o direcionamento dos rumos de uma organização (NBR ISO 14004). Uma vez que se tem um desejo, transforma-o em uma missão e posteriormente em metas. Estipula-se um valor pretendido como um indicador a ser atingido em determinadas condições estabelecidas no planejamento para um período de tempo também determinado.

Indicadores são utilizados como formas de representação quantificáveis das características de produtos e processos, que refletem o desempenho de uma organização. Os resultados garantem o sucesso do negócio e os indicadores de desempenho se relacionam a uma meta ou a um conjunto de metas. Os indicadores são aplicados sobre os processos e são conjuntos de recursos e atividades inter-relacionadas para gerar produtos ou serviços. Os recursos podem incluir pessoal, finanças, instalações, equipamentos, métodos e técnicas, informações, tudo reunido numa seqüência de etapas ou ações lógicas e sistemáticas (Harrington, 1993).

Planejamento e Metas Levam a Resultados

As incertezas no sistema e no ambiente global sempre existiram. Assim, deve-se nos acostumar com as mudanças dentro desse cenário. Devemos esquecer os grandes lucros, baixos riscos sem ter que eliminar as perdas e desperdícios. Antes falávamos em *Benchmarking*, atualmente em *Balanced Scorecard* para definir metas. Criar metas não é um trabalho simples e é complicado cumpri-las, mas é possível superar as expectativas dos clientes interno e externo. Diante da dificuldade, temos a realidade da demissão de um em cada quatro executivos devido ao não cumprimento das metas. Cohen (2003) recomenda gastar um tempo maior com o planejamento estratégico, metas e principalmente com os indicadores para evitar estimativas.

As metas devem ser realistas. Simplesmente estimar metas sem critérios pode provocar conseqüências a toda a cadeia produtiva. Têm-se muitos exemplos de compromisso com fornecedores que envolvem grandes investimentos no lançamento de novos produtos, e acabam não se concretizando as estimativas, gerando prejuízos enormes a todos. O planejamento estratégico depende de vários fatores. Sofre influências internas e externas, que não se restringem somente a decisões governamentais. É comum se planejar grandes comercializações de produtos e os resultados não serem atingidos. Ainda tentamos empurrar nossos produtos e serviços ao cliente para justificar nosso planejamento estratégico deficiente. Deve-se ter planos lucrativos pré-estabelecidos com metas. Sem saber para onde se vai ou sem haver um indicador como bússola, fica difícil chegar ao resultado esperado. O cliente é imprevisível, portanto, é uma boa alternativa começar a reformular o sistema produtivo com o objetivo de atender aos requisitos funcionais do cliente, levando-se em conta um sistema cada vez mais flexível.

Definir metas é o começo. Como se diz, é o plano da viagem. Aconselha-se rever sempre o caminho traçado e, conforme aparecerem as dificuldades, buscar as opções. O mapa do fluxo de valor pode mostrar aonde se quer chegar e, se bem elaborado com dados, informações confiáveis e participação de pessoas com conhecimento e que compartilham da mesma visão do negócio, a tendência é enxergar o caminho que levará aos resultados desejados (Rother e Shook, 1998).

É muito bom quando as metas são desafiadoras, mas compatíveis com o sistema e seus recursos, tais como as pessoas e seus respectivos aportes de conhecimento. Acredita-se

que o bom desempenho de metas está atrelado à superação das expectativas. Fazer estimativas baseadas em experiências particulares não é tão bom como definir metas com bases em dados, fatos e condição de riscos calculados. As metas devem ser estipuladas para reduzir as perdas e desperdícios, para se ter resultados e melhorias, portanto dizer que a redução dos prejuízos foi um ganho é um pouco conflitante, mas geralmente se aceita com o uso de expressões atenuantes como melhoria contínua ou produção enxuta (Porter, 1992).

2.2 Conceito de Produção Enxuta

A Toyota Motor Company criada a partir do desmembramento da Toyota em uma empresa responsável pela produção e outra pelas vendas dos produtos na década de 60 é vista como referência no segmento automobilístico, segundo Liker (2005) no final do ano fiscal em março de 2003 a Toyota teve um lucro anual de 8,13 bilhões de dólares, possui de 20 a 30 bilhões de dólares em caixa, tem uma reputação em qualidade e rapidez no processo de desenvolvimento de produtos no mundo. Sua constante ascensão durante as últimas décadas tem sido, segundo Benders (2004), sustentada pelo TPS – Toyota Production System, traduzido como Sistema Toyota de Produção. O TPS se tornou um modelo global de manufatura e possui uma excelência operacional como estratégia (Liker, 2005). Após a crise do petróleo em 1973, o STP mostrou-se bem sucedido, sendo pesquisado e utilizado com sucesso desde a década de 50 em diversos segmentos da indústria e de serviços por muitos lugares. Tais evidências estão no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (Womack, Jones e Roos, 1992), que demonstra o quanto o STP é utilizado nas indústrias de todo o mundo. Diante da liderança competitiva a Toyota continua modificando e melhorando o seu sistema de produção.

De acordo com esta pesquisa, o modelo de Produção Toyota, também conhecido em inglês como *Lean Production*, traduzido como SPE - Sistema de Produção Enxuta é um sistema de negócio para organizar e gerenciar o desenvolvimento de produtos, operações, fornecedores e relações com o cliente, onde comparado ao sistema de produção em massa possibilita menor esforço humano, menos espaço, menos capital e menos tempo para fabricar produtos com menos defeitos de acordo com as especificações precisas dos desejos

dos clientes (Liker, 2005). O SPE tem se aplicado em vários segmentos de produção e até no segmento de serviços.

Os princípios da Produção Enxuta têm possibilitado à área de serviços, atingir melhores níveis de eficiência e competitividade, como relata Arbos (2002), em suas pesquisas junto à área de serviços em telecomunicações, e Lima, Pinsetta e Lima (2005) com suas aplicações destes princípios em área administrativa hospitalar, ambos demonstram melhorias significativas em velocidade de resposta ao cliente e maior flexibilidade através do gerenciamento dos processos e eliminação dos desperdícios.

Analisando a questão dos projetos de sistemas de manufatura, verifica-se que processos e sistemas bem projetados resultam em menor custo de manufatura aliado à qualidade superior, obtendo uma maior produtividade e gerando maiores lucros. Black (1998) descreve também que mesmo um produto com um bom projeto, dificilmente poderá ser produzido competitivamente caso o sistema de manufatura esteja projetado inadequadamente, ou seja, apresente incompatibilidades e restrições ao atendimento das expectativas dos clientes internos e externos da organização. Portanto entende-se que o sistema de produção tem que ser suportado por um bom projeto de produto e vice versa.

A Produção Enxuta está associada a aspectos revolucionários e à mudanças de paradigmas, no sentido de tornar as estruturas de manufatura flexíveis e transparentes, aliadas a uma abordagem sistêmica fortemente vinculada à redução de custos via eliminação de perdas. A idéia precursora do SPE foi desenvolvida na Toyota Motor Company, sendo capaz de operacionalizar a função controle na detecção das causas fundamentais dos defeitos (Ghinato, 1995).

Na figura 2.2, Liker (2005) ilustra o diagrama “Casa do STP”, na qual se observa que a autonomia e o just-in-time são tidos como pilares para o SPE, bem como para sua compreensão e obtenção de bons resultados em qualidade; custos; *lead time*; segurança e moral da pessoas com a aplicação dos conceitos enxutos. Este diagrama tornou-se um dos símbolos mais facilmente reconhecíveis na indústria moderna. Podemos interpretar a casa da seguinte forma; o telhado demonstra as metas que se baseia em eliminar perdas; o pilar *just-in-time* é a característica mais visível do STP; o pilar autonomia significa produzir sem deixar o defeito passar para a próxima estação de trabalho; no centro do diagrama

temos as pessoas e como fundação da casa temos uma filosofia, um modelo que a Toyota desenvolveu para manter uma estabilidade diante do ambiente interno e externo.

A casa do STP está baseada na estrutura do Sistema Toyota de Produção na qual Ghinato (1995) demonstrou através da Figura 2.3. Podemos visualizar a interdependência de várias ferramentas e boas práticas do SPE. Ressalta-se que dentro desse conceito do SPE nenhuma das estruturas é tida como definitiva, sendo constantemente modificadas face às necessidades tecnológicas e competitivas requeridas.



Figura 2.2 - Diagrama “Casa do STP” - Sistema Toyota de Produção (Liker, 2005).

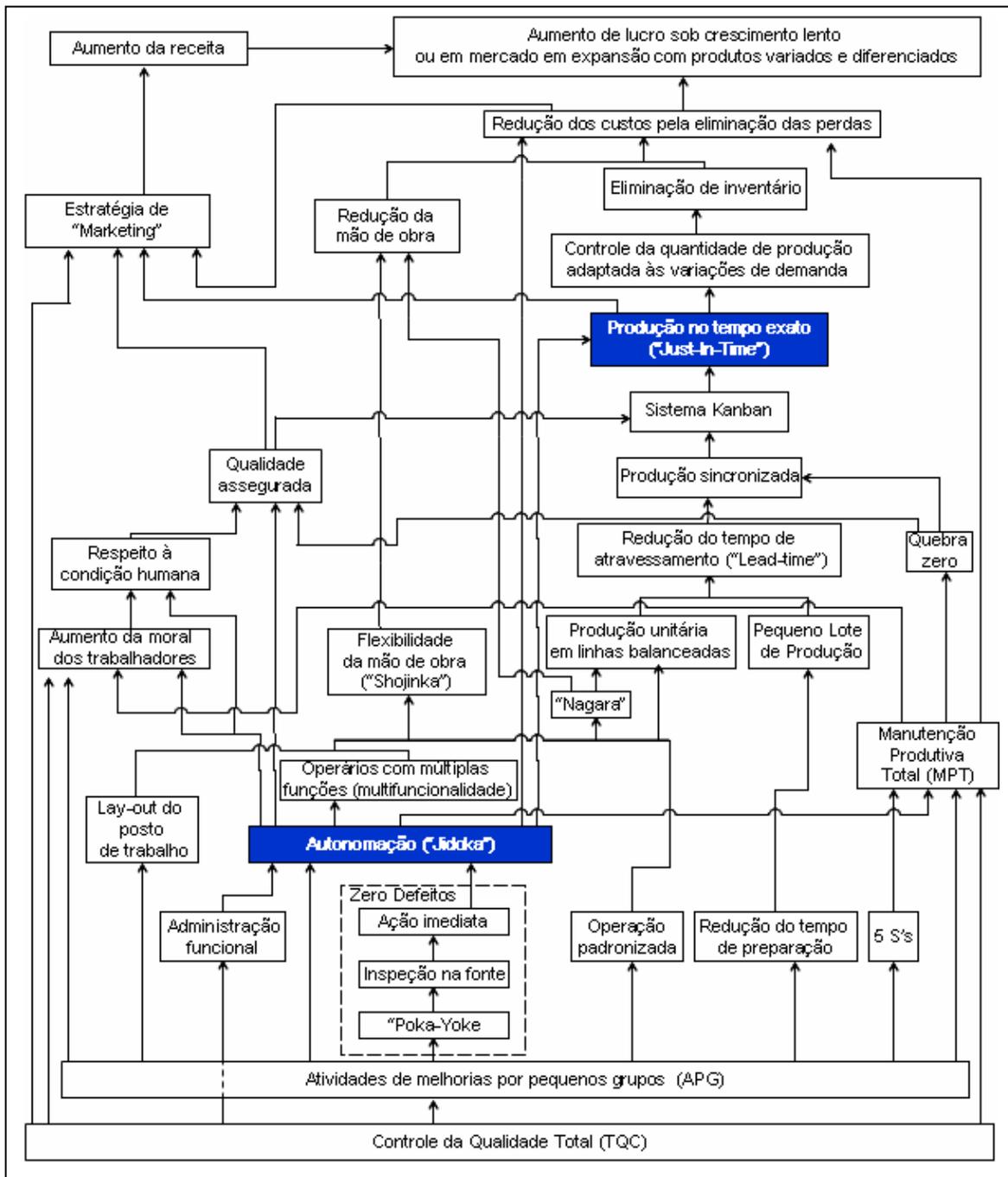


Figura 2.3 - Estrutura do Sistema Toyota de Produção (Ghinato, 1995).

2.2.1 Sistema Empurrado versus Sistema Puxado

O sistema de produção empurrada, ilustrado na Figura 2.4, é o que classificamos como convencional. Os materiais são movidos para a etapa seguinte logo que são processados, geralmente em grandes lotes com *lead times* longo. Diante de tanto material em processamento a administração não é fácil (Slack, 1997).

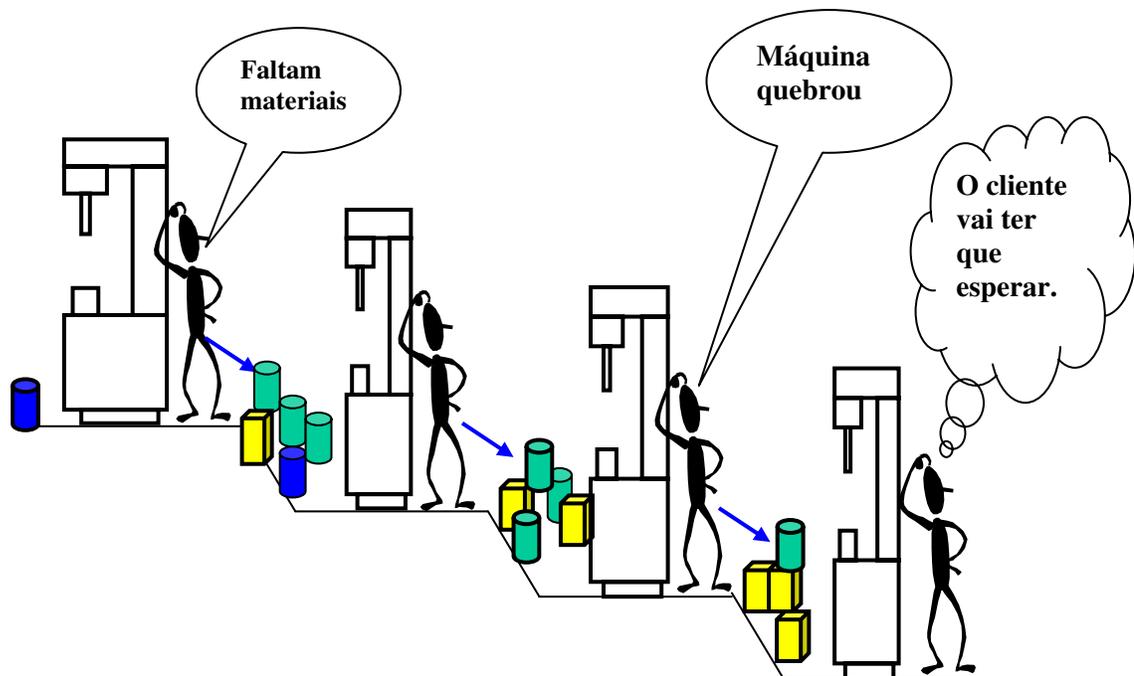


Figura 2.4 - Sistema de Produção Empurrada.

No ambiente convencional de super produção os gestores são induzidos a atuarem de maneira corretiva. Busca-se maximizar a utilização da capacidade fabril e obter o maior volume de produção, estoca-se o excedente produtivo para absorver as oscilações do mercado e se esforçam para cumprir suas metas. Em linhas gerais, os fabricantes de eletrodomésticos e outros, tem dificuldade em cumprir o *mix* de produção, ou seja, atender ao cliente no prazo e com qualidade, os problemas podem passar despercebidos, as interrupções de fluxo são constantes e a qualidade final, assim como os custos não são tão competitivos em nível global.

manufatura, sete principais tipos de desperdícios: 1. de super produção; 2. de tempo disponível ou espera; 3. de transporte; 4. do processamento em si; 5. de estoque disponível ou estoque; 6. de movimentação e 7. por produtos defeituosos.

Perdas \ Ações de melhorias	Troca rápida - TRF	Eng ^a de valor	Inspeção de 100%	Melhoria de layout	Sincronismo / Nivelamento da produção	Fluxo unitário	Pequenos lotes de produção	Ciclos de produção mais curtos	Melhoria dos movimentos e métodos
1. por super produção	X				X	X	X		
2. por espera	X								
3. por transporte				X					
4. no processamento em si		X							
5. devido ao estoque	X				X		X	X	
6. por movimentação				X					X
7. por fazer produtos com defeito			X						

Figura 2.6 - Perdas x ações de melhorias (adaptado de Shingo, 1996).

Liker (2005), pesquisou o STP e afirma que o conceito das sete perdas pode ser aplicado no desenvolvimento de produtos, no recebimento de pedidos e no escritório. Como contribuição Liker acrescenta nesta lista o oitavo desperdício;

“Desperdício da criatividade dos funcionários. Perda de tempo, idéias, habilidade, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir seus funcionários”.

2.2.3 Princípios do Pensamento Enxuto

Utilizando princípios se entende que uma manufatura nasce de um projeto com necessidades funcionais para atender aos clientes com base em parâmetros de projeto e que sua estrutura não é rígida. Womack e Jones (1998) listam cinco princípios do pensamento enxuto que são considerados como base para a produção enxuta, tendo como modelo o Sistema Toyota de Produção:

Valor - capacidade oferecida a um cliente no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente.

Cadeia de valor - atividades específicas necessárias para projetar, pedir e oferecer um produto específico, da concepção e lançamento do pedido à entrega, e da matéria-prima às mãos do cliente.

Fluxo - realização progressiva de tarefas ao longo da cadeia de valor para que um produto passe da concepção ao lançamento, do pedido à entrega e da matéria-prima às mãos do cliente sem interrupções, refugos ou contra fluxos.

Produção puxada - método de controle da produção em que as atividades posteriores avisam às atividades anteriores sobre suas necessidades. A produção puxada tenta eliminar a produção em excesso e é um dos três componentes principais de um sistema de produção Just-in-Time completo.

Gerenciar rumo a perfeição - eliminação total de qualquer atividade que consuma recursos, mas não crie condições para que todas as atividades ao longo do tempo de uma cadeia criem valor.

2.2.4 Regras Básicas da Produção Enxuta

O Sistema Toyota de Produção também é entendido por quatro regras básicas. Essas regras mencionadas por Spear e Bowen (1999) direcionam o projeto, o processo e as melhorias de cada atividade de produto ou serviço.

Regra 1: todo trabalho deverá ser altamente especificado quanto ao conteúdo, seqüência, tempo e resultados.

Regra 2: cada conexão de cliente-fornecedor deve ser direta e deve haver uma maneira simples de dizer sim ou não quanto à forma de enviar solicitações e receber resposta.

Regra 3: o fluxo de cada produto e serviço deve ser simples e direto.

Regra 4: qualquer melhoria deve ser feita de acordo com método científico, sob o auxílio de um orientador e em todos os níveis possíveis da organização.

Todas as regras requerem que atividades, conexões e fluxos tenham embutido testes para sinalizar os problemas automaticamente. As regras são as respostas contínuas para os

problemas que transformam esse sistema aparentemente rígido em flexível e tão adaptável às circunstâncias de mudanças.

Para sustentar as quatro regras da SPE, Sweitzer (2002) relaciona sete técnicas com considerável relevância: fluxo unitário de peças; produção puxada; simples fluxo de material; nivelamento de produção; controle visual; trabalho padrão e participação do trabalhador para a melhoria contínua, assim definidas:

- Fluxo unitário de Peças: movimento da peça através do sistema de forma individual, melhor que em grandes lotes como é comum em muitos ambientes de manufatura. Este movimento unitário de peças reduz drasticamente o estoque em processo (WIP, *work-in-process*).
- Produção Puxada: o operador somente começa a trabalhar em uma peça se receber um sinal da estação seguinte de que uma outra peça é necessária. Dessa maneira, o inventário nunca se acumulará atrás de uma estação de trabalho. Diferente do sistema convencional "empurrado", no qual o material em processamento é liberado para o próximo setor baseado em um programa de produção.
- Fluxo Simples de Material: o chão de fábrica é preparado na extensão possível, tal que a peça possa facilmente ser transferida, com mínima distância, para a próxima operação. É melhor que passar através da fábrica por movimentadores de materiais, no andamento dos lotes. Às vezes a célula de manufatura é usada para se conseguir esse objetivo. As estações de trabalho e máquinas são agrupadas em uma pequena célula. Os recursos estando próximos permitem o retorno rápido e a multi funcionalidade dos trabalhadores. Uma boa demonstração da forma de trabalho em célula de produção pode ser encontrada em Black (1998).
- Nivelamento da Produção: um sistema enxuto não é compatível com as flutuações diárias no processamento. As variações de demanda em curto prazo são retiradas para fora do período de tempo de modo que a taxa da produção possa permanecer constante.
- Controle Visual: as indicações visuais são preparadas de modo que seja fácil mostrar onde ocorrem os problemas no sistema, para o inventário e gerenciamento do material e para manter organizado o local de trabalho.

- Trabalho padrão: a etapa de cada trabalho é estudada e documentada completamente com o objetivo de ser executada pelo operador exatamente da mesma maneira, na mesma quantidade de tempo, com o mesmo resultado todas as vezes.
- Participação do trabalhador para a melhoria contínua: os trabalhadores são autorizados a parar a linha se observarem um problema, são envolvidos no projeto do trabalho e se espera deles novas idéias para melhorar o sistema produtivo.

2.2.5 Etapas para Implementar o Pensamento Enxuto

A Tabela 2.2 especifica as quatro etapas para se atingir o pensamento enxuto da estruturação do Sistema de Produção Toyota, bem como sugere as tarefas e prazos necessários à implementação dos principais constituintes do SPE. É evidente que as etapas e prazo de implementação de um projeto de Produção Enxuta dependem dos fatores internos e externos da empresa, mesmo assim é possível se ter uma idéia por esse exemplo.

Em casos de empresas ou unidades específicas de negócios, onde se implementa o SPE e Controle de Qualidade Total (TQC), pode haver um excedente de funcionários oriundo da eliminação das perdas e desperdícios. Tal disponibilidade pode ser aproveitada de forma responsável se houver uma maneira de criar trabalho agregando valor dentro da própria empresa. Isto favorece a criação de novos produtos, internalização de trabalhos que foram terceirizados por falta de capacidade fabril ou até o aumento da capacidade produtiva devido ao aumento da demanda. Como consequência a mudança cultural do Sistema convencional para SPE pode alcançar benefícios de maior competitividade no mercado, melhores produtos e serviços.

Os resultados globais não são sempre imediatos. A definição do pensamento enxuto ou da forma convencional de se produzir é uma consequência da necessidade, capacidade e habilidade do time da manufatura. Quando se trata de uma transição do sistema convencional para o enxuto, um dos conceitos a ser desenvolvido é o da transição do sistema empurrado para o sistema puxado.

Tabela 2.2 - Etapas para implementar o SPE (Womack, 1998).

Etapas	Tarefas Específicas	Prazo
Início do Processo	<ul style="list-style-type: none"> • Encontre um agente de mudança que conheça as técnicas do pensamento enxuto. • Encontre uma alavanca e mapeie as cadeias de valor • Inicie o <i>Kaizen</i> do fluxo e expanda seu escopo 	<ul style="list-style-type: none"> • Seis meses iniciais
Criando uma nova organização	<ul style="list-style-type: none"> • Reorganize o <i>mix</i> produtivo em família de produtos • Desenvolva uma política para o excesso de pessoal • Desenvolva uma estratégia de crescimento • Elimine os obstáculos e instale a mentalidade da perfeição 	<ul style="list-style-type: none"> • Seis meses a dois anos
Instalando sistemas de negócios	<ul style="list-style-type: none"> • Introduza a “contabilidade enxuta” • Implemente a transparência e inicie seu desdobramento • Introduza o aprendizado do pensamento enxuto • Encontre ferramentas do “tamanho certo” 	<ul style="list-style-type: none"> • Três a quatro anos
Terminando a transformação	<ul style="list-style-type: none"> • Aplique todas as etapas junto a fornecedores/clientes • Desenvolva uma estratégia global • Transição da melhoria de cima para baixo para melhoria de baixo para cima 	<ul style="list-style-type: none"> • Final de cinco anos

O pensamento enxuto é uma notável seqüência de ações e especificações que agrega valor ao produto e apresenta uma maneira clara de tornar o trabalho satisfatório sem ter como objetivo destruir empregos, mas sim ter uma política de valorização dos empregados. A valorização do potencial humano beneficia o pensamento enxuto e, na possibilidade de disponibilidade de pessoal, pode-se adotar uma postura de treinar o excedente, por exemplo, em facilitadores de *Kaizen* e/ou círculos de qualidade para reduzir os custos dos produtos e outras melhorias. Assim, mantém os empregados como profissionais de valor e com um estado de espírito produtivo. Talentos que não podem estar no concorrente. Um dos primeiros passos (conforme etapas citadas) é mapear a cadeia de valor. Tal recomendação também é válida para se enxergar os pontos que devem ser melhorados até se chegar ao mapa futuro desejado (Womack, 1998).

2.3 Mapeamento do Fluxo de Valor

Um importante aspecto na produção enxuta consiste no mapeamento do fluxo de valor que é uma prática que permite o aprendizado concreto dos conceitos, práticas e ferramentas enxutas, além de prover idéias e sugestões para a melhoria de uma família de produtos, nas sessões seguintes se demonstrar esquematicamente o MFV. Isso possibilita visualizar um fluxo de produção contínuo, através da minimização de interrupções e eliminação de ações que não agregam valor (Rother, 2002). Definem-se o fluxo de processo e o fluxo de informações de maneira sistêmica, aprende-se a enxergar por outro ângulo o sistema produtivo, porém se faz necessário o domínio das técnicas do JIT/TQC para se obter um bom mapa futuro.

Uma organização que tenha como visão tornar-se uma empresa competitiva no segmento que atua, utilizando o pensamento enxuto pode obter bons resultados. De acordo com Rother (1998) e Womack e Jones (1998), um dos passos importantes já no início da mudança é mapear o fluxo de valor, estabelecendo o mapa futuro da empresa, utilizando as técnicas do pensamento enxuto para conseguir, entre outras coisas, atender a sua carteira de pedido em até 100%, aumentar a produtividade e qualidade com o mínimo de estoque.

Encontram-se, no desenvolvimento ou na mudança do projeto de fábrica, as dificuldades de se criar uma empresa já com uma mentalidade enxuta. Certamente, as dificuldades aumentam na transformação de uma empresa que trabalha dentro de linha do pensamento convencional para o conceito de manufatura enxuta. Existem, no entanto, muitos suportes adequados que podem embasar tal conhecimento e promover infinitas melhorias: literaturas sobre o assunto, cursos e consultores que podem contribuir para o desenvolvimento eficaz da mudança.

2.3.1 Processo de Implantação do Mapeamento

O motivo pelo qual se desenha o fluxo de valor sempre seguindo o fluxo de processo e o fluxo de informações, identificando aquilo que agrega ou não valor à cadeia produtiva e seguir na direção de um empreendimento enxuto. Em seguida, iniciar um trabalho de redução e/ou eliminação das ações que não estão agregando valor e, logo depois, atacar a 2ª categoria que não agrega, mas se faz necessária. Deve-se sempre se questionar quanto às ações e/ou fases que agregam valor; deve-se questionar ainda se o cliente gostaria de pagar

pelo produto e/ ou serviço prestado. A experiência tem mostrado que a simplicidade e uso de ferramentas como mapeamento do fluxo têm gerado muitos resultados mensuráveis.

O mapeamento tem como base o fluxo de valor que é composto do fluxo de informações em que são comunicados ou disparados as autorizações para processar o produto e o fluxo de processo que é responsável por todas as fases de produção do produto. Com a análise desses dois fluxos identificam-se as ações que não agregam valor; após essa etapa eliminam-se e/ou reduzem-se tais ações, daí em diante estabelece-se um novo fluxo. Geralmente quando se quer melhorar o fluxo, registra-se o fluxo antes e depois de eliminar as ações que não agregam valor. Com isto se tem um indicador do quanto se melhorou, avaliando o desempenho e planejando novos fluxos, sempre contemplando melhorias ou a eliminação ou a reduções dos desperdícios e perdas.

Define-se o fluxo de valor como toda ação, agregando valor ou não, necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto. Identifica-se dois fluxos básicos: fluxo de produção e fluxo do projeto. O fluxo de produção, desde a matéria prima até os braços do consumidor e fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento (Rother e Shook, 1998). O mapeamento do fluxo de valor é uma prática “mão-na-massa” e permite o aprendizado concreto dos conceitos, práticas e ferramentas enxutas, além de prover idéias e sugestões para a melhoria de uma família de produtos.

O objetivo principal é o de “aprender a enxergar”. Uma vez estando mais claros os problemas fica mais fácil tomar atitudes para eliminar ou conter os desperdícios; por isso, a incansável recomendação para os responsáveis pela manufatura para realizarem no chão de fábrica o mapeamento de maneira simples e objetiva. O mapeamento do fluxo de valor é realizado de maneira simples e sem uso de computador, recomenda-se: siga o caminho de um produto do início ao fim, desenhe uma representação visual de todo o processo de material e fluxo de informação e, depois, desenhe (usando ícones) um “estado futuro” mapeando como o valor deveria fluir. Ao iniciar, determina-se as famílias de produtos por similaridade de montagem, preparação e equipamentos, depois desenha-se o atual fluxo para entender como o “chão de fábrica” opera. Tal passo é fundamental para o desenho do estado futuro esboça-se o novo fluxo, sempre projetando um fluxo enxuto, por fim, planeja-se e implanta-se a melhoria (Rother, 1998). O mapa de uma família de produtos é

continuamente melhorado, partindo do mapa atual para um novo mapa, a Figura 2.8 exemplifica os quatro passos citados e fluxo de melhoria.

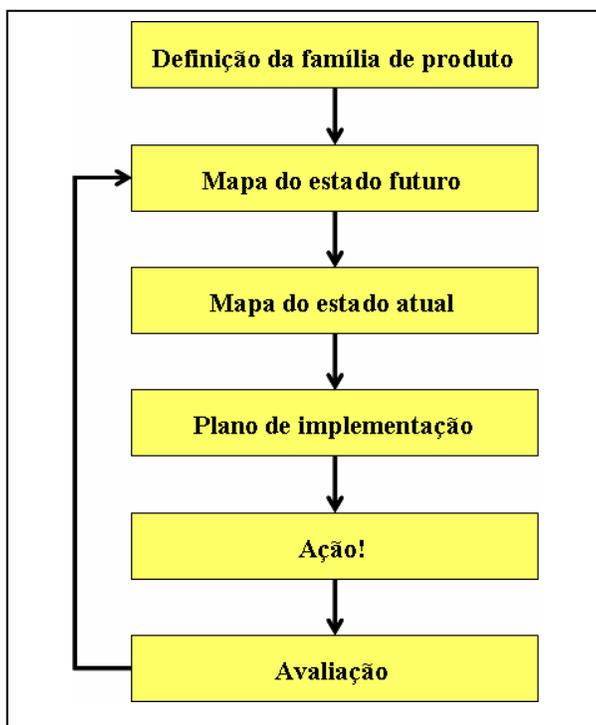


Figura 2.8 - Mapeamento do fluxo de valor (Adaptado Liker, 2005).

2.3.2 Exemplo de Aplicação do Mapeamento

Como exemplo de utilização de técnicas e métodos do pensamento enxuto no processo produtivo. Neste trabalho explora-se a utilização do mapeamento do fluxo de valor de um conjunto evaporador, utilizado nos refrigeradores domésticos, podendo ser observado na Figuras 2.9 e 2.10, “Mapeamento atual e futuro”. Pode-se notar a aplicação e utilização da ferramenta de mapeamento, ressaltando-se que os dados foram alterados para manter a integridade da empresa pesquisada, mas a evolução do caso foi acompanhada no período de alguns meses e vem contribuir didaticamente por se tratar de caso positivo e real.

Para melhor compreensão, citamos as características gerais e operacionais da empresa onde ocorreu o estudo de caso. A Figura 2.9, denominada “Fluxo da cadeia de valor - atual” tem os seguintes dados referentes à relação fabricante e cliente (neste caso o conjunto é fabricado na estamperia e enviado ao cliente interno que é a linha de

montagem): quantidade média vendida é de 588 peças / dia, o lote de entrega é empurrado para a linha e a previsão de vendas do produto final é mensal com pedidos diários.

O fluxo de materiais; as etapas de produção são cortar a chapa em uma máquina automática que está acoplada a outra máquina que conforma a chapa cortada na seqüência, em seguida faz-se uma montagem, solda e, por fim, cola-se uma resistência no conjunto. São quatro postos com quatro operadores e através do mapa, pode-se observar a geração dos estoques em processo. O maior tempo de ciclo ocorre na máquina de conformar chapa. A mesma ainda possuía o maior tempo de troca de ferramenta, além de uma eficiência próxima de até 80%. A disponibilidade de dois turnos significava 59.256 segundos para trabalhar.

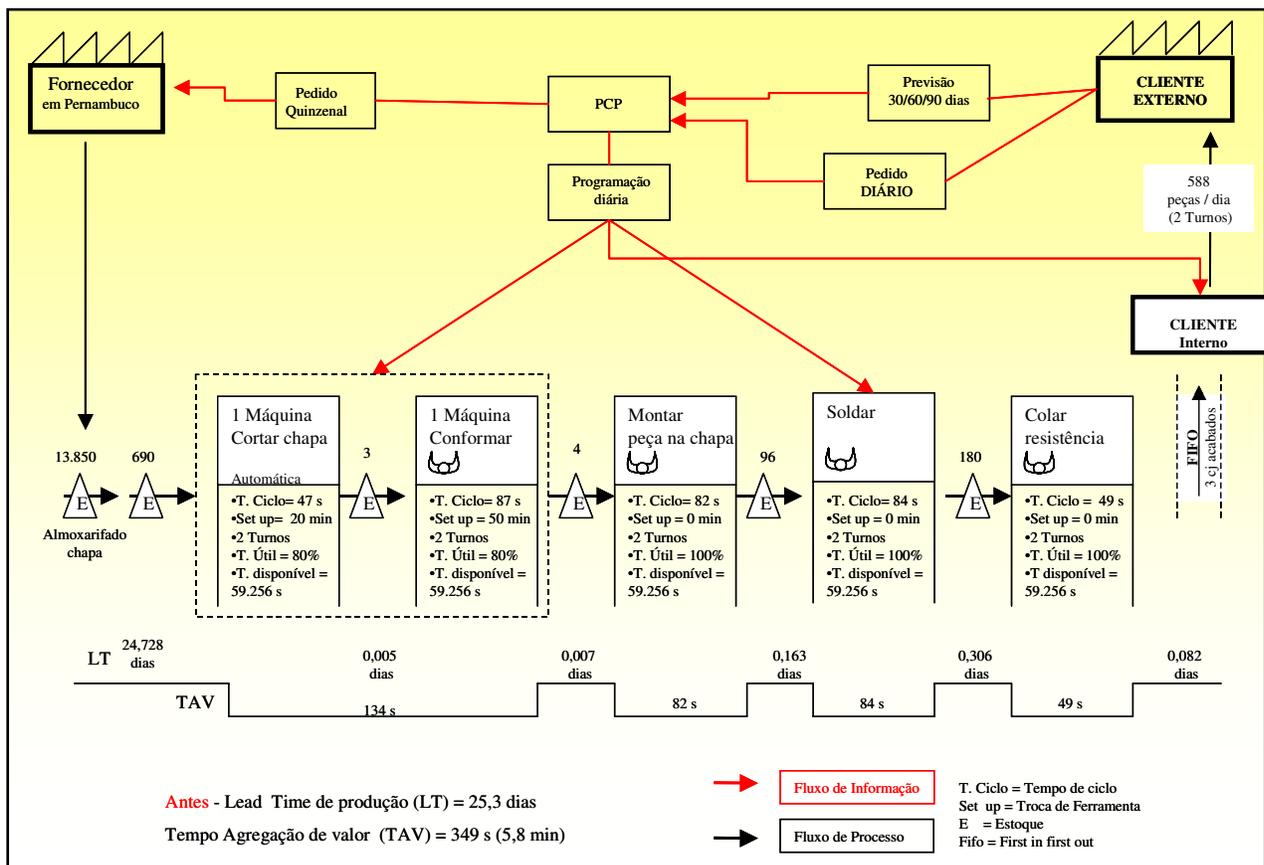


Figura 2.9 - Fluxo da cadeia de valor – atual.

O fluxo de informações e o sistema produtivo dependem da informação do programa de produção diária. Os conjuntos no final do processo são depositados em uma esteira que

alimenta a linha de montagem. Neste caso são duas famílias de produtos e somente uma máquina de conformação de chapa. A relação de suprimentos ao fornecedor é crítica devido à distância do fornecedor que faz entregas semanais e os pedidos são normalmente feitos a cada quinzena.

No mapa da situação atual observa-se que o *lead time* de produção baseado nos estoques de materiais, chega ao valor de 25 dias contra 349 segundos de tempo de agregação de valor no conjunto estudado. Partindo do princípio da melhoria contínua foi feito um novo desenho ou mapa (Figura 2.10) chamado de Fluxo da cadeia de valor – futuro I. Neste novo mapa tinha-se como meta reduzir dois terços do *lead time* de produção e manter o tempo de agregação de valor. Imaginou-se também implementar uma célula de manufatura para as três últimas operações: montar, soldar e colar, mantendo-se a mesma quantidade de pessoas. Tinha-se em mente fazer com que a célula puxasse os carrinhos com peças já conformadas, além de reduzir em dois terços o estoque no início do fluxo de valor.

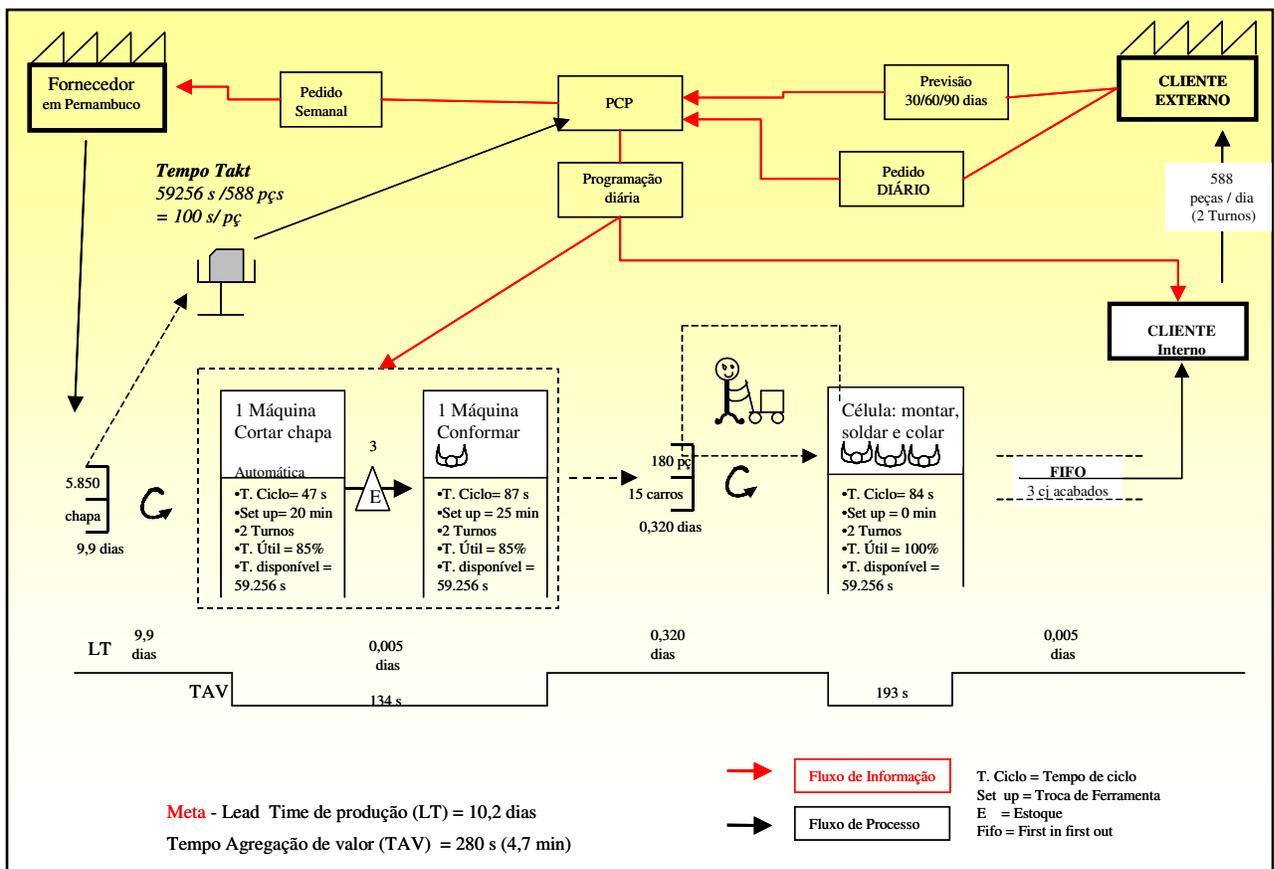


Figura 2.10 - Fluxo da cadeia de valor – futuro I.

Após implantado o mapa futuro I foi realizado um novo mapa (Figura 2.11) para constatar os resultados práticos obtidos conforme Tabela 2.3 de indicadores de desempenho do conjunto evaporador.

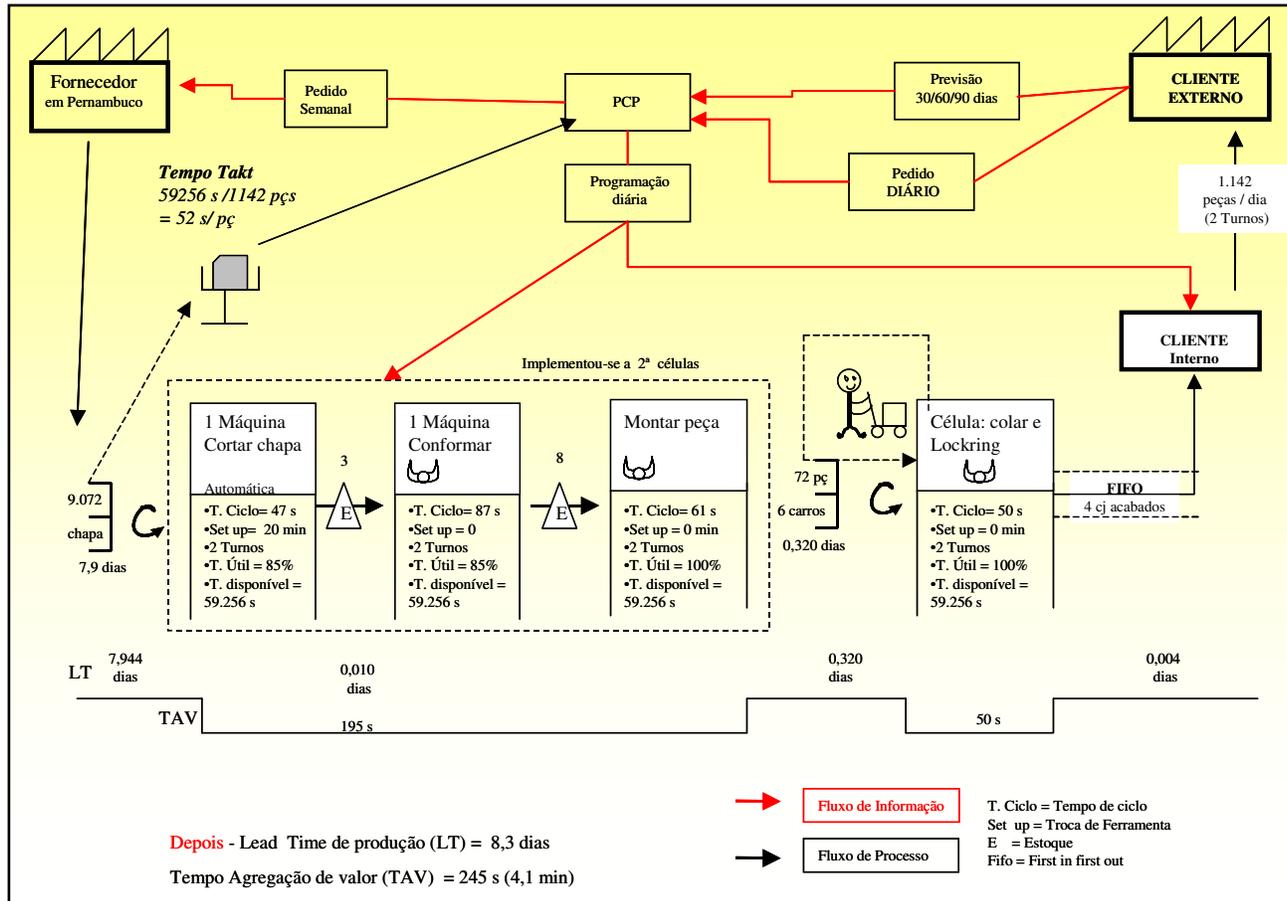


Figura 2.11 - Fluxo da cadeia de valor – futuro II.

Tabela 2.3 - Métricas de desempenho.

Métricas de Desempenho	Antes	Indicador	Depois	Melhoria
<i>Lead time</i> de produção (dias)	25,3	10,2	8,3	67 %
Tempo de agregação de valor (min)	5,8	4,7	4,1	29 %
<i>Set up</i> no gargalo (min)	50	25	0	100 %
Tempo útil do equipamento gargalo (%)	80	85	85	6 %
Número total de operadores (2 turnos)	8	8	6	25 %

A compra do segundo equipamento de corte e conformação de chapa favoreceu os bons resultados obtidos e o atendimento do crescimento da demanda de 588 para a necessidade de 1142 itens por dia. Desta maneira pode-se dedicar um grupo de máquinas para cada família de produto; a aquisição eliminou a necessidade de troca de ferramentas melhorando significativamente o fluxo contínuo. Houve uma disponibilidade de dois funcionários devido ao melhor aproveitamento do pessoal e, por conta também da substituição da solda pelo sistema de junção de tubos por pressão (anel de pressão), passou de um total de oito para seis funcionários, sendo eles aproveitados em outros postos de trabalho.

A aplicação da ferramenta de Mapeamento contribuiu para o aprendizado do pesquisador e demais membros da equipe e os detalhes são demonstrados no artigo: “Mapeamento da cadeia de valor na transformação de chapa” (Calado, Ruggiero e Cooper, 2003).

2.3.3 Tempo Takt

O *takt time*, também chamado de tempo takt é a frequência com que se deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo de vendas, para atender a demanda dos clientes. Calcula-se esse tempo takt dividindo-se o tempo disponível de trabalho por turno pelo volume da demanda do cliente por turno, Rother e Shook (1998). Para se obter o tempo disponível de trabalho deve-se subtrair os tempos de perdas, interrupções, *setups*, refeição e outras paradas se já previstas. Exemplo, quando se tem 27.600 segundos disponível sobre

uma demanda do cliente de 460 peças se obtêm um Tempo Takt igual a 60 s/peça (Rother e Shook, 1998 e Steve, 2000).

Utiliza-se o tempo takt para sincronizar o ritmo de produção com o de vendas, ou seja, adaptar o sistema de produção à demanda do cliente. Produzir de acordo com o *takt time* envolve esforços para a organização em diferentes aspectos, dentre os quais fornece respostas rápidas para os problemas; eliminação de problemas; eliminar as causas de paradas de máquinas não planejadas; eliminar tempos de troca em processos posteriores; disponibilidade de material no tempo, quantidade e local desejado e a garantia de padrões mínimos de qualidade.

Quando se produz acima das necessidades, devido a problemas existentes ou cumprimento de metas, pode-se ocorrer perdas e interrupções que fogem ao controle e involuntariamente causam uma ociosidade dos recursos e um desbalanceamento do sistema produtivo. Deve-se produzir na mesma velocidade de vendas e, quanto mais se reduz as perdas, pode-se, através de metas e implementações de ações de melhorias, produzir mais com os mesmos recursos e resultar no aumento da competitividade.

O tempo takt implementado fornece um número de referência que traz uma noção do ritmo em que cada processo deve produzir e ajudará a enxergar como as coisas estão indo e o que precisa ser feito para melhorar (Rother e Shook, 1998). As vantagens da utilização do tempo takt no programa diário de produção são claras para os profissionais de pensamento enxuto que têm a pretensão de produzir de acordo com uma programação nivelada, sem perdas e interrupções no processo produtivo, fluindo conforme a necessidade do cliente.

Nas situações em que existem grandes máquinas, por exemplo, que estão projetadas para produção em grandes lotes, fica difícil manter um fluxo contínuo. Geralmente se criam estoques em processos para não haver interrupção no fluxo. Quando uma empresa resolve adotar por completo o pensamento enxuto, deve-se procurar adquirir equipamentos adequados ou modificar os existentes com o conceito baseado na produção tendendo a pequenos lotes, ou seja, pequenas máquinas. Se bem aplicadas as práticas e métodos enxutos pode-se, com baixos investimentos e com criatividade, obter um fluxo contínuo e conseqüentemente obter ganhos consideráveis como:

- menor estoque em processo;
- redução no *lead time*;

- redução do *scrap* e retrabalho;
- disponibilizar espaço físico;
- maior flexibilidade e
- menor tempo de resposta.

2.3.4 Valor Agregado

Valor é uma palavra de difícil definição. Varia muito a concepção de valores, mas pode-se dizer que a cadeia de valor de uma manufatura é o conjunto de todas as ações específicas e necessárias para se fabricar um produto. Das várias atividades, o transporte, por exemplo, agrega valor de lugar ao produto e tem como característica principal o menor custo, velocidade e segurança. O transporte se faz necessário para movimentar a matéria-prima e o produto acabado, mesmo assim, dependendo do caso, o transporte pode não agregar valor, mas ser necessário naquele momento; já o estoque, elemento regulador entre atividades de transporte e fabricação agrega valor de tempo ao produto onde a manutenção do estoque deve ser cuidadosamente administrada para manter seus níveis os mais baixos possíveis e, assim como o transporte, pode em determinado momento ser considerado um fator não gerador de valor, mas necessário.

O valor em logística é expresso em termos de tempo e lugar. Significa que os produtos e serviços não agregam valor a menos que estejam sob posse do cliente quando (tempo) e onde (lugar) eles desejam consumi-lo e atividades com pouco valor agregado deve deixar de existir ou ser reduzida (Ballou, 2001).

Cadeia de valor são todas as fases ou ações para a produção de um produto ou prestação de serviço. A Figura 2.7 indica o que se pode denominar de “farol de agregação de valor”. Esta figura propõe uma priorização em relação às atividades verificadas em uma cadeia de valor. Na visão enxuta da cadeia de valor de bons processos e informações a cor vermelha do farol, 3ª categoria são ações que não agregam valor e devem ser reduzidas ou eliminadas, significa uma condição crítica e perigosa, pois pode envolver a saúde financeira da empresa. A cor amarela, 2ª categoria são ações que não agregam valor, mas são necessárias neste tempo e local, esta categoria é o estado de alerta onde podemos tratar como oportunidade de melhorar e, finalmente, a 1ª categoria está exemplificada pela cor

verde que significa atingir os objetivos dos acionistas, dos clientes, dos colaboradores e da sociedade por ser ações que agregam valor.

Quando se enxerga o valor, inicia-se um questionamento quanto às definições convencionais, começa-se a enxergar o fornecedor e o cliente de maneira participativa, principalmente na decomposição dos lucros. Assimilam-se algumas fórmulas simples, por exemplo: o menor custo, maior variedade de produtos, entrega que satisfaz, faturamento somente de coisas boas com garantia e, para isso, é preciso contar com a área de marketing, pesquisando e aproximando o produto do cliente (Womack e Jones, 1998).

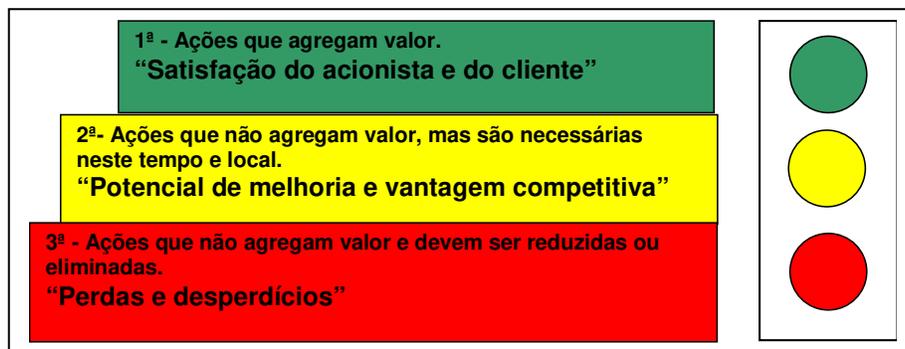


Figura 2.7 - Farol de valor agregado.

Conhecendo o valor verdadeiro do produto, aparecem as dúvidas e oportunidades. Com a análise do fluxo de informações e o fluxo de processo na manufatura, chega-se a uma visão sistêmica e abrangente com mais detalhes, facilitando as implementações de melhorias contínuas para redução ou eliminação dos desperdícios. Têm-se como objetivos, manufaturar com qualidade, vender e dar assistência permanente ao cliente; uma vez bem sucedido, conquistam-se novos clientes e vendem-se mais. E com a busca da perfeição, através do *Kaizen* e outras técnicas de produção enxuta, podem-se reduzir os custos, os preços e aumentar o volume com os mesmos recursos.

2.4. Célula de Manufatura

Rother e Harris (2002) definem célula como um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e método em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem

seqüencial, através do qual as partes são processadas em um fluxo contínuo. O *layout* físico celular com formato em “U” é conhecido e aplicável em indústrias e escritórios de serviços, mas existem vários *layouts* celulares para se produzir pequenos lotes com processo seqüencial e fluxo contínuo sem interrupções.

A constante melhoria dos *layouts* na fábrica tem como objetivo: reduzir os custos, aumentar a qualidade, melhorar a flexibilidade, reduzir o tempo de resposta, reduzir o *lead time* e gerar a agilidade, pois são ações-chaves para ser competitivo nos dias atuais, desde que venham somadas às normas de segurança. Assim sendo, nessa busca há a necessidade de uma gestão adequada dos recursos e arranjos produtivos nas organizações.

Célula de Manufatura Agrega Valor

A melhoria contínua tem a pretensão de eliminar o que não agrega valor, ou seja, eliminar as perdas e desperdícios para ficar apenas com o valor real. O que de fato agrega valor deve ser produzido e desta forma se resulta na criação de uma visão sistêmica focada em redução de custos industrial gerando um melhor fluxo visual. Quando se quer uma manufatura voltada à redução dos desperdícios é conveniente implementar as células de manufatura, pois suas características são: reduzir transportes, *setup* e estoques em processo. É possível encontrar exemplos da aplicação de células, comparado às linhas de montagem em que as economias chegam a relevantes diferenças percentuais. Além da redução dos lotes, às vezes se bem projetado, o sistema de célula de manufatura pode em muitos casos chegar até ao fluxo de uma peça por vez. Aplicam-se as células de manufatura em grupos de máquinas ou postos manuais, mas geralmente é mais fácil reduzir os desperdícios e perdas nas atividades manuais, pois a gama das atividades que não agregam valores é maior na montagem.

O desenho do mapa da cadeia de valor se torna importante em muitos casos para visualizar e conseguir enxergar a planta com seus processos de produção e informações do início ao fim e posteriormente pode-se redesenhar o mapa. A expectativa do novo mapa é conseguir atingir o fluxo de uma peça por vez ou com lotes super reduzidos. O fluxo unitário de peça é a meta a ser perseguida, dentro do *takt time* que o cliente determina. Desta maneira pode-se dizer que não é bom gastar dinheiro em grandes quantidades para produzir lotes, pois lote é um mito. Se tiver que investir em novos equipamentos, Rother (1998)

sugere que antes se reveja o projeto do sistema de manufatura existente. Deve-se perguntar quais as necessidades, requisitos, parâmetros e estratégias que farão nosso negócio ganhar dinheiro em épocas difíceis de grandes concorrências e muitas exigências e com o menor investimento.

Para Suh (1990), um bom projeto de fabricação só é competitivo se o sistema de manufatura for bem projetado. As necessidades funcionais são estabelecidas e devem ser seguidas. Quando uma cadeia de produção esta organizada para produzir em grandes lotes e os clientes insistem em ser atendidos em pequenos lotes e variedade como se tivesse um sistema enxuto, flexível e confiável, as conseqüências podem ser enxergadas, se analisar com metodologia apropriada o sistema de produção. O produto não flui, interrompe-se o fluxo devido aos obstáculos como alto tempo de *setup*, parada de máquina, má qualidade, processo com erro, alto nível de estoque, falta de material, etc. Quando o conjunto do meio externo não está em harmonia com o sistema de manufatura, se faz necessário re-projetar a fábrica, rever as necessidades funcionais, definir os parâmetros do projeto, aprender a enxergar o fluxo agregador de valor e eliminar os desperdícios (Black, 1998 e Rhoter, 1998). As companhias investem na ampliação dos estoques de produtos acabados, constroem centros de distribuição para conseguir atender os seus clientes. É necessário estarmos continuamente melhorando o layout e o sistema produtivo, pois o estoque excedente a necessidade do sistema produtivo é um desperdício e portanto não agrega valor.

Layout sem Estoque

Um dos objetivos da revisão do *layout* das máquinas e equipamentos é buscar o melhor fluxo de produção com a menor quantidade de estoque em processo para aumentar eficiência da produção e é uma oportunidade de melhorar as condições de trabalho dos operadores. O operador é quase sempre um grande conhecedor do ambiente fabril. Quando houver mudanças nos locais de trabalho, as pessoas devem ser envolvidas, por exemplo, se um funcionário indireto de uma organização chega na segunda-feira e encontra sua mesa de trabalho, seu computador e outros pertences do outro lado da sala sem ao menos ser comunicado e participado da mudança, simplesmente haverá uma resistência ao novo arranjo físico e a insatisfação é imediata.

Tecnologia de Grupo

Tecnologia de grupo (TG) é uma técnica que identifica as semelhanças de peças, equipamentos e processos. A tecnologia de grupo nasceu da necessidade de identificar as famílias de produtos e aumentar a produtividade das indústrias que produzem uma grande variedade de peças em lotes pequenos e médios. Uma família de produtos é um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos a atividade de classificação das famílias de produtos antecede a definição da célula de manufatura (Rother e Harris, 2002).

Padrão de Trabalho

A folha de trabalho padrão é uma informação clara, visível e objetiva que contém dados importantes para garantir a qualidade do serviço. Nela se encontra o tempo de ciclo para executar a atividade e seqüência do trabalho.

As folhas de trabalho convencionais são denominadas de várias maneiras conforme a decisão da empresa: folha de instrução de trabalho, folha de processo de montagem, folha de processo, roteiro de montagem ou fabricação, etc. Pouco visível, carregadas de detalhes, chegando a ponto de em muitos casos ter duplicidade de informação. A consequência tem sido que os operadores e chefes nas produções não lêem, além de tomar muito tempo dos técnicos e engenheiros na elaboração e manutenção. Quando se busca a simplicidade para dar a devida manutenção ao menor custo e tempo, geralmente esse importante documento é menos complexo com informações fundamentais de maneira simples e enxuta (Ohno, 1997 e Rother, 2002).

2.5 Ferramentas Básicas para a Reorganização

Produzir de acordo com o *takt time* parece simples, mas não é, pois todas as áreas devem fazer um esforço muito grande para fornecer respostas rápidas para os problemas apontados (Gerenciamento da rotina); eliminar as causas de paradas não planejadas das

máquinas (*TPM*); reduzir tempos de troca em processos posteriores (*SMED*); colocar o material à disposição na hora, em quantidades e local desejado (*Kanban*); além de assegurar a qualidade desse material (*CEP*).

Como sugestão de ferramentas pode-se utilizar o gerenciamento da rotina para solucionar os problemas de qualidade, a manutenção produtiva total para diminuir as paradas de equipamento, a troca rápida (*SMED*), o sistema *Kanban* e o controle estatístico de processo para melhorar e assegurar a qualidade. A meta do modelo fabril é produzir lotes menores de produção e aumentar ainda mais a flexibilidade na manufatura. Portanto, pode-se, logo após o mapeamento, fixar os esforços em definir um *takt time* e ter em mente as cinco ferramentas citadas acima para poder projetar um mapa do futuro que realmente agregue valor com fluxo contínuo e, se possível, atinja a condição de fluxo de uma peça.

Para se atingir os objetivos estabelecidos desta pesquisa é necessário alguns conhecimentos básicos como; Técnica de medida de trabalho, Balanceamento, *Kanban* e Troca rápida de ferramentas. Ferramentas citadas na estruturação do Sistema Toyota de Produção.

2.5.1 Técnica de Medida de Trabalho

Podemos citar algumas técnicas de medida de trabalho como tempos históricos, estimados e calculados, cronometrados (estudo de tempos), dado padrão, tempos pré-determinados (*MTM* é *Methods-Time-Measurement*) e até amostragem do trabalho. Nesta pesquisa foi escolhido o estudo de tempos com auxílio da filmagem.

Estudo de Tempos

Mundel (1966) definiu o estudo de tempos ou trabalho como um estudo e análise cuidadosa de uma execução mediante a observação de uma amostragem intensa, seguida por uma síntese dos dados obtidos e definindo um tempo padrão. O estudo de trabalho de Taylor também se denomina estudo de tempos e possui duas fases: a analítica e a construtiva. A fase analítica pode ser descrita como divisão da operação em elementos; seleção dos elementos; seleção dos operadores com habilidade; descrição dos elementos e seu respectivo tempo; definição dos atrasos inevitáveis; definição do fator de nivelamento e

da fadiga pessoal. A fase construtiva pode ser resumida em padronização de elementos, definição do tempo padrão e definição do método.

Estudo de tempos é das medidas da manufatura a mais importante para estabelecimento dos tempos padrões e tem como propósito auxiliar na programação de produção, definição de custos industriais, objetivos e tempos de produção, definição dos recursos de mão de obra, equipamentos, comparação e melhorias dos métodos, divisão do trabalho em grupo seqüenciado. Serve também como base para pagamento de prêmios de produção.

Barnes (1967) descreve quatro objetivos para o estudo de tempos: 1. desenvolver o método preferido – projeto de método. 2. padronizar a operação – registro do método padronizado. 3. determinar o tempo padrão – medidas de trabalho e 4. treinar operadores. Utiliza-se o estudo de tempos para melhorar os métodos, incrementar a eficiência, padronizar operações, estabelecer padrões de tempo e registrar as condições de trabalho.

Estudo de Tempos com Filmagem dos Elementos

A filmagem auxilia na compreensão do método de trabalho e é de grande ajuda para prover com exatidão os tempos durante a operação e oferece o benefício que permite esclarecer dúvidas e verificar falhas durante a execução do trabalho. Deve-se filmar a operação do início ao fim sem interferir no método atual. Para facilitar o trabalho de análise pode ser utilizado um vídeo cassete que tenha o recurso de contador de tempo transcorrido, dessa forma se dispensa o uso de cronômetro. Com um formulário semelhante à folha de cronometragem, descreve-se a seqüência de elementos e seus respectivos tempos.

Quando se utiliza o cronômetro convencional, pode-se optar pela cronometragem contínua, repetitiva (retorno a zero) ou acumulativa. No caso da filmagem é comum utilizar a cronometragem contínua, filmando-se do primeiro até o último elemento. Completa-se a operação, em seguida, sem interromper a filmagem, registra-se a segunda operação até o analista julgar suficiente. Pode-se mensurar a quantidade de ciclos necessários através de métodos que indiquem o grau de confiança dos tempos. Posteriormente se analisa o filme e escolhe a operação que está mais próxima da realidade do dia-a-dia conforme julgamento (Calarge e Calado, 2001).

Utilização da Filmagem

Os pesquisadores de melhorias no tempo de troca de ferramentas e os projetistas de melhorias em postos de trabalho, usuários do MTM (Sugai, 2003), utilizam a técnica de filmagem por motivos como praticidade, condições de repetibilidade, forma de demonstrar facilmente aos envolvidos e lideranças a realidade pesquisada. O recurso tecnológico não descarta a capacidade técnica do analista, mas contribui para a qualidade dos serviços e elaboração dos novos métodos de trabalho.

A técnica convencional de fazer o estudo de tempos com cronômetro recomenda-se a aplicação de métodos estatísticos ou práticos com tomadas de ciclos de operação até atingir 95% de nível de confiança e um erro relativo de mais ou menos 5%. As respectivas fórmulas e exemplos são demonstrados por Barnes (1967). Este método estatístico pode ser aplicado no estudo de tempos com a filmadora, mas nem todos os analistas verificam a porcentagem de confiança de seus estudos, fato pela qual pode se comprometer o trabalho de análise.

Avaliação de Ritmo

A avaliação de ritmo do operador depende da habilidade e conhecimento específico do analista, sendo esta fase de vital importância para o estudo. Esse sistema é composto de quatro fatores: habilidade, esforço, condições e consistência. É possível aplicar o fator de ritmo através da análise de filme, mas é difícil para o analista iniciante a classificação dos fatores se o mesmo não possuir habilidade em avaliação de ritmo.

2.5.2 Balanceamento

Denominamos a distribuição de atividades conforme o *mix* e o volume produtivo de balanceamento que é o agrupamento dos elementos de trabalho por posto conforme critérios pré-estabelecidos e suas precedências. No caso do balanceamento de uma linha de montagem existente, Sugai (2003) descreve em cinco passos: seleciona as operações a serem estudadas; filma vários ciclos de cada operação; classifica os elementos e define os

tempos por elemento; registram-se os elementos de trabalho conforme sua seqüência na planilha e aplicam-se as devidas concessões.

Diante dos resultados obtidos com o balanceamento atual, pode-se verificar se o balanceamento da linha está compatível com o ritmo de produção desejado pelo cliente conforme o tempo *takt* e se a perda de balanceamento é satisfatória. O objetivo do balanceamento é igualar ou aproximar os valores de tempos por postos para assegurar a mesma capacidade produtiva por operação, evitando as perdas de balanceamento e o desperdício de tempo de espera enquanto outras operações são processadas na mesma linha. O objetivo é que todos os operadores, por posto, tenham o mesmo montante de tempo de trabalho e executem as atividades pré-definidas.

Mediante a um balanceamento atual não satisfatório se desenvolve um novo. Os fatores que levam a desenvolvê-lo são: ociosidade de tempo por operador decorrente da distribuição, potencial de melhorias no método e ou processo, tempos desatualizados, aumento ou diminuição do volume de produção, variação do *mix* desenvolvido e produção e outras particularidades da empresa. O novo balanceamento é desenvolvido com agrupamento dos elementos de trabalho por posto, mas redistribui os elementos conforme precedências até atingir o tempo *takt* calculado sem perda excessiva, ou seja, disponibilidade dos operadores.

Gráfico de Balanceamento do operador

Autores como Black (1998) e Duggan (2002), destacam que para balancear e redistribuir as atividades é necessário nivelar o programa de produção e em seguida balancear em função do *takt* time. Eles fazem o balanceamento com o olhar mais focado na variação de trabalho se preocupando com o fluxo contínuo de produção. A ferramenta que ajuda a balancear o trabalho por operador é o GBO. Podemos entender como um GBO - gráfico de balanceamento por operador que facilita enxergar os gargalos (Figura 2.12). Esta maneira de análise do trabalho antes e depois deixa mais visível o quanto os postos/operadores estão sobrecarregados ou ociosos. Duggan (2002), sugere não somar os elementos que são claramente desperdícios e fáceis de serem removíveis e sim eliminá-los no balanceamento novo. Há uma grande preocupação com o trabalho padrão, pois é a garantia da repetibilidade da condição para padronizar um método de trabalho. Outra

recomendação é não demitir a mão de obra disponível para evitar a falta de colaboração e desmotivação dos operadores. Um ponto importante é analisar o tempo e o método atual do operador de menor tempo e repetibilidade. Referente às concessões de fadiga do operador, demora, *scrap*, retrabalho e até variação do mix se acrescenta ao tempo de ciclo uma porcentagem que, em caso de montagens manuais, varia de cinco a oito por cento, denominando-se tempo ciclo planejado. Este valor de tolerância é diferente a cada empresa.

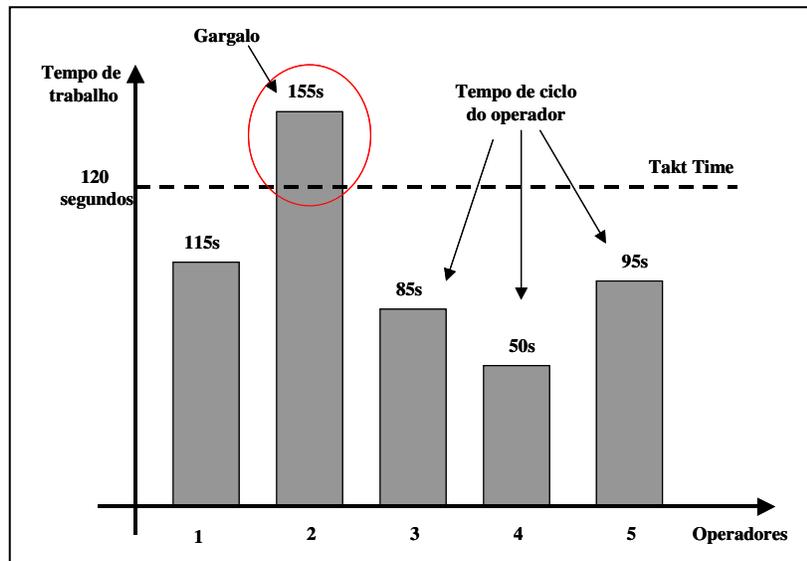


Figura 2.12 - GBO - gráfico de balanceamento por operador (adaptado de Duggan, 2002).

2.5.3 Kanban

A inovação e difusão de novas técnicas e métodos aplicados em fábricas de todo o mundo sugerem uma constante melhoria na filosofia de programação de suprimentos para estoque que, segundo Ballou (2001), é usada para proteger erros de previsão, problemas de paradas de equipamentos, entregas atrasadas do fornecedor e principalmente por gerar um sentimento de segurança no ambiente fabril. Mas quando se avalia o sistema como um todo e se quantifica, certifica-se que as perdas nos sistemas de manufaturas com altos estoques continuam gerando prejuízos que raramente são quantificados na íntegra. Conforme Monden (1984), o sistema de informação Kanban controla harmoniosamente as quantidades de produção em todos os processos e tem sido utilizado com frequência, quando se aborda a operação com o mínimo de estoque e gestão visual. Neste estudo de

caso optou-se em pesquisar e implementar o Sistema Kanban adequando à realidade da manufatura.

Ohno (1997) lembra que é ruim se ter o desperdício de superprodução e produzir para estocar. Sugere-se uma consciência da indústria moderna no combate aos altos estoques de matérias-primas, aos produtos semi-acabados e aos produtos prontos. Diante da necessidade do Sistema Toyota de produção, que é um meio para se produzir, Ohno desenvolveu e utilizou desde 1950 o Kanban que é, segundo Monden (1984), um meio para administrar melhor a produção.

A programação por Kanban sofre contínuas melhorias, pois o estoque trata de um passivo, onde Ballou (2001) descreve que cada esforço deve ser despendido para evitá-lo, pois nem sempre agrega valor, mas definitivamente agrega custo.

Super Produção

Quando se produz de forma antecipada ou rápida geram-se muitos problemas tais como: utilização desnecessárias de máquinas e recursos humanos; gasto antecipado de matéria prima e energia; ocupação de área com peças que não serão utilizadas no momento; defeitos descobertos muito tempo depois de sua produção; necessidade de peças urgentes e espera pelas máquinas para que acabem de produzir as peças que estão em processo.

O excesso de produção, somado à variação de *mix* e volume, é uma realidade das fábricas sujeitas a deixarem muitas pessoas paradas nas linhas de produção por causa da falta de uma simples peça, criando um clima de correria que pode resultar em produtos defeituosos. Com o cartão do Sistema Kanban é visível para o operador o que se deve produzir e sua respectiva quantidade por embalagem. Se as informações são imediatamente vistas por aqueles que precisam delas, tem-se uma série de benefícios: os operadores fazem seu trabalho com mais facilidade e motivação, elimina-se uma série de controles e planejamentos ineficazes (Rother, 1998).

O *layout* é mais eficiente quando se evita a super produção que é o maior dos desperdícios (Ohno, 1997). Dessa maneira, não há sentido produzir para estocar, portanto os engenheiros e gestores de negócios tendem a buscar alternativas para reorganizar o fluxo de processo. Para fixar este conceito podemos imaginar a economia doméstica, é cada vez

mais comum não se ter estoque de mantimentos para muitas semanas ou mesmo para muitos meses, a oferta tem que ser muito boa para se exceder a cota mínima que se está acostumado a consumir. Hoje em dia com a disponibilidade de meios de conserva e pontos de vendas de alimentos deixou-se de construir residência com despensa para estocar grandes quantidades produtos alimentícios. Até porque geralmente existem outras prioridades em que gastar ou investir os rendimentos familiares.

Regras do Kanban

Monden (1984) classifica cinco regras básicas para um bom Sistema Kanban. Essas regras servem como diretrizes na busca da melhoria contínua:

Regra 1: o processo seguinte deve ser: produtos do processo anterior na quantidade necessária e no momento correto. A montagem só puxa peça do estoque quando necessário e o cartão deve ir para a caixa de coleta de cartões Kanban.

Regra 2: o processo anterior deve produzir produtos para o processo seguinte nas quantidades retiradas por este. O operador da máquina não deve produzir além do especificado no cartão Kanban. Deve-se ter a quantidade certa por embalagem.

Regra 3: produtos defeituosos nunca devem passar para os processos seguintes. Entende-se que o estoque tem condição de uso, portanto deve-se garantir a qualidade das peças e zelar pela embalagem, acondicionando, movimentando e identificando corretamente.

Regra 4: o número de Kanbans deve ser minimizado. É responsabilidade da logística a diminuição do volume em estoque, mas a busca de melhorias deve ser meta da planta. Pode-se sempre diminuir o tamanho dos lotes, o tempo de processo e o número de Kanban.

Regra 5: o Kanban deve ser usado para suportar pequenas variações na demanda. A principal vantagem do Kanban é a adaptabilidade quando há as variações repentinas na demanda. Quem utiliza o Kanban não precisa de um programa detalhado para cada máquina.

Kanban e o Takt Time

Para Rother (1998) e Steve (2000), o *Takt time* é o tempo em que se deve produzir uma peça favorecendo o sincronismo junto ao cliente, dando a noção do ritmo em que cada processo produzirá, sem interromper o fluxo ou criar pulmões de peças entre os processos. A alternativa adotada em muitas manufaturas, quando se tem restrição de processo, é a criação de estoques entre cada etapa para tentar conter a interrupção no fluxo. Ohno (1997) considera o Sistema Kanban como um instrumento para manusear e garantir a produção *Just-in-time*. Ele contribui para garantir peças conforme o *Takt time* do processo posterior; soluciona problemas de fluxo interrompido e conduz à obtenção de ganhos consideráveis e mensuráveis.

Os possíveis ganhos podem ser enxergados com a aplicação inicial do mapeamento da cadeia de valor, que se torna importante em muitos casos para visualizar a planta com seus processos de produção, informações do início ao fim e, posteriormente, pode-se re-projetar o sistema de manufatura com um novo mapa para identificar se a implantação do Kanban é adequada e relevante.

2.5.4 Troca Rápida de Ferramentas – SMED

A diminuição dos tempos de preparação de equipamentos tem sido colocada por Shingo (1996) como um importante passo no aumento da eficiência do sistema produtivo e ganho de competitividade para as empresas. Dentre tais benefícios, pode-se citar como principais: redução dos tempos totais de fabricação, redução do tamanho dos lotes processados, produção de vários tipos de produtos em uma mesma jornada, redução dos custos de fabricação e redução dos tempos de entregas de pedidos, atendendo assim mais prontamente à demanda do mercado.

Tais tempos de preparação de equipamentos, também comumente conhecidos como tempos de *setup*, envolvem a paralisação das operações de processamento de um equipamento, implicando em um aumento dos tempos inativos dos mesmos, caracterizando-se assim como atividades que não agregam valor ao produto e/ou processo, mas trazem acréscimo de custos aos mesmos. Verifica-se que os gestores e técnicos dos sistemas de produção têm buscado enfatizar continuamente a adição de valor ao produto e/ou processo, através de melhorias que busquem eliminar desperdícios ou atrasos destes sistemas, estruturando as empresas para produzir segundo a demanda do cliente em um

ritmo adequado com um mínimo de inventário, atuando com agilidade e flexibilidade nas mudanças segundo as necessidades.

No entanto, a redução dos tempos de *setup* não se caracteriza por um processo fácil de se implementar, pois implica em um alto grau de comprometimento e envolvimento da alta direção, além de muita aplicação, determinação e dedicação da força de trabalho de uma organização.

Nesse contexto, Shingo (2000), cujo trabalho iniciado na década de 1950, na *Toyota Motor Company* do Japão, despertou a atenção dos envolvidos com os sistemas de produção para importância de se combater os desperdícios relativos aos tempos improdutivos no *setup* de equipamentos, resultando em uma importante técnica denominada SMED (*Single Minute Exchange of Die*), tornando-se um dos pilares do denominado STP. A seguir serão descritos os principais conceituais da técnica do SMED, também conhecida aqui no Brasil como TRF (Troca Rápida de Ferramenta).

O Conceito do SMED

O conceito do SMED pode ser definido como: “... mínima quantidade de tempo, necessária para mudar de um tipo de atividade para outro tipo de atividade. A meta é reduzir o tempo da troca de forma que se tenha um mínimo de tempo necessário para os requisitos da próxima atividade...” (Shingo, 2000). Assim, O SMED consiste em conceitos básicos que podem ser aplicados para qualquer atividade que vise à redução do tempo de troca de ferramentas, podendo-se citar como principais etapas:

- definição do processo atual de troca de ferramentas
- minimização do tempo de parada através da preparação e organização
- redução dos tempos internos através da melhoria de métodos e práticas
- redução do tempo total através de melhorias contínuas no processo
- execução de medições e acompanhamentos constantes

Segundo Shingo (2000), quando fora contratado para reduzir o tempo na troca de matriz em uma prensa de 800 toneladas, na qual se gastavam mais de 3 horas para preparação, notou que o operador da máquina havia demorado muito tempo para localizar e cortar um parafuso que fixava a matriz. Num outro caso durante os anos 60, na *Toyota Motor Company*, uma prensa de 1000 toneladas demorava 4 horas para a completa troca de

matriz, sendo que uma prensa similar na Volkswagen da Alemanha tinha sua troca de matriz feita em 2 horas. Durante seis meses de trabalho conduzidos por Shingo, depois de várias tentativas conseguiu-se reduzir o tempo de troca para 1 hora e meia, sendo que foi exigido pela direção da empresa que a troca de matriz se realizasse em menos de 10 minutos, nascendo daí a expressão *Single Minute Exchange of Die (SMED)*, ou em outras palavras, “troca de matriz em dígito único de minuto”.

A Importância dos Elementos para o SMED

Shingo (2000) analisa os elementos que trata como atividade externa e interna para reduzir o tempo de troca de ferramentas. Essa ação entre outras etapas de análise e melhoria se denomina SMED, pertence a um dos pilares do conhecido Sistema Toyota de Produção. No caso de um estudo de troca rápida de ferramentas, os elementos externos são aqueles que podem ser executados com o equipamento em funcionamento ou o processo em andamento e os elementos internos são todos aqueles elementos que, para serem executados, o equipamento não pode estar em funcionamento ou o processo em andamento (Calarge e Calado, 2001).

SMED na TOYOTA

Através destas observações no início dos anos 50, Eiji Toyoda e o engenheiro chefe da produção na companhia Taiichi Ohno, chegaram à conclusão que o sistema de produção em massa dificilmente teria sucesso no Japão, pois o mesmo não tinha a capacidade de responder às necessidades de se produzir pequenas quantidades de bens com um *mix* variado, aspectos estes necessários dado o contexto do país na época que apresentava uma demanda muito baixa do mercado consumidor. Além disso, verificava-se que a concorrência e competitividade eram determinadas pela capacidade de satisfazer demandas curtas e variadas de mercado.

Exemplificando tal situação, o Japão pós II Guerra Mundial, que tinha priorizado os setores base da economia (siderurgia, máquinas, bens de produção, etc.), apresentava uma indústria automobilística com desempenho sofrível, estando a produção situada no patamar de 32.000 unidades no ano de 1950 e passando para 69.000 unidades no ano de 1955. Além

disto, a Toyota em 1949 quase veio à falência, sendo salva por um acordo bancário que estipulava que a empresa deveria ajustar a quantidade de carros produzidos à quantidade de carros efetivamente vendidos (Coriat, 1994).

Em face de tal conjuntura, Taiichi Ohno iniciou o desenvolvimento de um sistema de produção que fosse capaz de atender às necessidades do mercado interno, almejando ao mesmo tempo que a Toyota pudesse vir a se tornar uma grande fabricante de automóveis com uma variedade de novos modelos. Dá-se início assim ao Sistema de Produção Toyota, que se caracteriza nos dias atuais por ser um sistema integrado que se baseia na redução de custos e tempos de fabricação, sendo projetado para otimizar a utilização de recursos da corporação através de medidas que melhorem continuamente o processo produtivo e eliminem as perdas (denominada de *muda* em japonês). O conceito de perda está associado às atividades que não contribuam para agregar valor aos produtos e/ou processos, citando como exemplos: excessivo manuseio de peças, tempos ociosos, inventários, áreas de retrabalho e contenção de defeitos, etc.

Uma das medidas para eliminar perdas iniciou-se com as inovações desenvolvidas na Toyota por Shigeo Shingo que possibilitou interromper a produção e trocar as ferramentas rapidamente, diminuindo assim os tempos de *setup* de um equipamento. Isto representava um avanço, haja vista que a situação estabelecida no passado implicava em encarar os tempos de *setup* como um tempo fixo, o qual deveria ser executado por um operador ou por um técnico preparado especificamente para esta atividade. Buscava-se assim aumentar o tamanho dos lotes para diluir este tempo de *setup* na produção total do lote, reduzindo o custo unitário por peça, mas criando grandes inventários em processo e longos tempos de fabricação.

Etapas do SMED

Após definição do SMED nos resta descrever as cinco etapas que o constitui. Quanto às características de cada etapa estão descritas com detalhes na literatura de Shingo (2000).

Etapa 1 - definição e caracterização do atual processo de troca de ferramentas.

Etapa 2 - minimização do tempo de parada através da preparação e organização.

Etapa 3 - redução de tempos internos pela melhoria de métodos e práticas.

Etapa 4 - redução do Tempo Total através de melhorias contínuas no processo.

Etapa 5 - medições e acompanhamentos constantes.

Comentários finais

Neste capítulo, discute-se o fator competitividade, relata-se os números de acidente de trabalho, apresenta-se os conceitos do SPE sob o ponto de vista de autores como Liker, Womack e outros, compara-se o sistema empurrado com o sistema de produção puxado e menciona-se as regras, princípios e relevantes técnicas e métodos utilizadas na aplicação dos conceitos de Manufatura Enxuta na indústria de manufatura de peças plásticas. Entre as técnicas, descreve-se os conceitos do Mapeamento do Fluxo de Valor, que através de desenho dos fluxos de informação e processo ajuda a enxergar as oportunidades, ou seja, os desperdícios do sistema produtivo de forma simples e metodológica. As ferramentas como Kanban, estudo de tempos e outras são conhecimentos fundamentais para análise em reorganização de um fluxo produtivo e *layout*. No capítulo seguinte aborda-se a metodologia de pesquisa e apresenta-se o ambiente pesquisado, neste caso, uma indústria de eletrodomésticos.

Capítulo 3

Metodologia e Ambiente da Pesquisa

Este capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia de pesquisa utilizada para implementar uma mudança de *layout*, baseando-se na gestão de produção voltada às aplicações dos conceitos da Produção Enxuta.

3.1 Metodologias de Pesquisa

Conforme Gil (1989), temos três tipos de pesquisas: a pesquisa descritiva na qual a descrição dos fatos é feita de maneira específica; a explicativa em que são verificados os fatores que interferem nos fatos; e as pesquisas exploratórias, utilizadas neste trabalho, que buscam explicitar o problema ou construir hipóteses. O pesquisador se embasa nas bibliografias específicas ao tema pré-estabelecido.

Quanto ao método de procedimento adotou-se a estratégia de pesquisa denominada de pesquisa-ação, tendo a participação das pessoas de forma comprometida com o objeto de estudo. Os participantes são técnicos e operadores experientes e usuários do próprio processo de manufatura pesquisado e modificado.

“Pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo” (Thiollent, 2002).

O pesquisador controla e planeja as ações nos processos de manufatura definindo os trabalhos a serem realizados, sempre que possível em equipe. Neste trabalho há a necessidade do repasse do aporte de conhecimento específico do pesquisador para os participantes durante todas as fases do estudo. A cooperação dos participantes, a experiência no processo e o ambiente vieram a contribuir diretamente com o resultado deste estudo.

É importante não confundir estratégia de pesquisa, abordagem de pesquisa e método de coleta de dados. A estratégia de pesquisa pode ser por estudo de caso que investiga um fenômeno; por pesquisa de avaliação (*survey*) que estuda a causa e o efeito sobre as variáveis; ou, ainda, por pesquisa de experimento que estuda a causa-efeito de variáveis independentes.

A pesquisa-ação interage junto aos membros da situação investigada em que a diferença entre as estratégias de pesquisa (Figura 3.1) é a ênfase dada à perspectiva dos indivíduos participantes da situação – abordagem qualitativa – e à enumeração e quantificação de variáveis – abordagem quantitativa (Moreira, 2004).

Quanto à estruturação, a pesquisa-ação pode ser composta por doze fases: 1. a da pesquisa exploratória; 2. do tema da pesquisa; 3. da colocação dos problemas; 4. do lugar da teoria; 5. das hipóteses; 6. do seminário; 7. do campo de observação, amostragem e representatividade qualitativa; 8. da coleta de dados; 9. da aprendizagem; 10. do saber formal e informal; 11. do plano de ação e 12. da divulgação externa. Embora nem sempre seja necessário seguir essa exata ordem, essas fases direcionam a pesquisa (Santiago, 2002).

Na fase exploratória se diagnostica a realidade do campo de pesquisa. Estabelece-se a partir dela, um primeiro levantamento da situação, dos problemas de primeira ordem e de eventuais ações. O diagnóstico, portanto, vai localizar o que falta no contexto investigado: conhecimentos, recursos, entre outras coisas. Então, após o levantamento das informações iniciais, pesquisadores e participantes se dedicam a estabelecer os principais objetivos da pesquisa. Objetivos que estão interligados aos problemas prioritários, ao campo de observação, aos atores e ao tipo de ação que se pretende focalizar no processo investigativo.

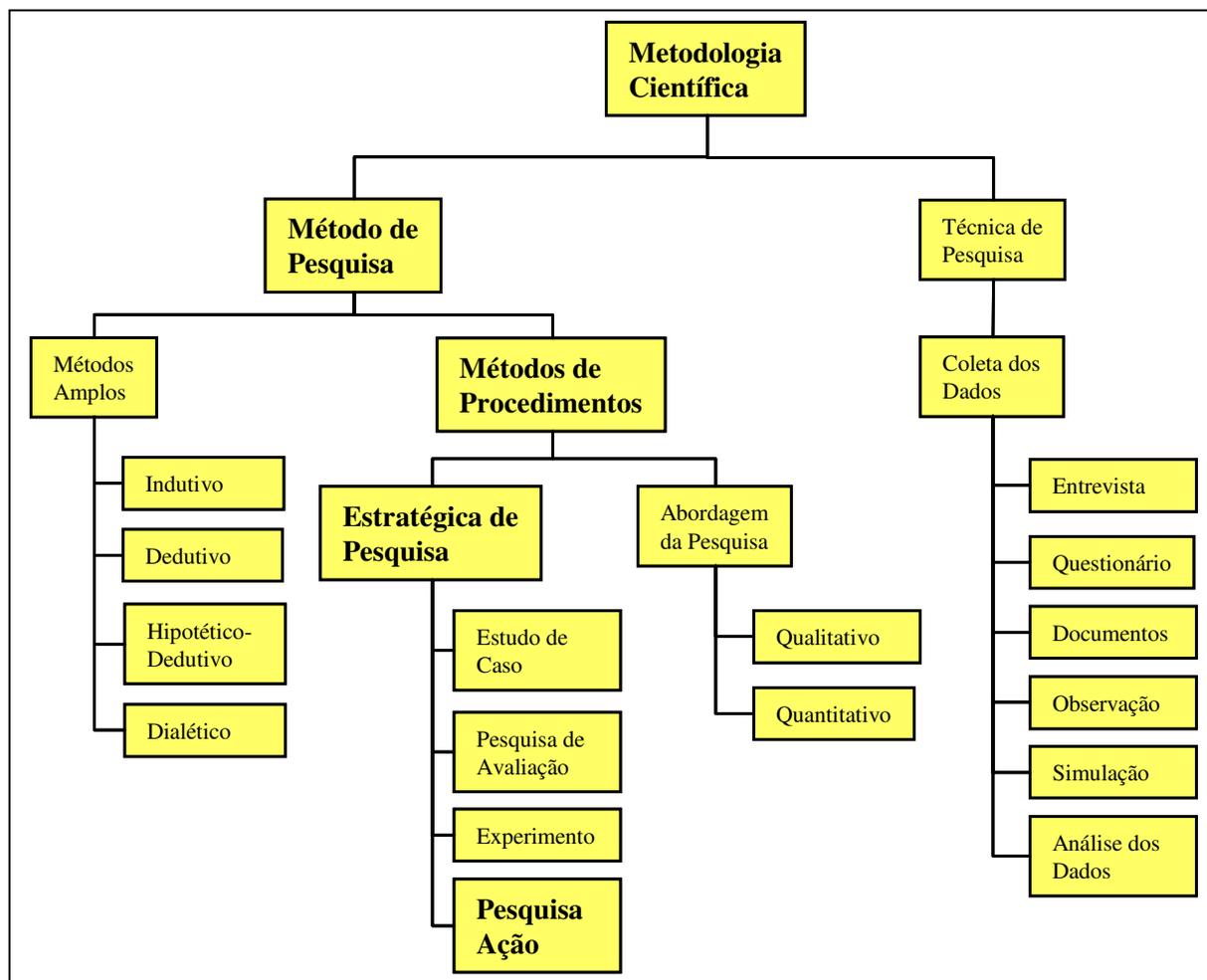


Figura 3.1 - Metodologia científica (adaptado de Martins, 1999).

A pesquisa-ação é normalmente confundida com consultoria. A diferença está em buscar a elaboração e o desenvolvimento do conhecimento teórico e, simultaneamente, buscar a resolução do problema de maneira prática, discutindo o tema com todos os envolvidos, fazendo-os participar de todas as fases da pesquisa. Desse modo, a pesquisa-ação tem sido conhecida como pesquisa participante. Surgiu no meio acadêmico desde os anos 40. Nos anos 80, têm-se evidências da difusão e utilização desse tipo de pesquisa em experiência de consultoria, com aplicação em diversas áreas de conhecimento como educação, comunicação, serviço social, administração e outras. Vergara (2005) relata vários exemplos de aplicações bem sucedidas: Museu Canadense, ONGs, indústria de cerâmica e até em instituição religiosa. Todas as pesquisas atingiram seus objetivos e são experiências que continuam contribuindo para os estudos acadêmicos.

Tema da Pesquisa

A definição do tema da pesquisa é o momento de designar o problema prático e a área de conhecimento a ser abordada. Na maioria das vezes, o tema é escolhido com base em compromissos assumidos entre a equipe de pesquisadores e os sujeitos da situação investigada. Assim, o tema deve tanto interessar aos pesquisadores como aos sujeitos envolvidos, para que todos desempenhem um papel eficiente no desenvolvimento da pesquisa. Pode acontecer, e não é raro, do tema ser solicitado pelos atores da situação.

Neste mesmo momento ainda, um marco teórico específico é escolhido para nortear a pesquisa. Nesta fase, faz-se necessária também a pesquisa bibliográfica.

Aplicação da Pesquisa-ação na Administração

Em uma análise sobre a pesquisa científica brasileira em Sistema de Informação (SI), Hoppen e Meirelles (2005) avaliam o estado da arte da área a partir do exame de 259 artigos publicados em revistas científicas de Administração entre os anos de 1990 e 2003. A conclusão é que a pesquisa-ação representa apenas 6% do total analisado. Já os métodos preferenciais adotados pelos pesquisadores são os estudos de caso que contribuem com cerca de 48% do total e a pesquisa do tipo *survey*, que está em torno de 34% do total conforme Tabela 3.1.

A área acadêmica tem procurado acompanhar o desafio de gerar e consolidar conhecimentos que contemplem o ambiente econômico-cultural e os modos de gestão adotados no Brasil estudando temas atuais para a melhoria de qualidade das pesquisas. Mas as metodologias nos artigos científicos pesquisados podem ser classificadas como sendo baixa-média. Segundo Hoppen e Meirelles (2005) temos vários fatores a serem melhorados.

Tabela 3.1 - Mapeamento de metodologias (adaptado de Hoppen e Meirelles, 2005).

Metodologias de Pesquisa	1990 - 1993	1994 - 1997	1998 - 2003	Total
1° Pesquisa de Estudo de caso	15	18	91	124 (48%)
2° Pesquisa de Avaliação – Survey	11	24	52	87 (34%)
3° Pesquisa Experimental	2	8	11	21 (8%)
4° Pesquisa-ação	7	6	3	16 (6%)
5° Outras Pesquisa	1	4	6	11 (4%)
Total	36	60	163	259 (100%)

A pesquisa-ação foi considerada adequada para este trabalho por adotar uma flexibilidade considerável e por interagir junto aos membros da situação investigada, pois em um sistema de manufatura convencional, no qual se enquadra boa parte do parque industrial, se aplicam melhorias baseadas nos conhecimentos adquiridos em outras experiências ou treinamentos específicos que nem sempre rompem as barreiras necessárias para fazer acontecer e atingir os resultados.

3.1.1 Metodologia Utilizada: Pesquisa-ação

Na aplicação da metodologia atuou-se no campo de pesquisa, havendo a interação do pesquisador junto ao objeto de estudo e colaboração dos agentes envolvidos na análise e na solução do problema.

O grupo de agentes da mudança, que denominamos como equipe de melhoria, formada por operadores, técnicos e supervisores, trabalharam desde a definição do problema até a obtenção das soluções. Pode-se ter uma idéia dos passos para aplicar a metodologia da pesquisa-ação através da contribuição de Vergara, tabela 3.2. O pesquisador se orienta, observa e relata o impacto da implantação e seus resultados. A técnica de coleta de dados se dá pela observação direta do objeto de estudo pelo

pesquisador. As informações são registradas de forma sistêmica. A abordagem da pesquisa escolhida foi a qualitativa atendendo aos seguintes fatores:

- demonstrar os resultados quantitativos quando se aplicam os conceitos de manufatura enxuta para resolver problemas e/ou melhorar a produtividade no chão de fábrica.
- aplicabilidade de melhoria dos métodos de trabalho em prol dos objetivos a serem alcançados sem prejudicar a qualidade do produto e sem causar danos ao processo produtivo, assim como zelar pelo bem estar e segurança dos operadores.
- oportunidade de suscitar a reflexão sobre o tema e de melhorar sua compreensão através do aporte de conhecimento.

O pesquisador se responsabiliza pela elaboração, aplicação e mensuração da pesquisa exploratória. Os dados obtidos são compilados e apresentados de maneira a resguardar o sigilo da empresa fonte da pesquisa.

Tabela 3.2 – Passos da Pesquisa-Ação (Vergara, 2005)

1. Definem-se o tema e a proposta preliminar de pesquisa.	13. Selecionam-se as ações para implementação imediata.
2. Constitui-se a equipe de pesquisadores (se for o caso).	14. Seleciona as ações para implementação futura.
3. Procede-se a uma revisão da literatura pertinente ao tema da pesquisa.	15. Elabora um plano de ações, considerando as ações a serem implementadas, os responsáveis pela implementação e os prazos.
4. Procede-se ao contato inicial com o grupo ou a organização selecionada.	16. Implementam-se as ações.
5. Identificam os participantes da pesquisa.	17. Avalia-se o resultado de cada uma das ações implementadas, em termos práticos e de desenvolvimento de conhecimentos teóricos.
6. Estuda-se a viabilidade de aplicação do método de pesquisa ação no meio considerado.	18. Redirecionam-se as ações, se isso for considerado pertinente.
7. Identificam os problemas do grupo ou da organização sob investigação e das possibilidades de ação.	19. Planeja-se a implementação de ações futuras.
8. Com base em uma suposição diagnóstica, coletam-se os dados para a elaboração do diagnóstico, por meio de entrevistas, observação, seminários ou outros procedimentos.	20. Resgata-se o problema que suscitou a investigação.
9. Formula-se o problema de pesquisa, baseado na interação com os participantes e, se for o caso, com a colaboração de especialistas.	21. Confrontam-se os resultados obtidos com a(s) teoria(s) que deu(ram) suporte à investigação.
10. Escolhem-se as orientações teóricas que darão suporte à investigação, considerando-se o problema formulado.	22. Formula-se a conclusão.
11. Elabora-se o diagnóstico.	23. Elabora-se o relatório de pesquisa.
12. Intensifica-se a coleta de dados para o planejamento e a implementações de ações.	24. Divulgam-se os resultados da pesquisa aos participantes.

3.2 Apresentação da empresa

A Empresa, segundo a visão corporativa, quer ser a mais competitiva do setor, portanto seu desempenho está focado na lucratividade e na satisfação da força de trabalho e dos consumidores. Tem-se como missão estar entre os 50 mais atrativos empregadores do mundo, graças à vontade de realização e à criatividade da força de trabalho, com domínio das tecnologias de ponta e vasto *know-how*, sua expansão no mercado mundial se confirma com a liderança já atingida no mercado europeu, estando presente em vários países, Figura 3.2.

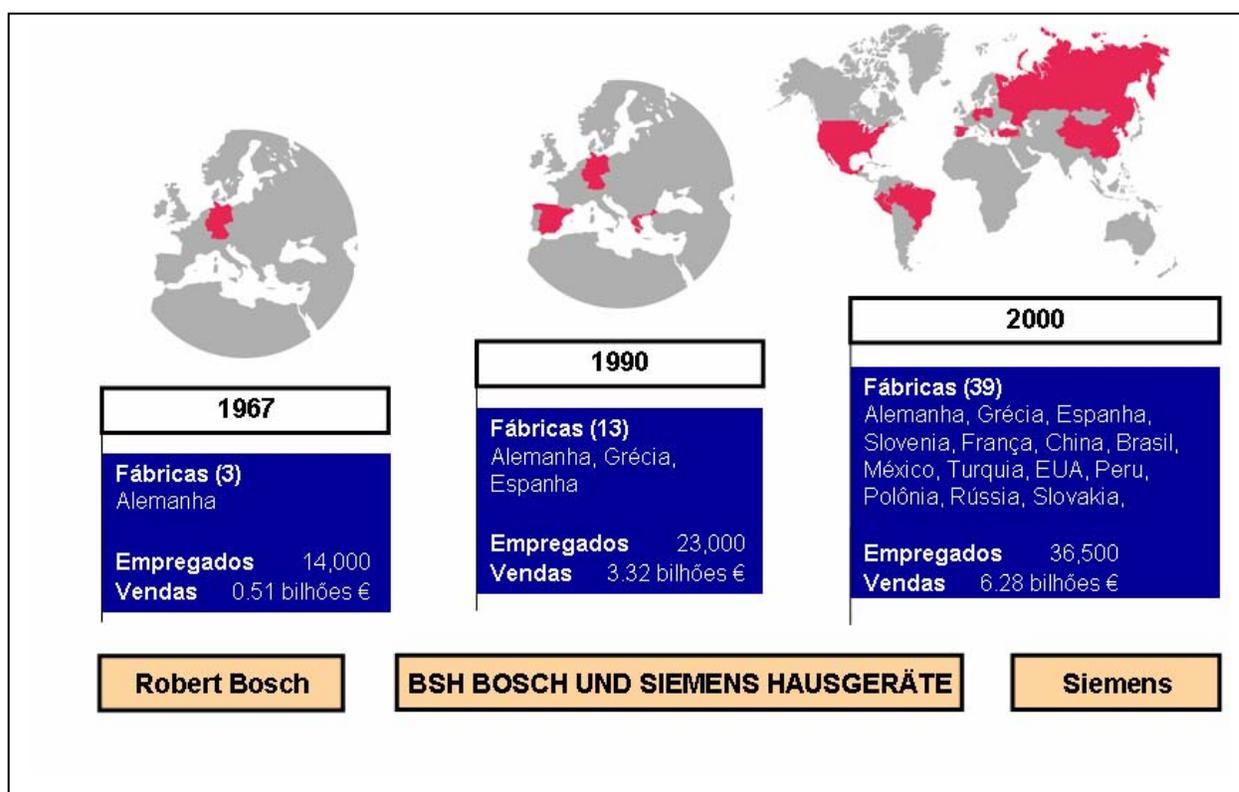


Figura 3.2 - Expansão do grupo BSH

Objetivos da empresa

Os objetivos indicam aonde a empresa quer chegar com base em seus valores corporativos e sua visão do futuro. Desta forma, escolhem-se os tópicos principais para atuação e gerenciamento, tais como marca forte; satisfação do consumidor; preservação ambiental; valor dos empregados; inovações com responsabilidade social e qualidade.

3.2.1 Fábrica de Refrigeradores em Hortolândia

No sistema de manufatura de refrigerador residencial da empresa, campo desta pesquisa, há uma grande preocupação com o meio ambiente e uma responsabilidade com a sociedade que vai muito além de questões financeiras ou do mero fornecimento de produtos a indivíduos ou organizações. Esse sistema de produção pertence a um grupo empresarial que olha à frente das fronteiras. Seu produto – refrigeradores – tem como objetivo e *performance* reduzir os desperdícios dos alimentos produzidos no planeta com o menor custo de consumo de energia. A empresa contribui com a questão ambiental utilizando um sucateamento dentro de legislação: sistema de devoluções de componentes e reciclagem interna dentro de padrões aceitáveis, ou seja, com capacidade técnica para não gerar problemas para a sociedade, no que diz respeito ao seu produto, e conseqüentemente obter resultados favoráveis e crescimento nos negócios. O Sistema de Produção de refrigeradores em estudo é demonstrado na Figura 3.3, exemplificando entradas, processos e saídas assim como fornecedores, clientes e consumidores.

Fornecedores são pessoas e organizações que oferecem as entradas. Entradas são os bens ou serviços provenientes dos fornecedores necessários para produzir os bens e serviços para os clientes, como entrada de matéria prima, serviços e materiais (exemplo de chapa de aço, serviços de restaurante e aquisição de compressores).

Processos são as transformações através das atividades, tarefas e procedimentos executados, adicionando valor às entradas como produção de máquina para conservação de alimentos (refrigeradores) em residência, proporcionando economia e melhor qualidade de vida aos indivíduos. Na Figura 3.3 se apresenta três processos que podem ser considerados departamentos: transformação plástica, transformação metálica e montagem do produto.

Saídas são os produtos, bens ou serviços produzidos pelo processo, visando a satisfazer um cliente, cujo objetivo é usar o produto e não podemos esquecer do diferencial assistência técnica antes e depois das vendas.

Cliente, distribuidores e ou consumidor são os indivíduos, grupos ou organização para os quais os bens, serviços ou saídas são destinados. Neste caso o cliente é a logística da empresa, um centro de distribuição, os distribuidores são lojas como Casa Bahia e Magazine Luiza e o consumidor é o indivíduo que compra e consome o produto durante de muitos anos, a vida útil dos produtos depende das condições de uso do consumidor.

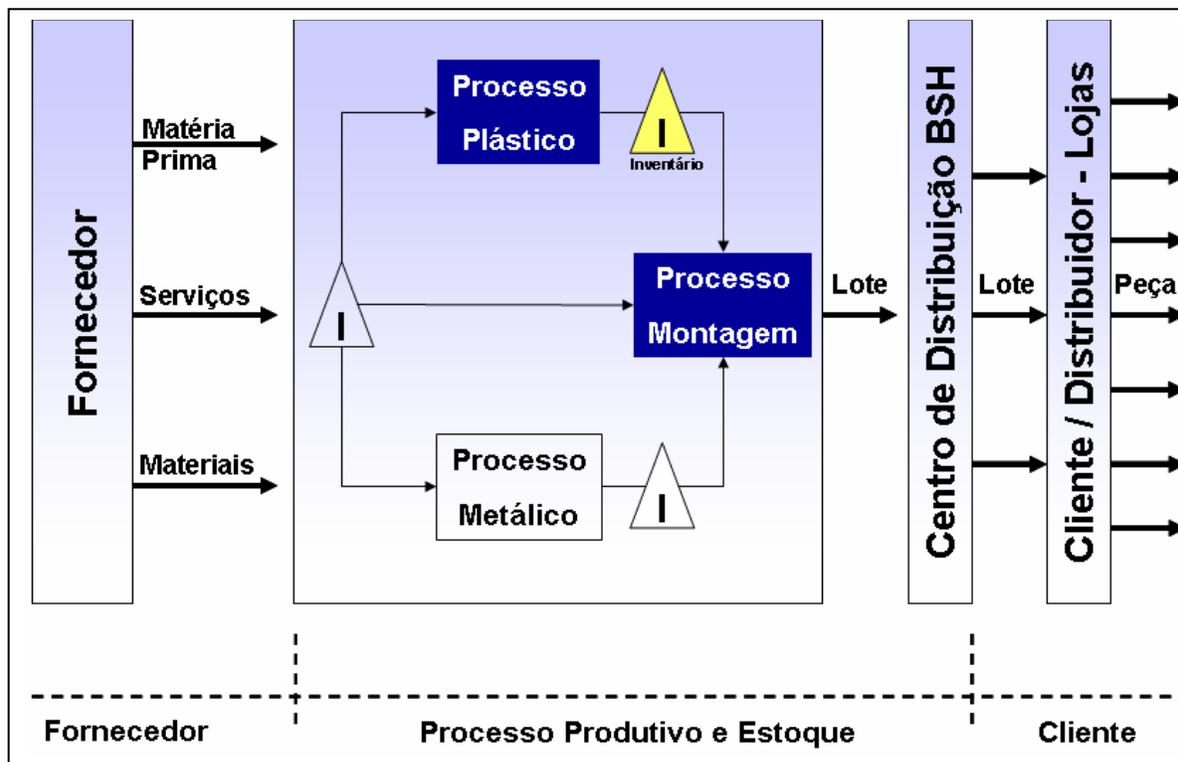


Figura 3.3 - Sistema de Produção de refrigerador

Principais Indicadores da manufatura

Definir os indicadores não é uma tarefa muito fácil, pois cada processo ou sistema pode ter seus indicadores conforme suas necessidades e objetivos específicos. A seguir, alguns dos principais indicadores utilizados no sistema de produção pesquisado:

- produtos por operador – produção;
- atendimento ao mix – produção;
- preço de vendas por horas de trabalho direto – produtividade;
- quantidade de empregados;
- quantidade de horas extras – produção;
- nível de satisfação do consumidor – qualidade;
- indicador de erros por produção – qualidade;
- quantidade de reclamações de campo – qualidade;
- custo de refugo e retrabalho – qualidade;
- custo do material e
- dias de estoque.

3.3 Definição do Problema

A definição do tema se baseia na solução de um problema, onde na prática deve-se reduzir o risco de acidente em uma área específica. A empresa pesquisa assim como outras empresas tem a segurança das pessoas como prioridade. Diante do problema estuda-se a causa raiz para reprojeter um novo ambiente fabril de forma a se garantir a segurança com baixo investimento e reduzir os desperdícios através do aumento da produtividade. Os sujeitos da situação investigada contribuem com seus conhecimentos, disponibilidade de

aprender e praticar. Nesse aspecto, os esclarecimentos dados pelo pesquisador ao grupo contribuem para uma maior motivação dos participantes.

Oportunidade de Melhoria

A oportunidade desta pesquisa surge mediante a reclamação, por parte do departamento da segurança da empresa, quanto ao uso indevido do corredor. Na figura 3.4 tem-se a foto do ambiente a ser melhorado, onde a empilhadeira e grandes embalagens amarrado de aço que são denominadas *racks* obstruem a passagem de pedestres. A condição de trabalho para movimentação e armazenagem destas embalagens é identificada como condição de alto risco de acidentes. Como ação imediata houve a intervenção da área para avaliação do problema, discute-se com os envolvidos e se conclui, em um primeiro momento que o *layout* deve ser reavaliado e melhorado pelo departamento de engenharias da fábrica.



Figura 3.4 - *Layout* com obstrução do corredor.

O engenheiro, pesquisador e autor desta dissertação, escuta a reclamação do representante da segurança do trabalho, assim como todas as razões que ele tem para acreditar que a solução está em projetar e implantar um novo *layout* com a devida alteração

do corredor. Diante da necessidade de melhoria do *layout* houve a dedicação para resolução do problema e um interesse por parte do pesquisador em estudar o *layout*, mas não de forma cômoda com a ampliação do espaço físico e corredor. A partir deste momento a pesquisa é iniciada, pois surge a necessidade da empresa de melhorar o *layou* existente. O pesquisador decide aplicar os conhecimentos de produção enxuta e a metodologia da pesquisa-ação que se apresenta como opção metodológica de capacitação tecnológica e organizacional, por ser um o método participativo é aplicável ao projeto de pesquisa na manufatura como meio de concepção e busca de soluções adaptados em termos sociais e tecnológicos.

Capítulo 4

Aplicação dos Conceitos de Manufatura Enxuta

O capítulo 4 relata a implantação da célula de manufatura, aplicando o mapeamento do fluxo de valor com o uso da metodologia de pesquisa-ação e seus respectivos resultados.

4.1 Análise do Objeto de Estudo

Diante do estudo de melhoria os operadores relatam suas dificuldades, o pesquisador explica que a solução definitiva leva um tempo maior, pois alguns passos são necessários: conhecer o problema; coletar dados; analisar o problema; executar um projeto e implantar a solução, Figura 4.1. A necessidade sugerida para o momento é evitar a sobreposição de embalagens próxima ao corredor de pedestre por motivo de segurança. A ação de contenção foi executada pelo responsável da área.

No contato com o problema e pessoal do chão de fábrica, consensa-se algumas ações imediatas, a principal é realizar um novo *layout* em time, utilizando a metodologia de melhoria Kaizen, na qual o conhecimento se limita ao pesquisador. O time aceita a proposta após as explicações sobre as vantagens e desvantagens do método convencional (Tabela 4.1).

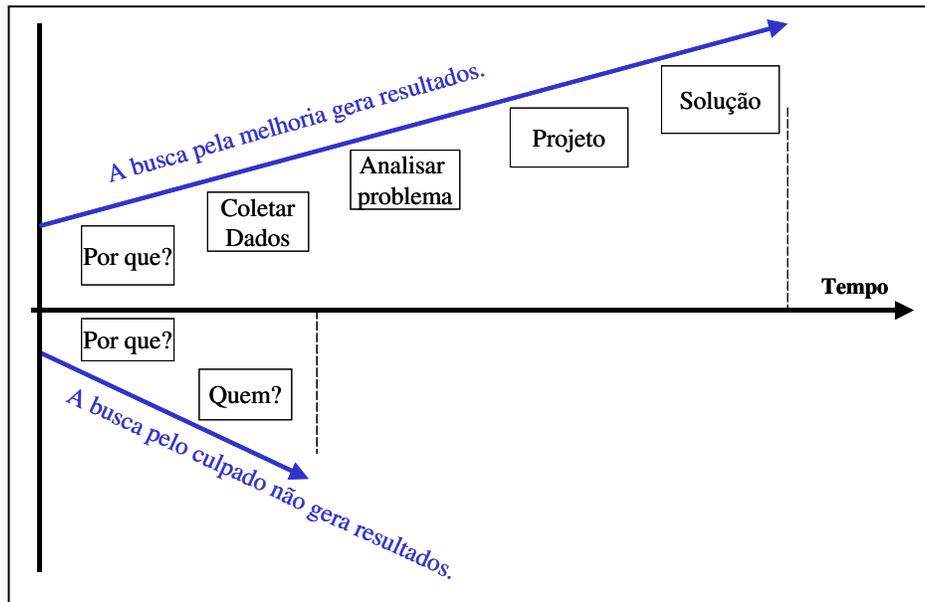


Figura 4.1 - Passos básicos para a solução de problemas.

Tabela 4.1 - Definição inicial dos objetivos e ações.

Método convencional	Método Utilizado - Kaizen
Onde: Na área de Tampografia de peças plásticas.	Onde: Na área de Tampografia, visualizar fornecedor e cliente de peças plásticas.
Porque: Eliminar problema de segurança na movimentação de racks -Layout	Porque: Eliminar problema de segurança, reduzir perdas, desperdícios, aumentar a qualidade e produtividade.
Quando: Início do trabalho em 21/01/2002 Termino Previsto do trabalho 31/03/2002	Quando: Início do trabalho em 21/01/2002 Termino Previsto 200 horas
Quem: Técnico ou Engenheiro	Quem: Equipe multifuncional
Como: Propostas de Layout para consenso e participação	Como: Aplicar a metodologia de Kaizen e as boas práticas/ferramentas de manufatura enxuta.

4.1.1 Formação do Time Multifuncional

É formado o time de trabalho para melhorar o *layout* atual com os seguintes funcionários: um controlador de estoque, dois operadores do setor de tampografia, uma técnica de segurança e o engenheiro de processos e pesquisador. O time trabalhou 4 horas por semana até terminar projeto do novo *layout*. Há a autorização dos encarregados dos turnos, supervisor de produção, gerente industrial e o apoio dos técnicos de processos.

4.1.2 Análise de Potencial da Redução de Desperdícios

A princípio o time foi treinado nos conceitos de manufatura enxuta durante 16 horas em duas semanas. Em seguida, registram-se com fotos as não conformidades e os desperdícios encontrados na área pesquisada. Identificam-se, no apêndice I, as fotos e os potenciais de melhorias, tais como: tempo de espera, desorganização, refugo, estoque em processo, uso indevido dos recursos e não conformidades de segurança, ergonomia e qualidade. Exemplo de potencial de melhorias está em um painel Kanban disponível na área sem uso (Figura 4.2). O time treinado passa a enxergar que cada problema encontrado é um potencial de melhoria que pode resultar em ganhos qualitativos, quantitativos e ou satisfação dos operadores.

4.1.3 Mapeamento do Fluxo Atual

Numa seqüência lógica, primeiro se executa o mapa do estado atual; analisam-se os dados além do fluxo de informação e de processo e, posteriormente, se desenha o mapa do estado futuro e, então, o projeto do *layout* se transforma em uma conseqüência. Nesta pesquisa não foi diferente.



Figura 4.2 - Quadro Kanban sem uso.

4.1.4 Definição das Metas para o Trabalho

Depois de oferecer um necessário aporte de conhecimento desenvolveu-se um senso crítico quanto ao *layout* existente, de acordo com as necessidades da empresa as metas de melhorias foram planejadas para ser atingidas em 6 meses:

- reduzir 25% do estoque em processo;
- aumentar 10% produtividade;
- ganhar 15% de área utilizada;
- estudar possibilidade do fluxo unitário;
- eliminar o problema de segurança na movimentação de *rack* / corredor;

- manter o padrão de limpeza e organização;
- treinar operadores (equipe) sobre o novo método/*layout* (participação) e
- manter documentos da ISO, folhas de instrução de trabalho atualizados.

Para nortear a pesquisa, as metas foram acordadas com o time, levando-se em conta os objetivos de segurança e produtividade e diretrizes definidas na organização para atingir metas definidas no plano estratégico da manufatura. Diante do objeto de estudo no que diz respeito ao aspecto qualidade julgou-se não necessário se ter um indicador para scrap ou retrabalho. A fábrica já possuía uma gestão do sistema de qualidade e utiliza-se o Controle Estatístico de Processo (CEP) nos processos relevantes.

4.1.5 Estudo do Layout Atual

Na busca para compreender as hipóteses como suposições formuladas pelo pesquisador a respeito de possíveis soluções para o problema colocado na pesquisa e identificar as informações necessárias, evitando a dispersão e focalizando seguimentos determinados do campo de observação, fez-se o desenho do layout atual (Figura 4.3).

O time de nível técnico, tem a oportunidade de analisar um *layout*, medir uma bancada, máquina ou embalagem, mas sem o uso de computador e com a devida orientação realiza-se o *layout* atual e contribui no projeto do novo *layout* celular. Esta é uma fase importantíssima da pesquisa, pois há o repasse do aporte de conhecimentos. Assim, os envolvidos compreendem de maneira prática a baixa competitividade do *layout* convencional, embora haja motivos para o sistema produtivo ser convencional.

No layout atual, Figura 4.3, feito com folha heliográfica de copiadora, com recorte de papéis colorido, colado com fita crepe e fixado na parede da sala de reunião, temos a demarcação em azul que significa as três prensas (usada para corte de chapa plástica), a cor vermelha indica as quatro máquinas de solda por ultra-som (usada para unir peças de material plástico) e a cor verde as 3 máquinas de tampografar (usada para fazer a serigrafia na peça de plástico), sendo que a cor dos recortes de folha na cor branca são máquinas, bancadas e acessórios da produção.

A cor vermelha do recorte na Figura 4.3 são todo o estoque empilhado e parado e por fim a cor de recorte bege significa caixas, *rack*, estoque entre os processos da área de tampografia.

Como complemento visual do *layout* atual, a Figura 4.4 traz uma idéia das grandes embalagens empilhadas na área pesquisada.

4.1.6 Atividades realizadas versus Pesquisa-Ação

A discussão e tomada de decisão acerca da investigação por parte do grupo iniciaram com a reflexão sobre os problemas e análise do ambiente, pensando no fornecedor e clientes. Antes de entrar na solução do problema de risco de acidente pelo uso indevido de um corredor de pedestre, conclusão do início da pesquisa, houve varias discussões do grupo sempre sob a coordenação do pesquisador, sobre as conseqüências do layout atual, considerado departamental e convencional verso o sistema de produção baseado nos conceitos de produção enxuta.

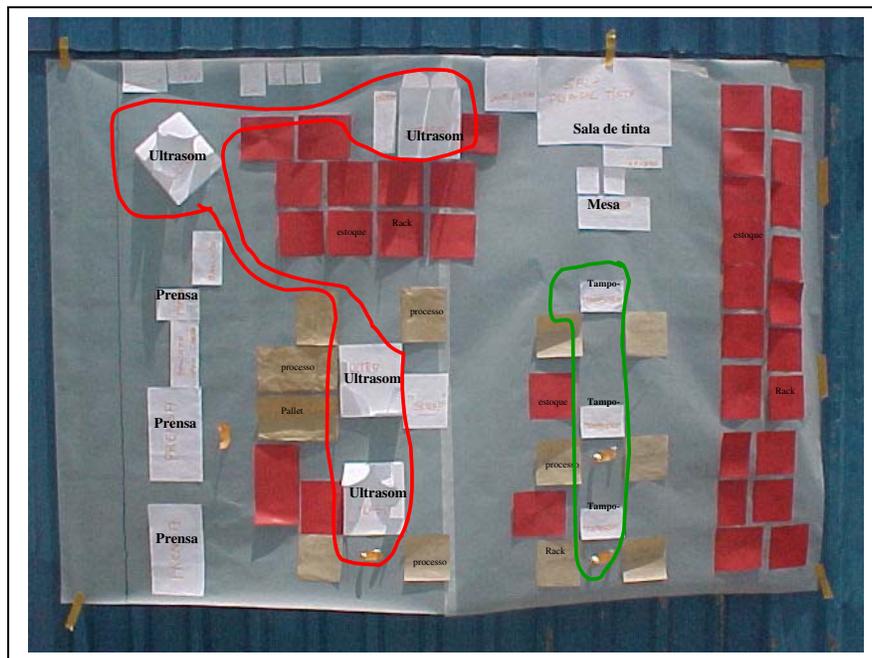


Figura 4.3 - *Layout* atual em escala feito pelo time.



Figura 4.4 - Estoque em processo empilhado.

A pesquisa foi realizada de maneira integrada ao ambiente de produção utilizando os conceitos segundo as literaturas consultadas e descritas no segundo capítulo. Os passos sugeridos por Vergara (2005) se aproximam daquilo que realmente se desenvolveu no percurso desta pesquisa. As 19 atividades citados na tabela 4.2, têm o objetivo de fornecer uma noção quanto a execução do trabalho, a tabela demonstra-se e a relação dos passos da Pesquisa-Ação e as atividades realizadas na BSH. Não estão relatados nestes passos as variações e os retornos obrigatórios devido às experiências reprovadas, ao grande volume e à complexidade das informações, mas é possível ter uma idéia do trabalho desenvolvido ao longo de três anos com pesquisa-ação.

Nesta primeira fase da pesquisa o time passa a entender que o *layout* convencional existente já não atende mais aos requisitos funcionais da empresa, com *mix* e volume alternado diariamente. Observa-se que estoque em processo contribui bastante para os riscos de acidentes, portanto se defini analisar a situação inicial e projetar a situação futura da área através do mapeamento do fluxo de valor.

Tabela 4.2 - Relação entre a Pesquisa-Ação e atividades realizadas.

Passos da Pesquisa-ação (segundo Vergara, 2005)	Atividades realizadas na BSH (Implementação do 1º Mapeamento)
1. Definem-se o tema e a proposta preliminar de pesquisa.	1. Problemática: reduzir o risco de acidente na área de tampografia de peças plásticas.
2. Constitui-se a equipe de pesquisadores (se for o caso).	2. O pesquisador é o coordenador e responsável pela resolução do problema.
3. Procede-se a uma revisão da literatura pertinente ao tema da pesquisa.	3. O pesquisador coordenador se baseia em literaturas de sobre Manufatura Enxuta e pesquisa-ação.
4. Procede-se ao contato inicial com o grupo ou a organização selecionada.	4. Existe o consenso com a gerencia de produção para fazer o trabalho em grupo.
5. Identificam os participantes da pesquisa.	5. Forma-se o time de trabalho com técnicos, operadores e lideranças para melhorar o <i>layout</i> atual.
6. Estuda-se a viabilidade de aplicação do método de pesquisa ação no meio considerado.	6. não aplicável.
problemas do grupo ou da organização sob investigação e das possibilidades de ação.	7. Reuniões constantes com o grupo para trabalhar na melhoria do layout.
8. Com base em uma suposição diagnóstica, coletam-se os dados para a elaboração do diagnóstico, por meio de entrevistas, observação, seminários ou outros procedimentos.	8. Coleta-se de dados e análise do sistema atual, gera-se o layout atual e mapeamento do fluxo de valor.
9. Formula-se o problema de pesquisa, baseado na interação com os participantes e, se for o caso, com a colaboração de especialistas.	9. O time conclui que o <i>layout</i> deve ser modificado para redução do risco de acidentes.
10. Escolhem-se as orientações teóricas que darão suporte à investigação, considerando-se o problema formulado.	10. Escolhe-se os conceitos de Manufatura Enxuta para a resolução do problema e aumento da produtividade.
11. Elabora-se o diagnóstico.	11. Elabora-se o mapeamento do fluxo de valor futuro e estudos de viabilidade técnica e econômica.
12. Intensifica-se a coleta de dados para o planejamento e a implementações de ações.	12. Elabora-se o Layout futuro - Célula de manufatura com melhorias no fluxo e eliminação de desperdícios.
13. Selecionam-se as ações para implementação imediata.	13. Selecionam-se as ações para implementação imediata.
14. Seleciona as ações para implementação futura.	14. Seleciona as ações para implementação futura (prazo 90 dias).
15. Elabora um plano de ações, considerando as ações a serem implementadas, os responsáveis pela implementação e os prazos.	15. Apresentação e aprovação por parte dos gestores.
16. Implementam-se as ações.	16. Implementam-se as ações.
17. Avalia-se o resultado de cada uma das ações implementadas, em termos práticos e de desenvolvimento de conhecimentos teóricos.	17. Avalia-se o resultado de cada uma das ações implementadas, em termos práticos e de desenvolvimento de conhecimentos teóricos.
18. Redirecionam-se as ações, se isso for considerado pertinente.	18. não aplicável.
19. Planeja-se a implementação de ações futuras.	19. não aplicável.
20. Resgata-se o problema que suscitou a investigação.	20. não aplicável, se faz a confirmação do processo de melhoria.
21. Confrontam-se os resultados obtidos com a(s) teoria(s) que deu(ram) suporte à investigação.	21. Confrontam-se os resultados obtidos com a(s) teoria(s) que deu(ram) suporte à investigação.
22. Formula-se a conclusão.	22. Executa-se a confirmação do processo de mudança, direciona pequenas atividades de melhoria.
23. Elabora-se o relatório de pesquisa.	23. Elabora-se o relatório de pesquisa e faz-se o fechamento do projeto com a homologação do projeto (entrega aos responsáveis).
24. Divulgam-se os resultados da pesquisa aos participantes.	24. não aplicável, os participantes são co-responsáveis pelas melhorias.

4.2 Mapeamento Futuro – 2ª Etapa, Célula.

Na Figura 4.5 temos o mapa atual de peças injetadas e tampografadas e o diagrama é demonstrado na Figura 4.6, descritos como 1ª etapa, em seguida temos o mapa futuro da 2ª etapa, figura 4.7 e seu respectivo diagrama na Figura 4.8 para melhor compreensão das implementações.

Até hoje já foram gerados sete mapas: um mapa atual, cinco outras propostas sequencialmente implantadas e em implantação e um mapa para o futuro, ainda em elaboração. Os quatro primeiros mapas são acompanhados de quatro diagramas de precedência, os principais mapas e diagramas estão inclusos neste trabalho, pois desta forma há uma maior possibilidade de entendimento do fluxo de processo por parte do leitor que não esteja familiarizado com a técnica de desenhar e entender estado com o mapeamento do fluxo de valor.

4.2.1 Coleta de Dados – Tecnologia de Grupo

A busca de soluções e definição das diretrizes de ação parte da identificação dos desperdícios e não conformidades encontradas na área de pesquisa, gerou-se uma lista potenciais de melhorias. A lista foi elaborada em time e no campo de pesquisa, houve sugestões de correção e melhorias.

O time classificou os sete principais desperdícios de área, tempo, setup, embalagem, estoque aproveitando os conceitos teóricos descritos no capítulo 2.

Em seguida os participantes obtiveram um conhecimento sobre a estrutura do produto e processo dos componentes fabricados na área, a facilidade de classificar os itens por família de processo, usando o conceito de Tecnologia de grupo trouxe ao time a visão mais ampla dos produtos em produção. A Figura 4.9 traz um fluxo que divide todos os itens em apenas dois principais fluxos de processo:

1º fluxo – itens da porta do evaporador e bandeja de degelo do refrigerador

2º fluxo – itens diversos: injeção, tampografia e montagem

O time, ao observar, visualiza os dois principais fluxos e começa a se ver a possibilidade de formar uma célula de manufatura para os itens: porta de evaporador e bandeja de degelo.

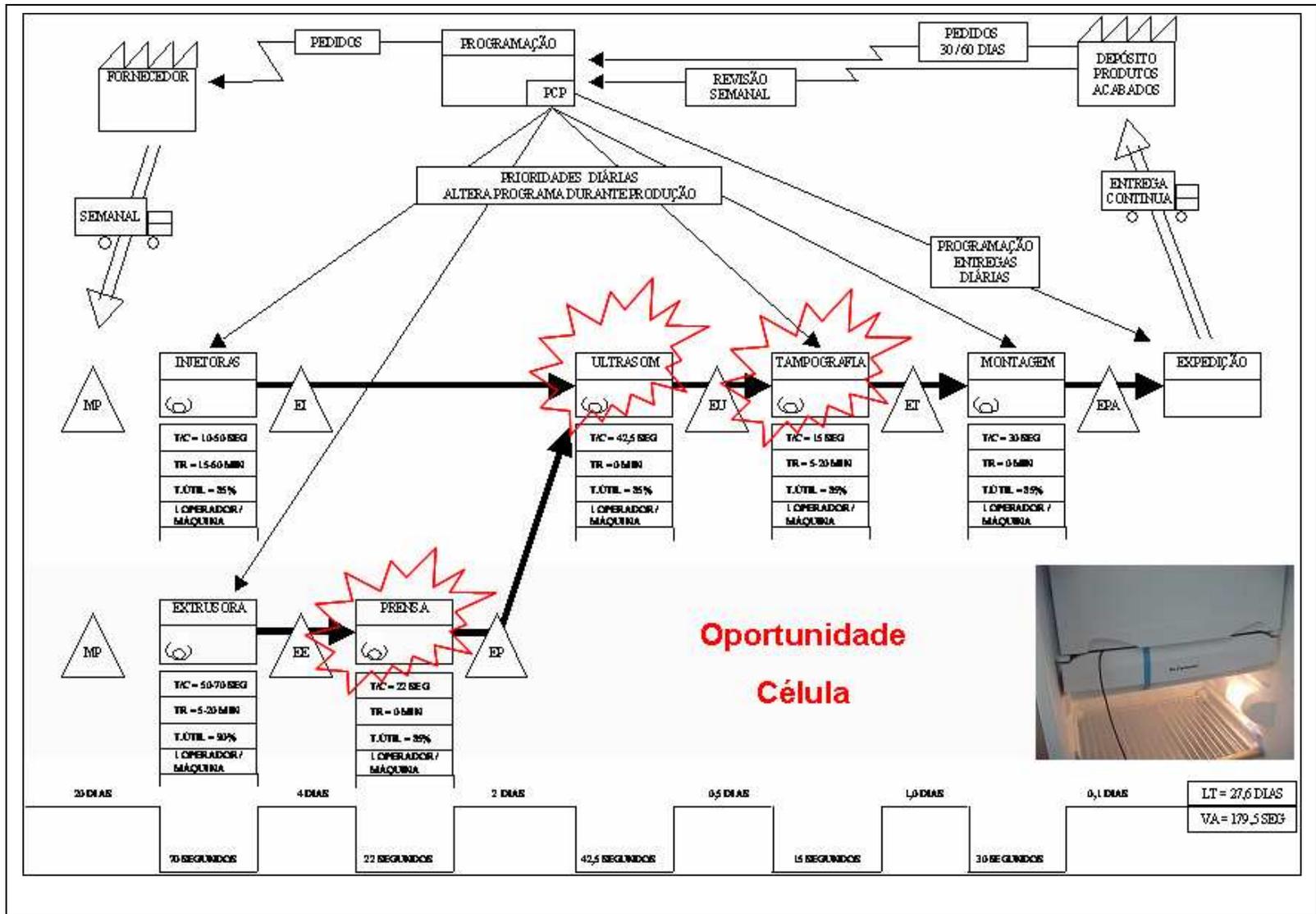


Figura 4.5 - Mapa atual de peças injetadas e tampografadas (1ª etapa)

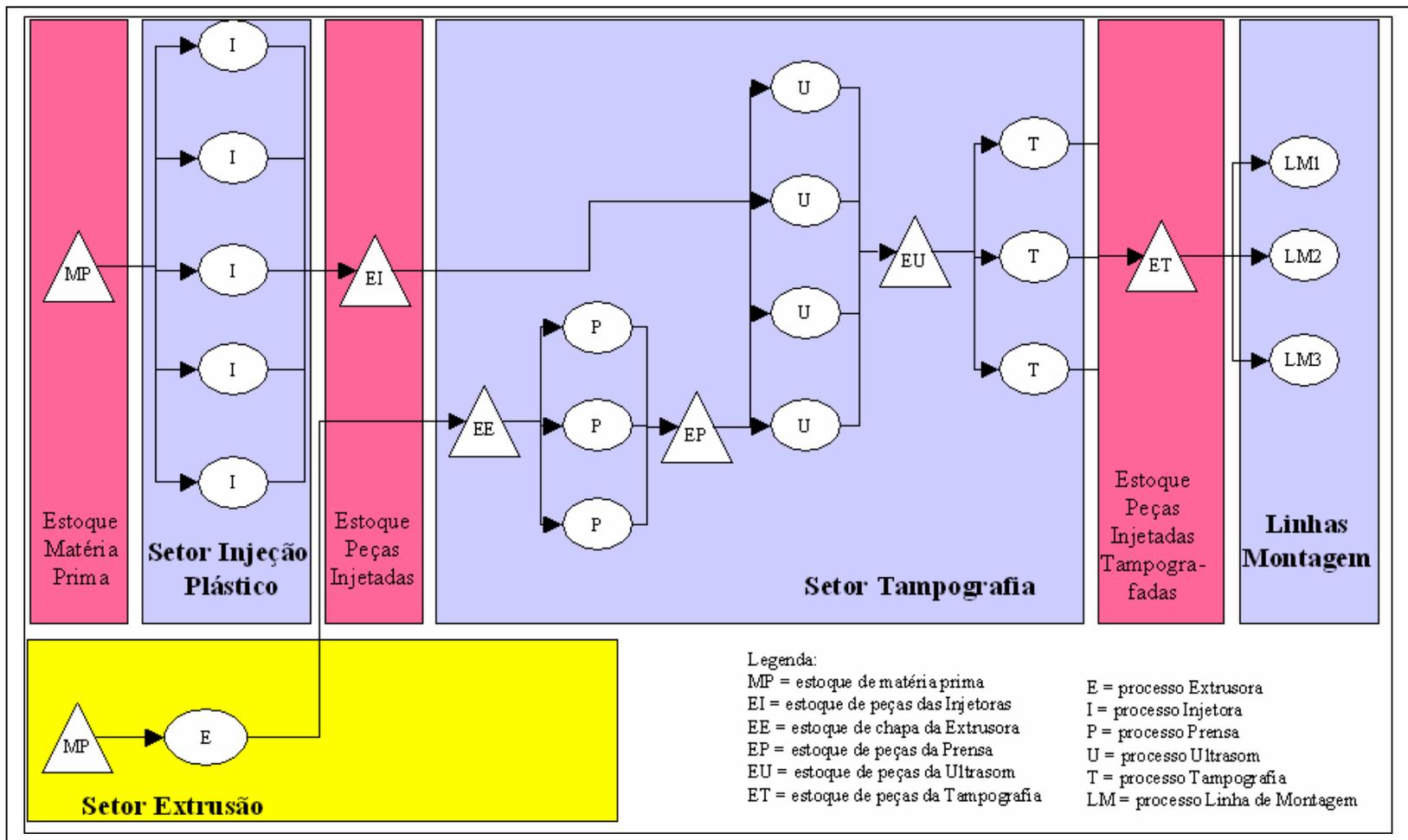


Figura 4.6 - Diagrama atual de peças injetadas e tampografadas (1ª etapa)

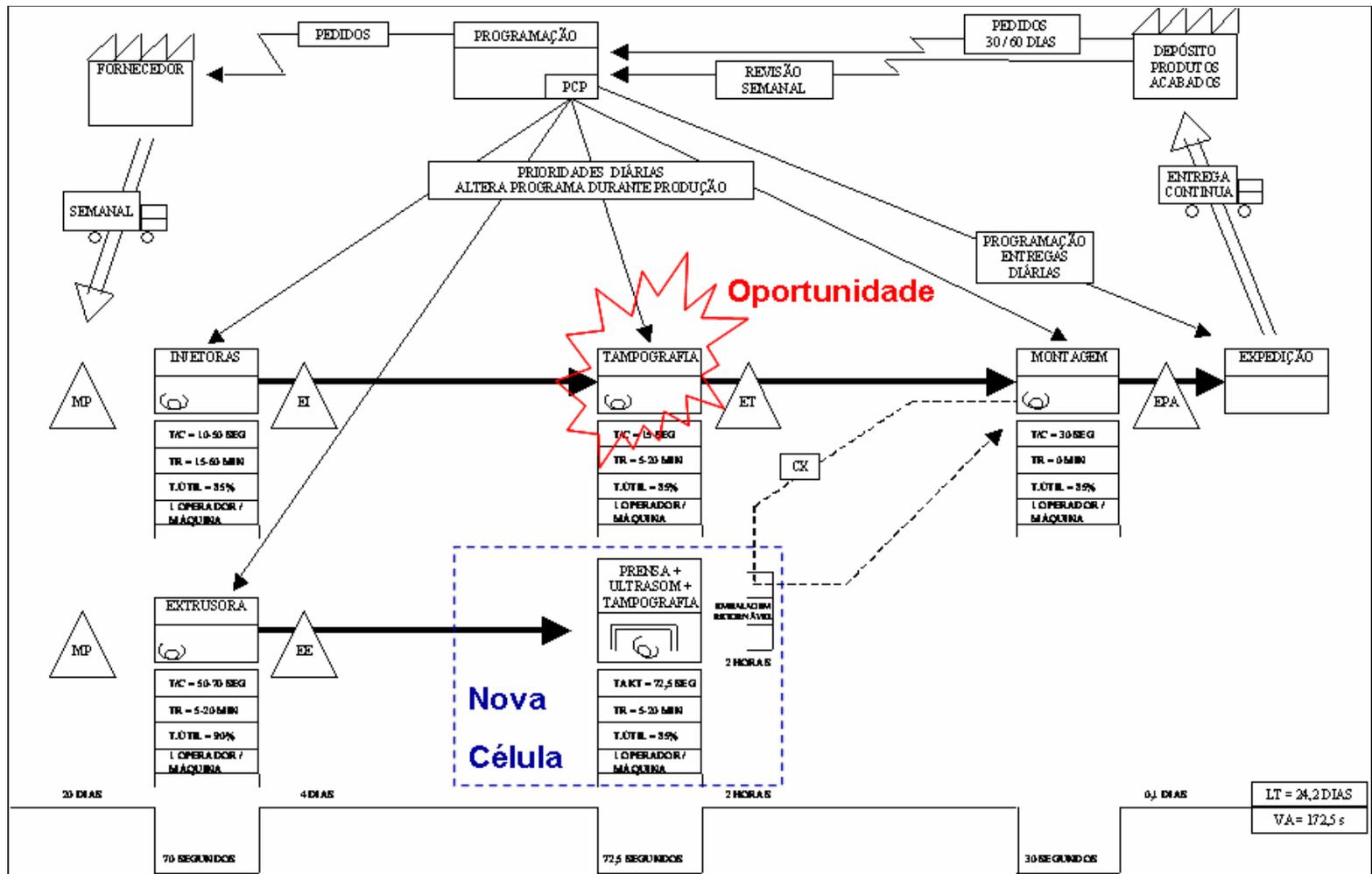


Figura 4.7 - Mapa futuro de peças injetadas e tampografadas (2ª etapa)

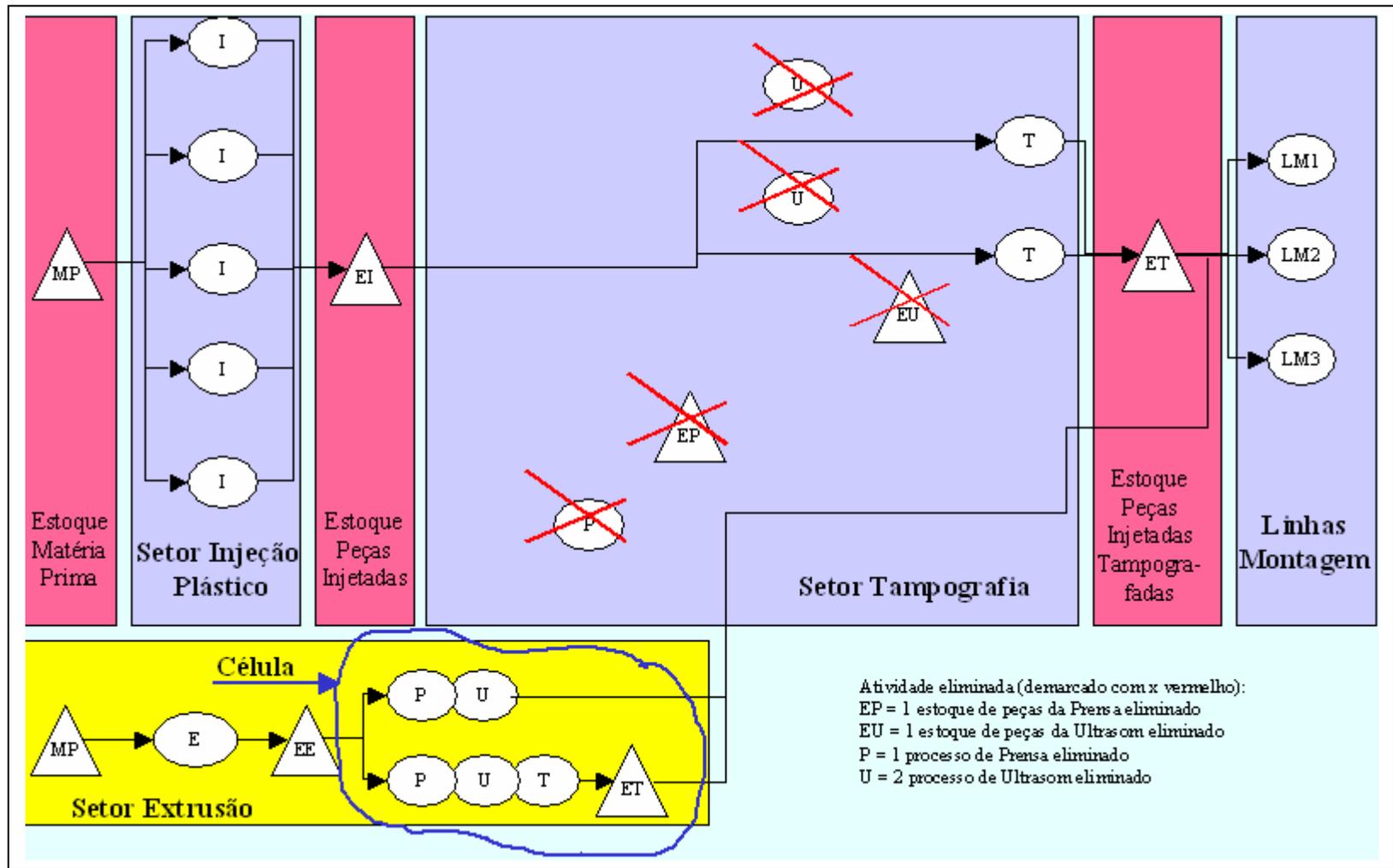


Figura 4.8 - Diagrama futuro de peças injetadas e tampografadas (2ª etapa)

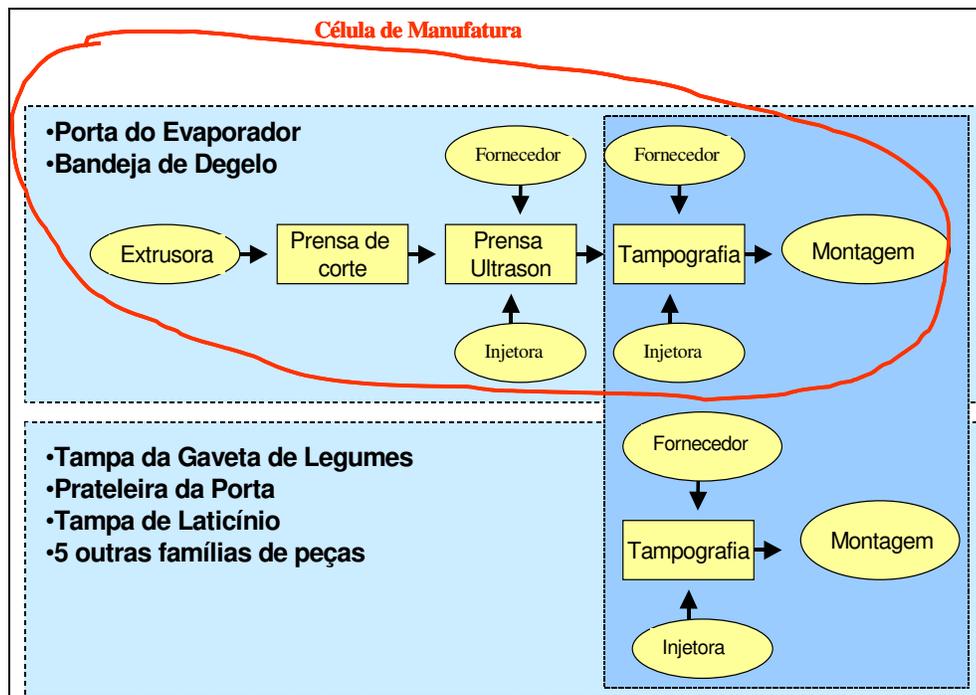


Figura 4.9 - Família de produtos por processo dos itens tampografados

Nesta pesquisa não está descrita a parte conceitual sobre tecnologia de grupo e *layout* no que diz respeito aos tipos, vantagens e desvantagens. Está sendo resgatado ao time o pensamento de implantar um *layout* celular a partir das análises e discussões do time sobre os tipos de *layout* existentes e praticados na empresa.

Para se sustentar a idéia de melhoria se realizam vários estudos incluídos no Apêndice tais como:

- análise de embalagem e estoque em processo
- matriz de peças x processo das peças tampografadas.

Conforme os estudos de se migrar do método atual para um novo método tendendo a fluxo de lote com poucas peças e *layout* em forma de célula de manufatura se torna possível reduzir algumas atividades do processo e conseqüentemente há uma redução no tempo de ciclo em uma ordem de grandeza que justifica a mudança do *layout*. O time confirma através da tabela 4.3 que os ganhos em tempo de ciclo pode chegar, dependendo do item, em até 44% como é o

caso da peça bandeja degelo, observa-se que é possível eliminar atividades que não agregam valor na ordem de 9 para 2 atividades (economia de 78%) e também conforme mencionado na revisão bibliográfica é possível eliminar atividades que até então agregavam valor de 13 para apenas 7 atividades (economia de 46%), tudo isto com a participação, conhecimento e valiosa criatividade dos operadores. Considerando todas as atividades desta peça é possível reduzir em até 59% as atividades assim se justifica utilizar o conceito de autonomia, eliminar desperdício e substituir os conhecidos layout de linhas, departamental também denominado layout funcional, como é o caso da manufatura pesquisada. Os operadores ajudaram na pesquisa e execução porque seus empregos não foram ameaçados, nem durante nem depois do projeto de melhoria.

Tabela 4.3 - Análise de tempo ciclo com diferentes métodos.

Nº	Tempos (seg)	Item: Bandeja de Degelo	Método Atual		Método Novo		
			ñ agrega	agrega	ñ agrega	agrega	
1	4	Movimentar rack p/ prox. da máquina		4		4	
2	5	Apanhar pç no rack		5		5	
3	2	Desembalar	2		Economia		
4	10	Operar 1ª		10		10	
5	2	Embalar	2		Economia		
6	5	Colocar no rack		5		Economia	
7	3	Movimentar rack para espera	3		Economia		
8	4	Movimentar rack p/ prox. da máquina		4		Economia	
9	5	Apanhar pç no rack		5		Economia	
10	2	Desembalar	2		Economia		
11	10	Operar 2ª		10		10	
12	2	Embalar	2		Economia		
13	5	Colocar no rack		5		Economia	
14	3	Movimentar rack para espera	3		Economia		
15	4	Movimentar rack p/ prox. da máquina		4		Economia	
16	5	Apanhar pç no rack		5		Economia	
17	2	Desembalar	2		Economia		
18	10	Operar 3ª		10		10	
19	2	Embalar	2		2		
20	5	Colocar no rack		5		5	
21	3	Movimentar rack para espera	3		3		
22	15	Movimentar rack p/ estoque final		15		15	
Resumo			Método Atual		Método Novo		Economia
Total de tempo atividade (s)			21	78	5	50	
Total de tempo ciclo (s)			99		55		44%
Atividades que Não Agrega Valor			9		2		78%
Atividade que Agrega Valor				13		7	46%
Total de Atividades			22		9		59%

A Figura 4.8 fornece imagem das 2 famílias de peças , porta de evaporador e bandeja de degelo, em que se pretende formar uma célula, mas se faz necessário, nessa fase da pesquisa, ter uma visão mais ampla deste processo, abrangendo os clientes e fornecedores, assim como procurar obter um conhecimento maior sobre o fluxo de informações.

A pesquisa abrange a comunidade geograficamente concentrada na área de tampografia, onde, através de um mapeamento do fluxo de valor, se pode identificar quem são os clientes e fornecedores, além do fluxo de processo e fluxo de informação.

As duas peças são diferentes, mas utilizam o mesmo processo de tampografar que é aplicado mediante o modelo: se exportação tampografa-se a porta de evaporador e se produto nacional, a bandeja (Figura 4.10).



Figura 4.10 - Foto da porta de evaporador e bandeja no refrigerador

4.2.2 Aplicação da Célula de Manufatura

Existem alguns modelos de arranjo físico nas manufaturas. Dentre eles o mais utilizado é o *layout* funcional organizado de maneira departamental. O *layout* funcional é muito bem adequado para o sistema de manufatura convencional, mas como todos os outros gera ganhos e perdas, alguns inconvenientes do tipo fluxo empurrado, altos estoques, possibilidade de comprometer todo um lote de produção com a má qualidade. Dessa forma, exige-se um rigoroso e constante controle em todo o processo para se evitar desperdícios.

O *layout* funcional, em parte, favorece o atendimento ao cliente mesmo quando há quebra de máquinas, longos *setup* e falta de funcionários. Pode-se verificar, em muitos fluxos produtivos que adotaram o *layout* funcional, que quase sempre é possível atender o cliente em volume de

produção e com esforço e sacrifício. O *layout* funcional com a necessidade de constantes variações de *mix* e volume de produção, pode-se gerar desperdícios consideráveis e conseqüentemente prejuízos mensuráveis. Todos os tipos sistemas produtivos e *layouts* têm suas vantagens e desvantagens que se deve analisar e ponderar.

4.2.3 Layout Celular

Para esta pesquisa tem-se o croqui do *layout* funcional (Figura 4.11) com muitas peças em processo, estoques em excesso, sendo perceptível a interrupção do fluxo do cliente nas viradas de linha não programadas, ociosidade da mão de obra em alguns momentos e falta em outros. Os recursos de mão de obra direta geralmente são fixos mesmo com pessoal temporariamente contratado, mas a necessidade desta manufatura pesquisada é a flexibilidade quanto ao *mix*. Condição que nem sempre é possível no panorama convencional de manufaturar.

O croqui do *Layout* futuro, demonstrado nas Figuras 4.12 contempla a criação de uma célula composta de três tipos de equipamentos somado a um supermercado no final do processo para atender ao fluxo cliente em qualquer circunstâncias, não está demonstrado mas cabe relatar que foi necessário a redução das embalagens tipo *rack* aramados por embalagens plásticas menores, dispensando o uso de empilhadeira dentro da célula. Também houve uma redução na área e a possibilidade de acidentes deixou de existir porque o *layout* foi modificado de departamental para celular, felizmente não houve nenhum acidentes no *layout* anterior, a célula foi desenhada montado próximo ao processo anterior (processo de extrusão) conforme o mapa do fluxo de valor futuro na Figura 4.7.

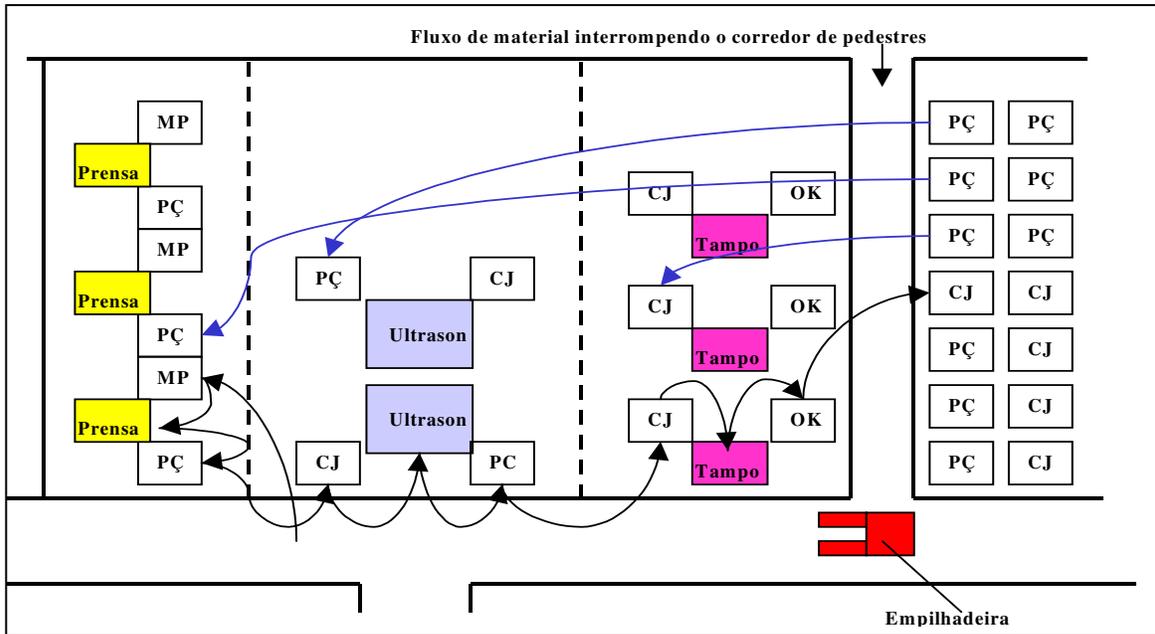


Figura 4.11 - *Layout funcional antes*

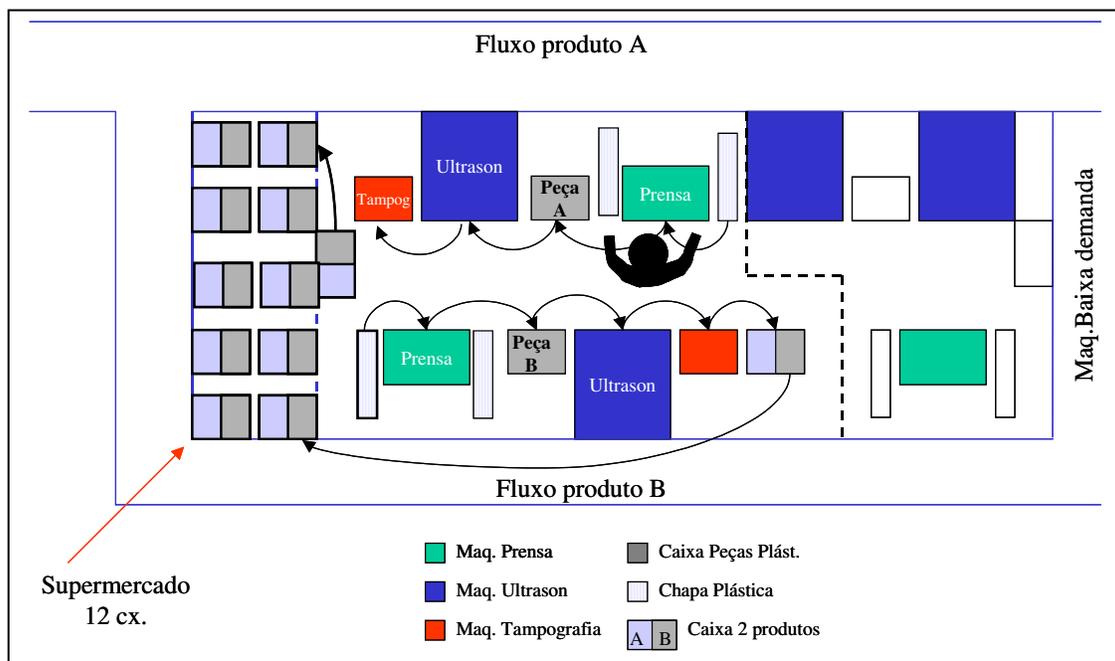


Figura 4.12 - *Layout celular depois*

Outro fator importante é a super produção que acontece simultaneamente com a falta de componentes não programados, não se pode afirmar que só um tipo de layout é ideal, isto depende de uma série de variáveis e principalmente dos requisitos funcionais, mas uma idéia de layout convencional versus um layout enxuto se pode facilmente observar algumas vantagens.

A célula foi projetada e construída considerando a flexibilidade para atender as mudanças de demanda do cliente, sem gerar altos estoques em processo, obedecendo à prioridade das linhas de montagem. É importante focar a flexibilidade do *layout*. A célula foi desenhada para uma pessoa, mas se o volume crescer é só adicionar duas ou mais pessoas, podendo trabalhar simultaneamente, Figura 4.13.

As embalagens de conjunto acabado mudaram de grandes *racks* aramados para pequenas caixas plásticas tipo 1030 de marca Marfinito. Em cada caixa plástica colocam-se 19 conjuntos bandeja e 19 conjuntos porta do evaporador, a mistura de peças diferente na mesma embalagem ocorre devido ao ponto de uso ser compartilhado, a descrição do método mostra que a medida é produtora, Figura 4.14.



Figura 4.13 - Foto *layout* celular.



Figura 4.14 - Mini-mercado com 2 tipos de peças/embalagem

As caixas ficam alocadas na célula, área demarcada, prontas para serem puxadas pelas linhas de montagem. A célula trabalha para manter as 12 caixas com peças, total do mini-mercado p/ 228 produtos.

4.2.4 Padronização do Método

A padronização da rotina do operador (Figura 4.15) ajuda garantir a cadência do cliente, nesse caso a linha de montagem. O método é descrito de maneira ordenada. Outro aspecto relevante é a visualização dos limites pelo tempo ciclo versus *takt time* (ritmo definido pelo cliente).

A Figura 4.16, apresenta dados de tempos compilados da folha de trabalho padrão para as duas peças fabricadas por produto na nova célula de manufatura. Na mentalidade enxuta de produção não é prioridade ocupar o equipamento todo o tempo e nem gerar estoque. A preocupação é atender ao cliente, acompanhar o tempo *takt*, mas o exemplo mostra que temos

somente 20% de utilização das máquinas, a condição de trabalho nessa célula não é regime escravo, porque se tem 14% de tempo de espera, no qual é possível descansar, mas uma análise mais apurada mostra que ainda é possível melhorar a produtividade da célula devido aos 56% de trabalho manual e aos 30% de tempo que o operador anda dentro da célula.

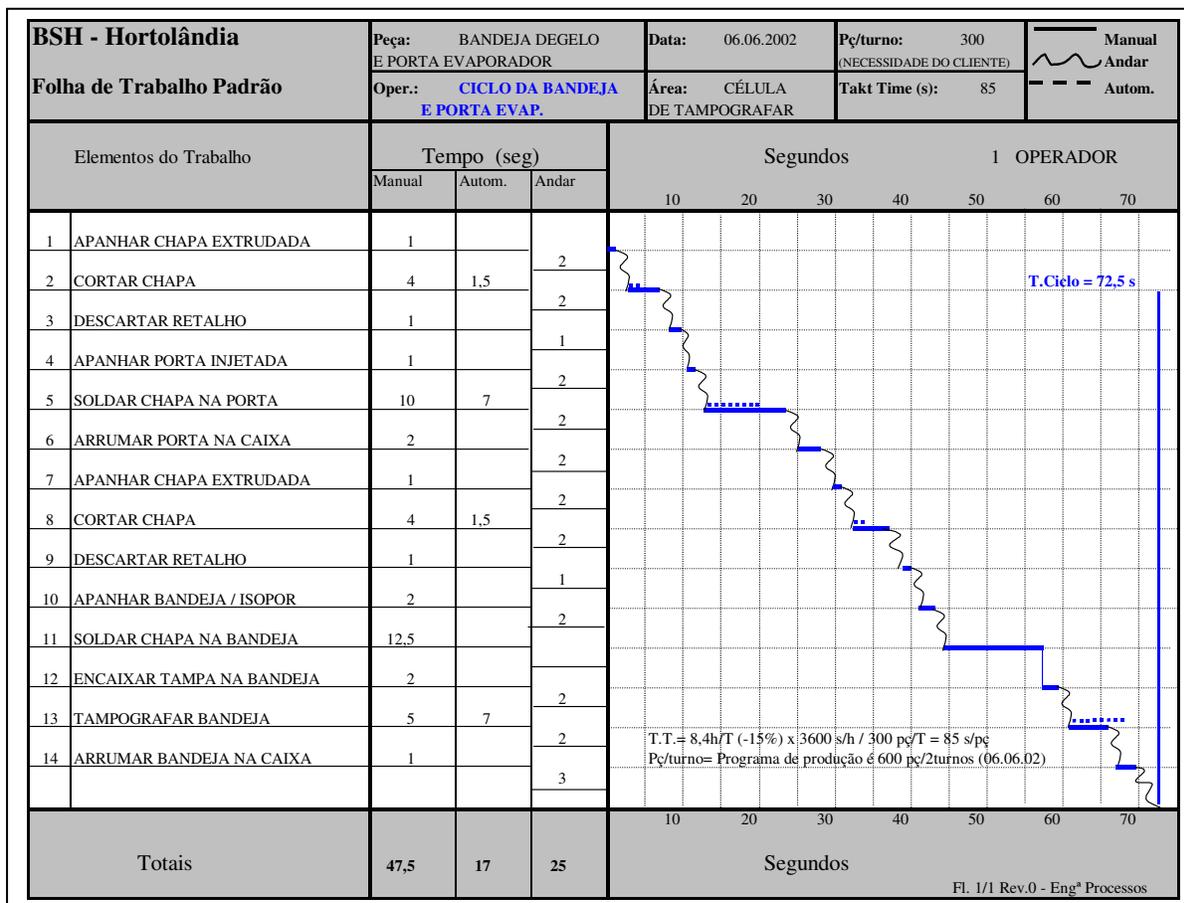


Figura 4.15 - Folha de trabalho padrão

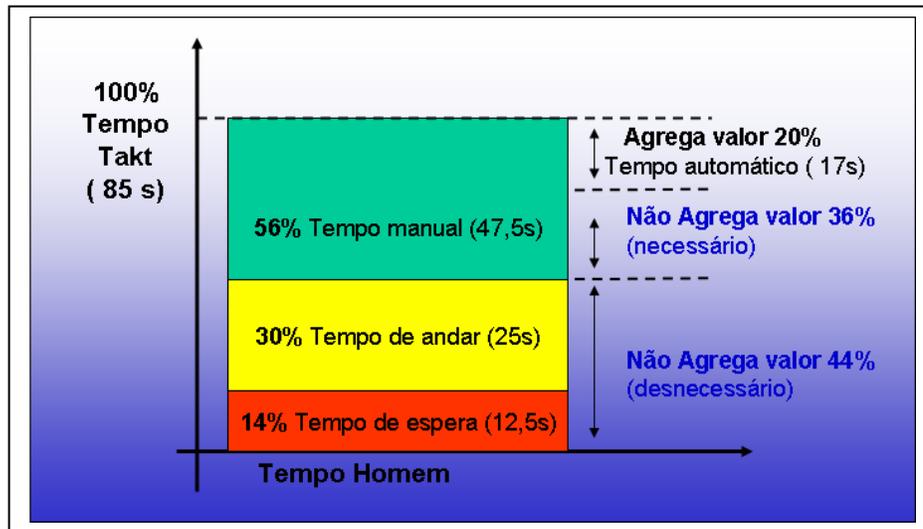


Figura 4.16 - Tempo de ocupação do operador na célula

4.2.5 Planos de Ações para 30 e 90 dias

Após a implantação o pesquisador reúne o time para análise dos resultados e nesta oportunidade se listam as ações a serem realizadas a curto prazo em até 30 dias, Tabela 4.4. Existem ações que dependem de aprovações, projetos e recursos físicos e financeiros, dentre outros fatores. Assim se planejam as ações fixando-se um responsável e uma previsão de execução com prazo de até 90 dias, Tabela 4.5.

Para controlar a realização das ações, planeja-se realizar um novo mapa de fluxo de valor da célula de manufatura pós-implantação que checará as atividades de melhorias listadas acima.

Tabela 4.4 - Exemplo de atividades de melhoria com prazo (30 dias)

Nº	Atividades de melhoria da célula – prazo 30 dias	Resp.
1	Substituição do <i>rack</i> aramado atual por caixa 1030 com tampa para bandeja degelo, acondicionar sem saco plástico, para reduzir área, tempo de ciclo e estoque em processo.	Supervisor PCP
2	Análise das melhorias de encaixe da chapa na bandeja degelo para reduzir tempo de encaixe e melhorar qualidade	Processista
3	Estudo de eliminação das 2 máq. de Ultrason com baixa utilização, modelo 36.	Processista
4	Melhoria do ritmo de trabalho do 1º turno para aumentar a produtividade	Supervisor produção
5	Desenvolvimento de carrinho/dispositivo para a caixa 1030, para evitar problema ergonômico	Processista

Tabela 4.5 - Exemplo de atividades de melhoria com médio prazo (90 dias)

Nº	Atividade de melhoria da célula – prazo 90 dias	Resp.
1	Transferir as 2 tampografias para as linhas de montagem	Processista
2	Limpeza da área antiga de tampografia	Supervisor produção
3	Realocar a cabine de preparar tinta tampográfica	Processista
4	Alterar corredor e porta de passagem do RH para a parede lateral	Processista

4.3 Resultados da Pesquisa e Implantação da Célula de Manufatura

Na busca de uma solução para eliminar a possibilidade de acidentes com empilhadeira no corredor, projetou-se uma célula de manufatura considerando a flexibilidade para atender as mudanças de demanda do cliente (linhas de montagem), sem gerar altos estoques em processo, obedecendo a prioridade de demanda com uso de *kanban* para peças prontas. É importante focar

a flexibilidade do *layout*, a célula foi desenhada para uma pessoa sendo viável ter até quatro operadores, depende do *Takt Time*, se o volume crescer é só passar de um para dois ou mais operadores, portanto pode-se trabalhar simultaneamente.

Mudaram-se as embalagens do conjunto acabado de grandes *racks* aramados para pequenas caixas plásticas, possíveis de serem manuseadas sem o uso da empilhadeira e, conseqüentemente, sem risco de acidentes. Também foi viável acondicionar dois tipos diferentes de peça em uma só embalagem, uma vez que as caixas plásticas ficam alocadas no supermercado na própria célula e prontas para serem puxadas pelas linhas de montagem. A Tabela 4.5 traz os resultados obtidos já na implantação.

Na segunda etapa, eliminou-se a condição de risco de acidente que ocorria ao se movimentar e empilhar embalagens, implantando uma célula de manufatura que resultou na disponibilidade de mais de 50% da área, entre outros ganhos qualitativos e quantitativos conforme tabela de resultados.

Tabela 4.6 - Resultados mensuráveis da aplicação

Medidas	Antes Kaizen	Depois Kaizen	Meta	% Melhoria
WIP	9.784 peças	2.596 peças	25 %	73 %
Kanban - WIP (Porta Evapor.)	1020 peças	540 peças		52 %
Área	143 m ²	100 m ²	15 %	30 %
Melhorias a ser Implantadas	0	17		
Soma do Ciclo de Tempo	77,7 s	72 s		7,3 %
Produtividade (pçs/oper)	336 pçs/pessoa	400 pçs/pessoa	10%	19 %
Pessoal (2 turnos)	4	3		25 %
Tempo de resposta p/ linha	5,3 horas	0,38 horas		92 %
Lead Time (sem mat.prima e fornecedor)	8,03 horas	2,24 horas		72 %

4.4 Terceirização de Peças – 3ª etapa

Na terceira etapa se direcionou a pesquisa à eliminação total da área, onde houve a terceirização de aproximadamente 20% das peças tampografadas que não puderam ser processadas dentro do tempo de ciclo de injeção plástica. Após a tercerização disponibilizou-se quase toda antiga área de tampografia de peças plásticas.

4.5 Automação na Área de Injeção Plástico – 4ª etapa

Este projeto se constitui de várias etapas. Todas são importantes e justificadas. A evolução de cada etapa depende exclusivamente das necessidades e objetivos da empresa geradas por interferências do ambiente interno e externo.

Após a implantação da 2ª etapa que se baseia na implantação de uma célula de manufatura o time de melhoria foi reformulado. A condução da pesquisa continua com a mesma metodologia e os objetivos ficam mais claros “Eliminar o setor de tampografia”, com suporte e orientação o pesquisador selecionou um novo time informal onde houve a participação de operadores, chefes de produção e técnicos e engenheiros de processos. Entre todos que participaram merece um especial destaque os técnicos e engenheiros de método por ter implantado e disseminado o conceito de automação na área de injetoras, as Figuras 4.17, 4.18 e 4.19 demonstram a peça tampa da gaveta de legumes com seu tempo de ciclo e a respectiva folha de trabalho padrão é um documento que prova a possibilidade de melhoria e faz enxergar os ganhos em produtividade real.

Essa etapa do projeto de pesquisa tem como principal objetivo reduzir uma operação no processo de fabricação, ou seja, fazer com que a operação de tampografia seja inserido na operação de injeção, sem que o tempo de ciclo da peça aumentasse.

A mudança inicia-se com a filmagem de ambos os processos para se analisar e estudar todos os elementos das atividades executadas durante o processo de injeção e tampografia. Antes deste trabalho ser executado, obviamente, passamos pela fase de aporte de conhecimento – fruto da metodologia de estudo de tempos – com o uso de filmadora já descrita no segundo capítulo deste trabalho.

Família Estudada no Projeto		
Tampa da Gaveta de Legumes		
INJEÇÃO	TAMPOGRAFIA	
Código da Peça	Produtos	
52100004812 Temp. Ciclo 38 seg.	RC 27	T. C. 19 seg.
	RB 27	T. C. 19 seg.
52100004871 Temp. Ciclo 46 seg.	RC 35	T. C. 19 seg.
	RB 35	T. C. 19 seg.
52100004840 Temp. Ciclo 43 seg.	RC 46	T. C. 19 seg.
	RB 46	T. C. 19 seg.
52100004343 Temp. Ciclo 43 seg.	KSV 47	T. C. 19 seg.

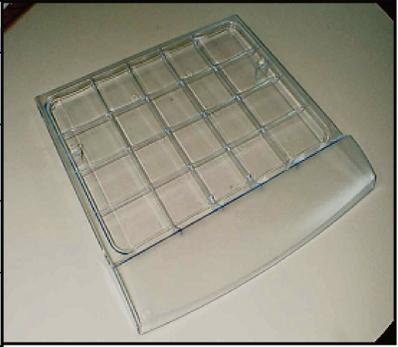


Figura 4.17 - Tempo de ciclo (TC) das tampas de legumes

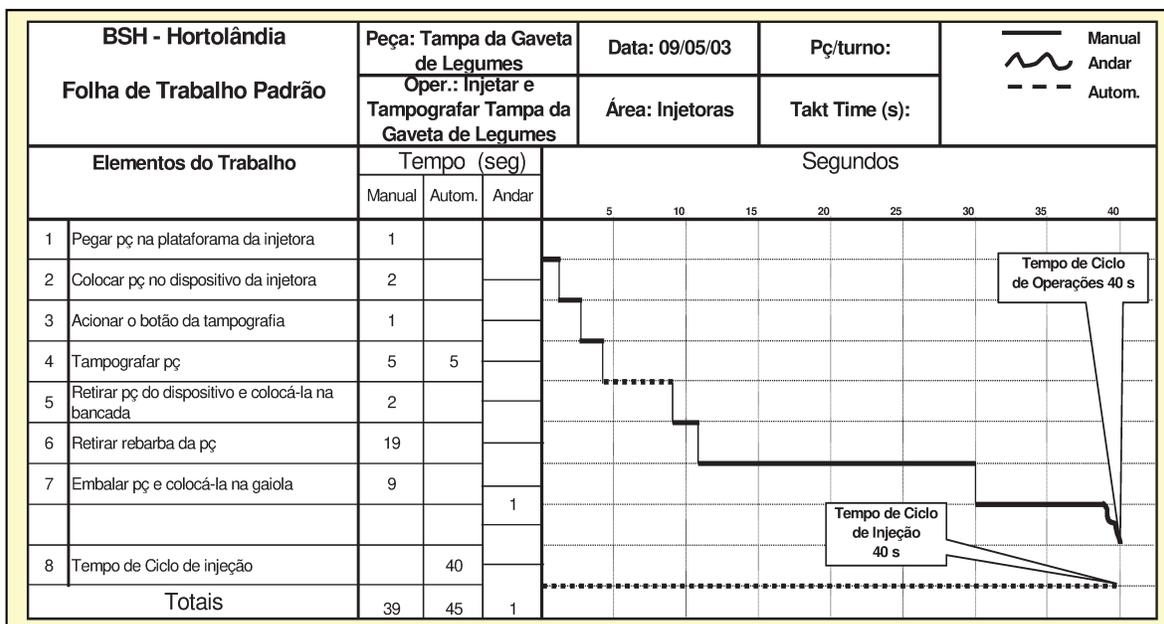


Figura 4.18 - Folha de trabalho padrão da tampa de legumes

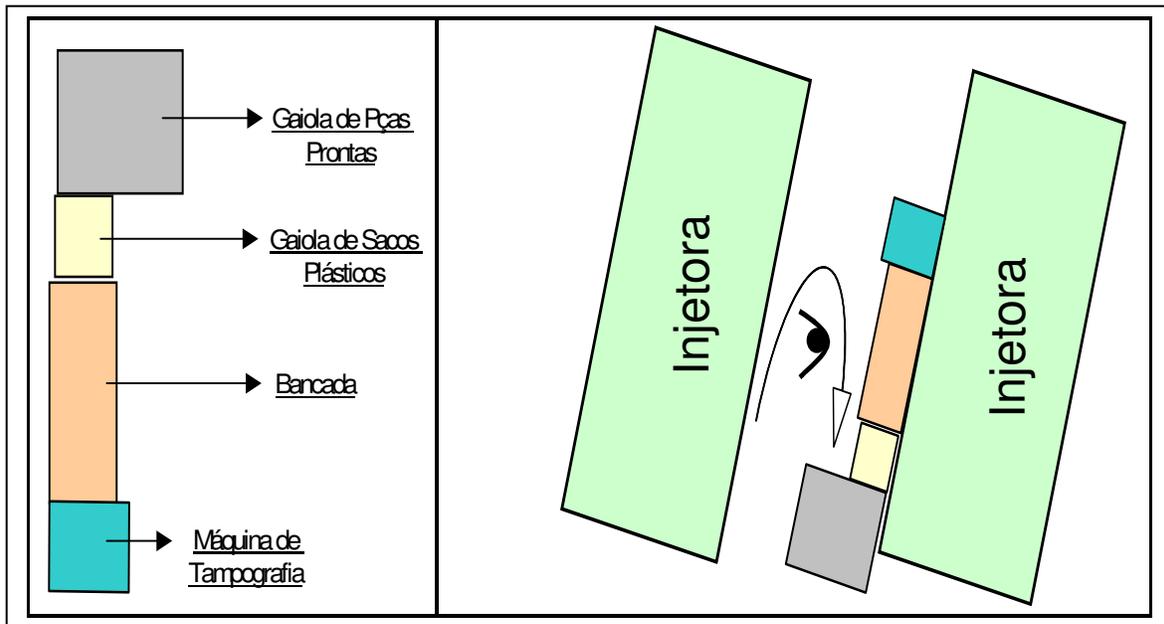


Figura 4.19 - Croqui do *layout* para injetar e tampografar

Na quarta etapa implantou-se o conceito de automação na área de injetoras, para tampografar o restante das peças dentro do tempo de ciclo do processo de injeção. Disponibilizou-se a antiga área de tampografia de peças injetadas.

As quatro primeiras etapas foram inovadoras nos aspectos de fluxo de processo. Como os autores do Mapeamento do Fluxo de Valor orientam, deve-se ter atenção ao fluxo de informação, dessa forma a quinta etapa do mapa registra a reestruturação do Sistema Kanban das injetoras.

4.6 Etapas de Melhorias no Fluxo de Processo e Informação

Após o estudo, constatou-se a possibilidade da união dos processos de tampografia e injetoras sem que o tempo de ciclo da peça aumentasse, mas se fizeram necessárias algumas mudanças, tais como método de trabalho, *layout* do posto de trabalho, Figura 4.19 e principalmente a retirada de atividades que não agregavam valor durante o processo de fabricação. Efetivamente com a implantação da 4ª etapa de melhoria, a área de tampografia deixou de existir, ou seja, para se eliminar o processo de fabricação foram necessárias as seguintes etapas, pode-se considerar que cada etapa foi um projeto de melhoria:

1ª etapa – Reprojeter o setor de peças tampografadas, situação inicial e convencional.

2ª etapa – Projeto da célula de manufatura de porta do evaporador e bandeja de degelo, que é o foco deste trabalho de pesquisa.

3ª etapa – Projeto de terceirização de peças tampografadas que não podem ser processadas dentro do tempo ciclo de injeção plástica.

4ª etapa – Projeto de aplicação dos conceitos de autonomia na área de injetoras, tampografar o restante das peças tampografadas dentro do tempo de ciclo do processo de injeção.

O mapa da Figura 4.21 e o diagrama na Figura 4.22 demonstram a evolução da quarta etapa. Como evidência de todo o trabalho, ao longo de muitos meses, apresenta-se a seguir a foto inicial do setor de tampografia com a área disponível (Figura 4.20).



Figura 4.20 - Foto da área disponibilizada

A pesquisa foi conduzida em sete etapas, de julho de 2001 até o julho de 2004, direcionadas pela aplicação da metodologia de Mapeamento do Fluxo de Valor. Os dados foram coletados pelos participantes por meio de pesquisa documental, das reuniões formais, das observações e análises científicas no ambiente da fábrica.

As quatro primeiras etapas foram inovadoras nos aspectos de fluxo de processo. Como os autores do Mapeamento do Fluxo de Valor orientam, deve-se atentar ao fluxo de informação,

portanto os três últimos Mapeamentos proporcionaram melhorias da informação com organização, redução de estoque e aumento da capacidade das máquinas.

Melhorias no Fluxo de Informação

A quinta etapa do mapa registra a reorganização e reestruturação do Sistema Kanban das injetoras com a finalidade de utilizar os quadros de Kanban na área de injeção de peças plástica.

Na sexta etapa, a prioridade da área de injetoras concentra-se no aumento de produtividade, portanto desenvolvemos e implantamos um sistema de gerenciamento de máquinas on-line em paralelo à metodologia de OEE, denominado Eficácia Global do Equipamento. A implantação do OEE nas injetoras melhorou a disponibilidade das máquinas injetoras em até 25% no período de 2004 comparado à 2003. Em 2005 os ganhos continuaram e podemos atribuir a melhoria da disponibilidade aos gestores da área a fábrica como um todo.

A sétima e última etapa, em andamento, refere-se a revisão do Sistema *Kanban* reduzindo o estoque de peças injetadas em 18% até final de 2005, embora fosse possível um melhor resultado não ocorreu devido ao crescimento de volume e mix, portanto se pode dizer que ainda temos oportunidades de melhorias nesta área de peças plásticas. Nesta etapa, figura 4.23, temos o resultado descrito no mapa onde se atingiu uma significativa melhoria de *lead time* na ordem de menos 23% e uma pequena redução no tempo de processamento igual a menos 3,9%. A figura 4.24 traz a foto do ambiente fabril após a implantação de todas as melhorias onde se registra um aumento de postos de trabalho em função da ocupação do espaço disponível com as 6 novas máquinas injetoras.

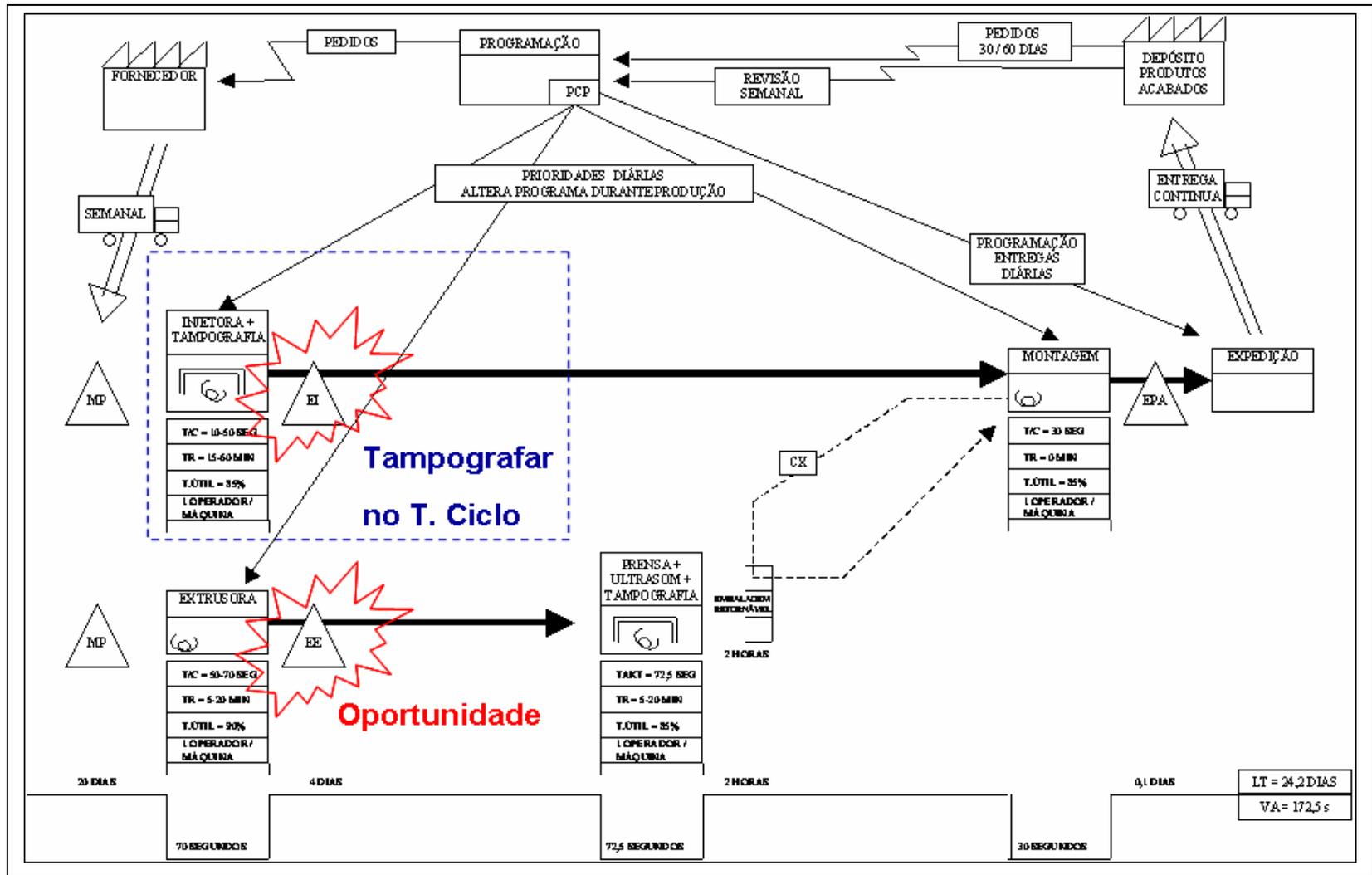


Figura 4.21 - Mapa futuro para tampografar peças no ciclo da injetora (4ª etapa)

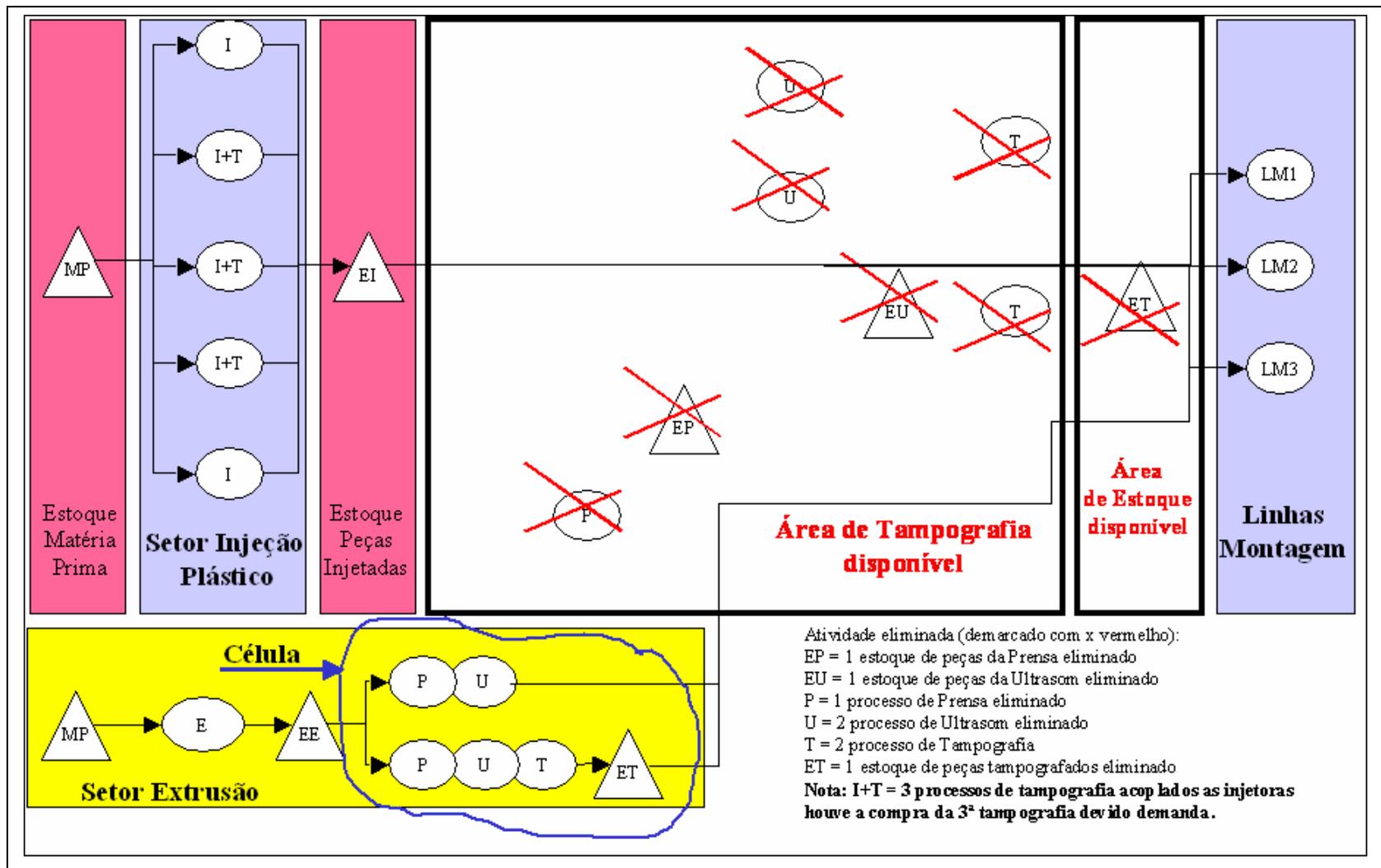


Figura 4.22 - Diagrama futuro para tampografar peças no ciclo da injetora (4ª etapa)

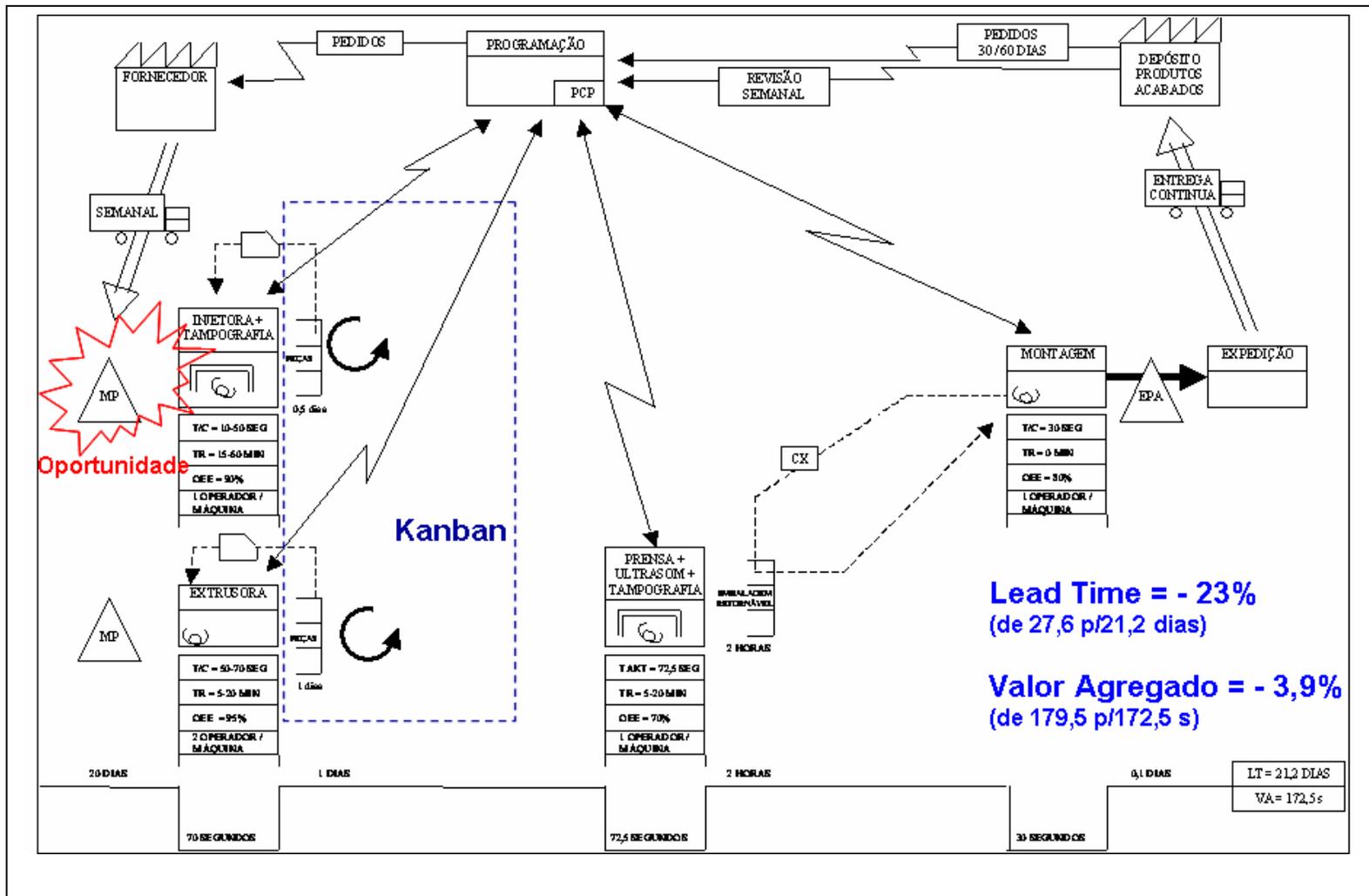


Figura 4.23 - Mapa futuro com melhorias no fluxo de processo e informação (7ª etapa)



Figura 4.24 - Ambiente fabril após implantação de melhorias (7ª etapa)

Capítulo 5

Conclusão e Recomendações

No capítulo 5 expõem-se as conclusões e as recomendações para novos trabalhos a serem desenvolvidos na empresa pesquisada.

5.1. Conclusão

Neste trabalho se utilizou o método de pesquisa-ação e modificamos o layout para eliminar o risco de acidentes no processo de tampografia. Utilizamos como base teórica os fundamentos do modelo de gestão advindos do Sistema Toyota de Produção (STP).

Todos os funcionários do setor pesquisado participaram do projeto de maneira formal ou informal. O trabalho de pesquisa trouxe a oportunidade de estimular a compreensão e a reflexão sobre o tema através do aporte de conhecimento. Dois operadores experientes, dedicados e com 2º grau, participaram diretamente dos trabalhos e foram capazes de absorver tecnologia de manufatura e gerar ganhos para a companhia com o uso de sua criatividade e de seu potencial humano, identificado como o oitavo desperdício por Liker (2005), portanto esta experiência desabona o pensamento de que operadores precisam ser graduado para melhor desempenho profissional no chão de fábrica.

A célula de manufatura foi uma consequência das ações para eliminar parte significativa do setor tampografia que já necessitava de uma revisão, *Kaizen*, devido ao não cumprimento do padrão de segurança definido. As necessidades da empresa foram atendidas com a melhor utilização da área e disponibilidade dos recursos humanos que foram re-allocados e até em alguns casos promovidos. A antiga área está sendo aproveitada

para a ampliação do setor de máquinas injetoras que passou de 18 para 24 máquinas de 2003 até 2006.

Os trabalhos de melhorias aliados à aplicação dos conceitos de Manufatura Enxuta, nos últimos três anos, trouxeram resultados significativos e relevantes aos negócios. Ajudaram a direcionar a empresa que, oficialmente em Janeiro de 2005, deu início ao seu próprio Sistema de Manufatura Enxuta – denominou-se Hortolândia Production System (HPS) – estruturando dez ferramentas e metodologias, integradas e vinculadas ao gerenciamento das diretrizes da planta pesquisada. Este trabalho entre outros contribuíram para a decisão do grupo que em Janeiro de 2006 incluíram em suas metas cooperativa a implementação de Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*). O programa HPS passou a chamar-se BSHPS que significa Sistema de Produção Bosch e Siemens Eletrodomésticos.

5.2 Recomendações para Novos Trabalhos

No que se refere à análise crítica desta aplicação, considerando os pontos fortes e fracos, o pesquisador indica uma nova forma de fazer onde se pode utilizar este trabalho como referência em outras manufaturas e fábricas de injeção plástico sob determinadas condições, pois a base para a generalização na pesquisa-ação é estreita, situacional e limitada no contexto que sofre variações por conta das necessidades do negócio e constantes mudanças no ambiente interno e externo. Essas mudanças devem ser acompanhadas para se evitar obsolescência. Fundamentado nas experiências e estudos sobre o ambiente pesquisado faço algumas recomendações para curto e médio prazo, com baixo investimento, que considero relevantes para a visão e competitividade da empresa:

1. Estender a aplicação dos conceitos de Lean Manufacturing nas áreas de suporte como logística, suprimentos, qualidade, engenharias e recursos humanos, com rigor nos planos de ações e controles focados em metas e resultados para melhorar os índices de produtividade e qualidade, pois o mesmo interfere no sistema de manufatura e gera perdas.

2. Melhor envolver os operadores nos projetos de melhorias com pesquisa-ação para aproveitar a capacidade crítica, criatividade e conhecimentos sobre os processos da fábrica.
3. Fazer uma transição por completo da empresa para um empreendimento de cultura enxuta. Iniciando pela integração do BSHPS aos programas e ferramentas de melhorias como 5S, TPM, CEP, SMED e outras, realizando auditorias periódicas e gerando planos de ações participativos.
4. Implementar de imediato a redução dos estoques utilizando os conceitos enxutos para toda a fábrica. Mapear os fluxos de informação e materiais primeiro dentro da fábrica e, tão logo os novos mapas estejam implantados dentro da visão de gestão enxuta, deve-se estender aos seus fornecedores e logística.
5. Iniciar o *Lean* administrativo, pois se tem excesso de estoque nas áreas administrativas, além de outros tipos de desperdícios no fluxo de informação.

A médio e longo prazo com um pouco de investimento sugiro:

1. Viabilizar a implantação de ferramentas como *Balanced Score Card*, Custeio ABC, Seis Sigma, Planejamento Estratégico e Desdobramento de Metas para todas as áreas para integrar os processos de fábrica aos resultados.
2. Capacitar os engenheiros, bem como os líderes de pessoal nas ferramentas do pensamento enxuto. Envolver todos em trabalhos e resultados para fixação da nova forma de pensar: condição estratégica e motivacional.
3. Capacitar os gestores das áreas de suporte um curso de pós-graduação voltado às necessidades dos negócios da planta, assim como definir para participantes a responsabilidade de projetos relevantes e estratégicos para se atingir os objetivos e metas da planta: estratégia de competitividade.
4. Revisar o *layout* conceitual da fábrica criando a oportunidade de transição de um sistema convencional para um fluxo enxuto com maiores ganhos.

Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, Oswaldo L. *Integração Estrutural dos Sistemas de Manufatura como Pré-Requisito de Competitividade*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1995, p. Tese (Livre Docência).

_____. *Sistemas flexíveis de manufatura*.(material de aula), Universidade Estadual de Campinas, 2002.

ARBÓS, L. C. *Design of a rapid response and high efficiency service by lean production principles: Methodology and evaluation of variability of performance*. International Journal of Production Economics, v. 80, pp.169 -183, 2002.

BALLOU, R. H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. 4ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2001, 532p.

BARNES, R. M. *Estudo de movimento e tempos - projeto e medida do trabalho*. São Paulo: Edgar Blücher, 1967.

BENDERS, J., Morita, M. *Changes in Toyota motors' operations management*. International Journal of Production Research, v.42, (3), pp.433-444, 2004.

BLACK, J. T. *O Projeto da fábrica com futuro*. 1ª ed., Porto Alegre: Bookman, 1998, 288p.

CALADO, R. D., Ruggiero S., Cooper, R. *Mapeamento da cadeia de valor na transformação de chapas*. Congresso de Corte e Conformação de Metais / 2003. São Paulo, 2003.

CALARGE, F., Calado, R. D. *A Metodologia de troca rápida de ferramentas aplicada na conformação de metais: a experiência de um fabricante de eletrodomésticos da linha branca*. Congresso de Corte e Conformações de Metais / 2001. São Paulo, 2001.

CAMPOS, V. F. *TQC: gerenciamento da rotina de trabalho do dia-a-dia*. Belo Horizonte: Bloch, 1994. 274p.

COHEN, D. Artigos da Revista Exame, edição 775. 2003.

Disponível em: <<http://www.portalexame.abril.uol.com.br>>. Acesso em 18.09.2003.

COOPER, R., Chew, W. B. *Control Tomorrow's Costs Through Today's Designs*. Harvard Business, january-february, 1996.

CORIAT, B. *Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização*. Rio de Janeiro: Revan, 1994, cap. 2, pp.51-81.

DUGGAN, K. J. *Creating mixed model value streams: practical lean techniques for building to demand*. New York: Productivity Press, 2002, 206p.

FEIGENBAUM, A. V. *Controle total da qualidade*. São Paulo: Makron Books, 1994.

FÓRUM DA COMPETITIVIDADE. 2001. Acesso em 30 abril 2005.

<<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sdp/proAcao/relResultados/plastico190304.pdf>>.

FUNDACENTRO. 2005. Acesso em 26 julho 2005.

<http://www.fundacentro.gov.br/CTN/acid_trabalho_doenca.asp?D=CTN>.

GHINATO, P. *Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just in Time*. 1ª ed., Belo Horizonte, Revista Produção, v.5, (2) , pp.169-189, nov,1995.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 2ª ed., São Paulo: Atlas, 1989, 206p.

HANSEN, G. S., Wernerfel, T. B. *Determinants of firm performance: the relative importance of economic and organizational factors*. Strategic Management Journal, v.10, pp.399-411, 1989.

HARRINGTON, H. J., *Aperfeiçoamento Processos Empresariais*. São Paulo: Makron Books, 1993, 343p.

HANTER, J.C., *O Monge e o Executivo*. Rio de Janeiro: Sextante, 2004.

HOPPEN, N., Meirelles, F. S. *Sistema de informação: um panorama da pesquisa científica entre 1990 e 2003*. São Paulo: RAE - Revista de administração de empresas, v.45, (1), pp.24-35, jan-nov, 2005.

ISHIKAWA, K. *Controle de qualidade total: a maneira japonesa*. Rio de Janeiro: 6ª ed., Campus, 1998, 221p.

KOELSCH, J.R. *Electronic publishing at Forming & Fabricating Industry Trends Report*. 2001. Disponível em: <<http://www.sme.org/cgi-bin/>>. Acesso em: 09 março 2001.

LIKER, J. K. *O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto alegre: Bookman, 2005, 316p.

LIMA, A. C., Pinsetta,W. J. M, Lima, P. C. *Mapeamento da cadeia de valor na divisão de suprimentos do hospital de clinicas da UNICAMP para redução do lead time no processo de*

aquisição de materiais hospitalares. XXV ENEGEP - Encontro Nacional da Engenharia de Produção, Porto alegre , RS, pp 130-137, Out, 2005.

MAYNARD, H. B. *Manual de engenharia de produção - Métodos de medida do tempo*, seção 3, São Paulo: Edgard Blucher, 1970.

MARTINS, G. de A. *Manual para elaboração de monografias e dissertações*. São paulo: Atlas, 1998.

MONDEN, Y. *Produção sem estoques: uma abordagem prática do sistema de produção da Toyota*. São Paulo: Instituto de movimentação e armazenagem de materiais, 1984, 141p.

MOREIRA, M. P. *Times de trabalho em ambientes de manufatura enxuta: processo e aprendizado*. Campinas, Dissertação (mestrado em Engenharia Mecânica), Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

MORETTI, J. W. *O “Total Quality Control” de A. Feigenbaum como modelo de sistema de gestão de qualidade*. Campinas, Dissertação (mestrado em Engenharia Mecânica), Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

MULLER, G. *Negócio na WEB: eficiência, competitividade e planejamento estratégico empresarial: o business-to-business na indústria automobilística*. Rio Claro: DEPLAN-IGCE-UNESP, 2002, 64p.

MUNDEL, M. E. *Estudo de movimentos e tempos*. São Paulo: Mestre Jou, 1966, 676p.

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

PORTER, M. E. *Vantagem Competitiva*. Rio de Janeiro: Campus, 1992, 512p.

ROTHER, M., Shook, J. *Aprendendo a enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. 1ª ed., São Paulo: Lean Instituto Brasil, 1998, 112p.

ROTHER, M., Harris, R. *Criando fluxo contínuo*. 1ª ed., São Paulo: Lean Instituto Brasil, 2002.

SANTIAGO, G.L.A. *Ações de melhoria contínua da qualidade na Orquestra Experimental da UFSCar*. São Carlos, 2002. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção), Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2002.

SPEAR, S., Bowen, K. T. *Decoding the DNA of the Toyota Production System*. Harvard Business Review, September-October, pp.97-106, 1999.

SHINGO, S. *Sistema de troca rápido de ferramentas: uma revolução nos sistemas produtivos*. Porto alegre: Bookman, 2000, 327p.

_____ *Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção*. 2ª ed., Porto Alegre: Bookman, 1996, 291p.

SLACK, N. et al. *Administração da produção*. 1ª ed., São Paulo: Atlas, 1997, 726p.

STEVE, W. *Workshop mapeamento do fluxo de valor*. Valinhos: Lean Instituto Brasil, Eaton, maio, 2000.

SUGAI, M., Lobo, C. E., Novaski, O., Lima, P. C. *A medida do tempo no diagnóstico e projeto de células de produção*. São Paulo, Revista Máquinas e Metais, set/ 2003.

SUH, N. P. *The Principles of Design*. Oxford: Oxford University Press, 1990.

SWEITZER, Timothy J. *A Simulation-based concurrent engineering approach for assembly system design*. Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2002.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-Ação*. 11^a ed., São Paulo: Cortez Editora, 2002, 108p.

VERGARA, Sylvia C. *Métodos de pesquisa em Administração*. São Paulo: Atlas Editora, 2005, 287p.

WOMACK, J. P., Jones, D. T., Ross, D. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992, 347p.

WOMACK, J. P; Jones D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

Bibliografia consultada

AHMAD, S., Schroeder, R. G., Sinha, K. K. *The role of infrastructure practices in the effectiveness of JIT practices: implications for plant competitiveness.* Journal of Engineering and Technology Management v.20, pp.161–191, 2003.

AMASAKA, K. *“New JIT”’: A new management technology principle at Toyota.* International Journal of Production Economics v.80, pp.135 - 144, 2002.

HINES, P. *Benchmarking Toyota’s supply chain: Japan vs U.K.* Long Range Planing, v.31, (6), pp.911-918, 1998.

HUNTER, S. L. *Ergonomic evaluation of manufacturing system designs.* Journal of Manufacturing Systems, v.20, (6), pp.429, 2001.

LIU, J.P., Luo, Z.B., Chu, L.K., Chen, Y.L. *Manufacturing system design with optimal diagnosability.* International Journal of Production Research, v.42, (9), pp.1695-1714, 2004.

MALAKOOTI, B., Malakooti, N., Yang, Z. *Integrated group technology, cell formation, process planning, and production planning with application to the emergency room.* International Journal of Production Research, v.42, (9), pp.1769-1786, 2004.

REYNAL, V. A. , Cochran, D. S. *Understanding lean manufacturing according to axiomatic design principles.* Lean Aircraft Initiative. MIT - Massachusetts Institute of Technology, 1996.

REYNOLDS, K. T. *Cellular manufacturing & the concept of total quality*. Computers Industrial Engineering, v.35, (1-2), pp.89-92, 1998.

SHAH, R., Ward, P. T. *Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance*. Journal of Operations Management v.21, pp.129-149, 2003.

SOLIMANPUR, M., Vrat, P., Shankar, R. *A multi-objective genetic algorithm approach to the design of cellular manufacturing systems*. International Journal of Production Research, v.42, (7), pp.1419-1441, 2004.

SULLIVAN, W. G., McDonald, T. N., Van Aken E. M. *Equipment replacement decisions and lean manufacturing*. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, v.18. pp.255-265, 2002.

SUH, N. P., Cochran, D. S., Lima, P. C. *Manufacturing System Design*. CIRP Annals, v.47, n°1, pp.627-639, 1998.