

Henry Stefan Di Giovanni Soares

**GLOBALIZAÇÃO DO SISTEMA DE MANUFATURA BASEADO NAS
ESTRATÉGIAS DE MELHORIA CONTÍNUA EM UMA EMPRESA DO
SETOR AUTOMOTIVO**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Mestre em Engenharia
Automotiva.**

São Paulo

2007

Henry Stefan Di Giovanni Soares

**GLOBALIZAÇÃO DO SISTEMA DE MANUFATURA BASEADO NAS
ESTRATÉGIAS DE MELHORIA CONTÍNUA EM UMA EMPRESA DO
SETOR AUTOMOTIVO**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Engenharia Automotiva (Mestrado
Profissionalizante).**

**Área de Concentração:
3149 - Engenharia Automotiva**

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Ferreira Batalha

São Paulo
2007

"Nunca desista, nunca desista, nunca, nunca..."

Winston Churchill

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gilmar Ferreira Batalha, que, foi fundamental no desenvolvimento deste trabalho, com seu alto conhecimento, atenção e dedicação constante.

Aos meus pais, Nilza e Ariel, pela dedicação e pelos valores morais transmitidos, além do carinho e amor sempre ilimitados e à minha noiva, Paula, pelo incentivo, dedicação, amor e compreensão durante estes últimos dois anos.

Aos professores pelas críticas e sugestões dadas a elaboração desta dissertação por ocasião do exame de qualificação.

A todos da General Motors do Brasil que colaboraram durante o desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

No mundo atual, em uma economia globalizada, onde a competição no setor automotivo está forçando as empresas a repensar e mudar suas estratégias de gestão. Com base nesse contexto este trabalho é desenvolvido com a finalidade da implementação da Manufatura Enxuta (Lean Manufacturing) no setor de abastecimento das linhas de montagem, tendo seus conceitos e capacitadores como alicerces para a implementação do processo. Nesta conjuntura serão analisados os pontos de vista de pesquisadores sobre a Manufatura Enxuta juntamente com modelos práticos desenvolvidos pela própria indústria automotiva que visa diminuir custos e desperdícios visando se fazer cada vez mais com cada vez menos e ter-se ainda uma proliferação de produtos, para atender a demanda dos consumidores, como formas de aumentar sua competitividade. Desta maneira este trabalho focaliza as ações necessárias para a implementação da Manufatura Enxuta e os benefícios alcançados sob uma visão gerencial da mudança. Com o desafio da manufatura de criar meios para produzir com qualidade e baixo custo de acordo à demanda de mercado, sendo este modelo de Manufatura Enxuta o resultado do que a companhia aprendeu com ela mesma e com outras montadoras em relação a este paradigma. E fazer comparações com as diferentes formas de implementação citadas na literatura de suprir materiais no ponto de uso na linha de montagem de veículos e o estabelecimento de uma melhor relação entre os fornecedores e a montadora.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta, abastecimento de materiais, linha de montagem, desperdícios.

ABSTRACT

In the current world, in a global economy, where the competition in the automotive area is pushing the companies, presents in a landing of oscillations, to rethink and to change your administration strategies. Based in this context this work is developed with the purpose of the implementation of the Lean Manufacturing in the material flow of provisioning of the assembly lines, having your concepts as foundations for the implementation of the process. In this conjuncture the specialists' point of view will be analyzed on the Lean Manufacture together with practical models developed by the own automotive industry that seeks to reduce costs and wastes making possible or trying to do more and more with less and less and to still have a proliferation of products, to assist the consumers' demand, as forms of increasing your competitiveness. In this way it focalizes the necessary actions for the implementation of the Lean Manufacturing and the benefits reached under a managerial vision of the change. With the challenge of the manufacture of creating means to produce with quality and low agreement cost to the market demand, being this model of Lean Manufacture the result than the company learned with her same and with other assemblers in relation to this paradigm. And to do comparisons with the different implementation forms mentioned in the literature of supplying materials in the point of use in the assembly line of vehicles and establishing of a better relationship between the suppliers and the assembler.

Key-words: Lean Manufacturing, materials feeding, assembly line, waste

SUMÁRIO

Resumo	
Abstract	
Lista de Tabelas	I
Lista de Ilustrações	II
Lista de Siglas	IV
Lista de Termos Estrangeiros	V
<u>CAPITULO 1: INTRODUÇÃO</u>	1
1.1 Objetivo do Trabalho.....	4
1.2 Questões de Pesquisas, Hipóteses e Objetivos.....	4
1.2.1 Questões de Pesquisa.....	5
1.2.2 Hipóteses de Pesquisa.....	5
1.3 Importância do Tema.....	5
1.4 Metodologia de Pesquisa.....	6
1.5 Organização do Trabalho.....	8
1.6 Limitação deste trabalho.....	10
<u>CAPITULO 2: OS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA</u>	12
2.1 Definição de Manufatura Enxuta.....	12
2.2 Os Princípios da Manufatura Enxuta.....	15
2.2.1 Determinar o valor para o cliente.....	16
2.2.2 Identificação da Cadeia de Valor.....	17
2.2.3 Trabalho em Fluxo / Simplificação Fluxo.....	19
2.2.4 Produção Puxada.....	20
2.2.5 Busca pela Perfeição.....	22
2.2.6 Foco na Qualidade.....	23
2.2.7 Desenvolvimento e capacitação de Recursos Humanos.....	24
2.2.8 Manter o ambiente de trabalho Limpo, Organizado e Seguro.....	24
2.2.9 Gerenciamento Visual.....	25
2.2.10 Adaptação de outras áreas da empresa para o pensamento enxuto.....	26
<u>CAPITULO 3: OS CAPACITADORES DA MANUFATURA ENXUTA</u>	27
3.1 Os capacitadores.....	27

3.1.1 Mapeamento do Fluxo de Valor.....	27
3.1.2 A Relação entre Clientes Fornecedores.....	29
3.1.3 Recebimento Just-in-Time.....	30
3.1.4 Layout Funcional.....	31
3.1.5 Trabalho em Fluxo Contínuo.....	31
3.1.6 Trabalho de acordo com o <i>Takt Time</i>	32
3.1.7 Sistema Kanban.....	33
3.1.7.1 Modelos de <i>Kanbans</i>	34
3.1.8 <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	35
3.1.9 Trocas Rápidas de Ferramentas.....	37
3.1.10 <i>Kaizen</i>	39
3.1.11 Ferramentas <i>Poka-Yokes</i>	40
3.1.12 Os 5s.....	43
3.1.13 <i>Empowerment</i>	43
3.1.14 Times de trabalho.....	44
3.1.15 Trabalhador Multi Habilitado com Rodízio de Funções.....	45
3.1.16 Comprometimento das Pessoas.....	45
3.1.17 Utilização de Gráficos de Controle Visual.....	45
3.1.18 Ferramentas para o Projeto Enxuto.....	46
3.1.19 Trabalhar com Sistema de Produção com alta repetitividade, porém com alta diferenciação do produto.....	46
3.1.20 Trabalho com estratégia de resposta de acordo com a demanda.....	46
<u>CAPITULO 4: ANÁLISE DAS ABORDAGENS SOBRE IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA</u>	47
4.1 Implementação da Manufatura Enxuta.....	47
4.2 1ª Abordagem: Implementação “padronizada” da Manufatura Enxuta.....	48
4.2.1 Abordagem segundo MONDEN (1984).....	48
4.2.2 Abordagem segundo AHLSTRÖM (1998).....	50
4.2.3 Abordagem segundo WOMACK & JONES (1998).....	54
4.3 2ª Abordagem: Implementação Contingencial da Manufatura Enxuta.....	60
4.3.1 Abordagem segundo PANIZZOLO (1998).....	61
4.3.2 Abordagem segundo ALLEN (2000).....	63
4.4 Sistema de classificação segundo os pesquisadores analisados.....	64

<u>CAPÍTULO 5: ANÁLISE DE FÁBRICAS BENCHMARKING DA</u>	
<u>CORPORAÇÃO</u>	67
5.1 Introdução.....	67
5.2 A empresa e a implementação da Manufatura Enxuta.....	67
5.3 Entendendo o panorama de desenvolvimento.....	72
5.4 Os modelos de fábricas.....	74
5.4.1 Fábrica de Lansing Grand River – Estados Unidos.....	75
5.4.2 Fábrica de Silao – México.....	76
5.4.3 Fábrica de Gliwice – Polônia.....	78
5.5 Semelhança entre as três fábricas.....	80
5.6 O sistema de comunicação da cadeia de suprimentos.....	81
<u>CAPITULO 6: ESTUDO DE CASO: UM MODELO PARA</u>	
<u>APRIMORAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DA FÁBRICA DA GM DE</u>	
<u>SÃO CAETANO DO SUL</u>	84
6.1 Introdução.....	84
6.1.1 Estado atual da fábrica de São Caetano do Sul.....	85
6.2 Aprimoramento dos processos produtivos.....	87
6.3 Estado futuro da fábrica de São Caetano do Sul.....	93
6.3.1 Itens a serem montados e seqüenciados.....	94
6.4 Estudo Financeiro.....	98
6.4.1 Indicadores de desempenho para a AEN.....	98
6.4.2 Estabelecendo o custo de inventário para uma produção de 160 mil	
veículos por ano.....	100
6.4.3 Estabelecendo o custo de inventário para uma produção de 205 mil	
veículos por ano.....	102
<u>CAPITULO 7: CONCLUSÕES</u>	104
7.1 Conclusões.....	104
<u>CAPITULO 8: PROPOSTAS DE PESQUISAS FUTURAS</u>	105
8.1 Propostas de Pesquisas Futuras.....	105
<u>CAPITULO 9: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Diferenças nos sistemas de manufatura	22
Tabela 3.1	Funções e regras para o uso do <i>Kanban</i>	34
Tabela 4.1	Princípios mais importantes da Manufatura Enxuta	65
Tabela 4.2	Os capacitadores da ME, sua respectiva codificação e relacionamento com princípios enxutos	66
Tabela 4.3	Classificação dos artigos	66
Tabela 6.1	Os principais tipos de desperdício e ações de melhoria no chão de fábrica	88
Tabela 6.2	Critério de pontuação dos quesitos de avaliação para o preenchimento das tabelas de 6.3 a 6.9	89
Tabela 6.3	Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício por superprodução	89
Tabela 6.4	Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício por espera	90
Tabela 6.5	Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício em transporte	90
Tabela 6.6	Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício em processamento	91
Tabela 6.7	Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício por estoque disponível	91
Tabela 6.8	Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício por movimentação	92
Tabela 6.9	Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício por produtos defeituosos	92

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1	A estrutura da dissertação	10
Figura 2.1	A Cadeia de Valor	18
Figura 2.2	O Sistema de Valor	19
Figura 2.3	Exemplo de Produção Puxada	21
Figura 3.1	Exemplo de modelo de processo usando a técnica de Análise da Cadeia de Valor	28
Figura 3.2	Modelos de <i>Kanbans</i>	35
Figura 3.3	Atingindo a Gerência Produtiva Total ou Total Productive Management	37
Figura 3.4	Os níveis de <i>kaizen</i>	40
Figura 3.5	Exemplo de um sistema <i>Poka-Yoke</i>	43
Figura 4.1	Custo, Qualidade e Mão-de-Obra são as melhorias do STP	50
Figura 4.2	Seqüências de Implementação da Manufatura Enxuta	54
Figura 5.1	Estrutura do GMS na General Motors Corporation	70
Figura 5.2	Os princípios do GMS na General Motors	71
Figura 5.3	As fábricas estudadas	74
Figura 5.4	Chevy Sierra	75
Figura 5.5	Chevy Silverado	75
Figura 5.6	Cadeia de Suprimentos Lansing Grand River – Estados Unidos	77
Figura 5.7	Chevy Suburban	77
Figura 5.8	Chevy Avalanches	77
Figura 5.9	Cadillac Escalade	77
Figura 5.10	Cadeia de Suprimentos de Silao - México	78
Figura 5.11	Opel Agila	79
Figura 5.12	Opel Zafira	79
Figura 5.13	Opel Astra	79
Figura 5.14	Cadeia de Suprimentos de Gliwice - Polônia	80
Figura 5.15	Tela de acesso inicial do SAP	82
Figura 5.16	Tela de menu de um determinado usuário	83
Figura 6.1	Chevrolet Vectra	85
Figura 6.2	Chevrolet Astra	85
Figura 6.3	Chevrolet Corsa	85

Figura 6.4	Chevrolet Classic	85
Figura 6.5	Cadeia de Suprimentos atual da fábrica de São Caetano do Sul	86
Figura 6.6	Cadeia de Suprimentos proposto da fábrica de São Caetano do Sul	93
Figura 6.7	Novo Armazém – Centro de suprimento seqüenciado e armazenagem a granel	94
Figura 6.8	Suspensão traseira e dianteira	95
Figura 6.9	Forro do teto e componentes	95
Figura 6.10	Componentes do <i>cockpit</i> a serem montados e entregue seqüenciado na linha de montagem	96
Figura 6.11	Quadro dianteiro montado	96
Figura 6.12	<i>Powertrain</i>	97
Figura 6.13	Conjunto roda e pneu	97

Lista de Siglas

- AEN => Análise Estratégica de Negócios
- CEO => Chief Executive Officer
- CEP => Controle Estatístico de Produção
- CF => Chão de Fábrica
- CS => Cadeia de Suprimentos
- DFMA => Design for Manufacturing and Assembly
- EUA => Estados Unidos da América
- FGI => Finished Goods Inventory
- GMB => General Motors do Brasil
- GMC => General Motors Corporation
- GMS => Global Manufacturing System
- HPV => Hours Per Vehicle (horas por veículo)
- HVAC => Heating, Ventilation and Air-Conditioning system (sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado)
- IP => Instrument Panel (painel de instrumentos)
- JIT => Just in Time
- JPH => Jobs per Hours (carros por hora)
- LAAM => Latin America, Africa & Middle East
- ME => Manufatura Enxuta
- NAO => North America Operations (Operações América do Norte)
- OA => Outras áreas
- SAP => Sistema de Automação de Processos
- STP => Sistema Toyota de Produção
- TPM => Total Productive Maintenance
- WIP => Work in Process

Lista de Termos Estrangeiros

Actual Time => disponibilidade operacional

Andon => sistema de alerta de problemas

Baka-Yoke => à prova de tolos

benchmarking => busca da melhor prática

Calibration Process => processo de calibração

Core Requirements => principais requerimentos

Elements => elementos

Empowerment => delegação de responsabilidades

Et al => e outros

finished goods inventory => inventário de produtos acabados

Foolproof Systems => Sistema a prova de tolos

Global Manufacturing System => Sistema Global de Manufatura

Goals => objetivos

hoshin kanri => gerenciamento

Jidoka => automação

job shop => padrão de fluxo multi-direcional ou sistema de manufatura com padrão de fluxo multi-direcional

Just in Time => estratégia de manufatura ou Sistema de controle da produção que prega a produção no momento certo

kaikaku => mudanças rápidas

Kaizen => mudança incremental

Kanban => SICOCCROP do sistema just in time

layout => arranjo físico das máquinas em um setor produtivo

Lean Manufacturing => Manufatura Enxuta

make to order => produzir sob encomenda

make to stock => produzir para estoque

milk run => Sistema de coleta

Mix => conjunto, grupo, combinação

muda => desperdício

on line => conectado a um sistema, está em operação

one piece flow => Produção em forma contínua

Operations Guidelines => guia de operações

pallet => estrutura plana de transporte

Poka-Yoke => à prova de falhas

Powertrain => conjunto motor e transmissão

Principles => princípios

regional tools => ferramentas regionais

resource to order => recurso para pedir

Seiketsu => padronização

Seiri => senso de utilização

Seiso => limpeza

Seiton => organizar a sobra

set up => preparação

Shitsuke => disciplina

Shojinka => sistema flexível

surveys => pesquisa de avaliação

Takt Time => ritmo de produção demandado pelo mercado

Tools => ferramentas

Total Personnel Motivation => motivação pessoal total

Total Process Management => processo de gerenciamento total

Total Productive Maintenance => processo de manutenção total

Total Productive Management => gerenciamento produtivo total

Value Stream Map => Mapeamento da cadeia de valor

work-in-process => processo de trabalho

yokeru => prevenir

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A história demonstra que sob o capitalismo não há uma única forma de organizar os elementos do processo de trabalho pertinentes à manufatura. Além disso, o desenvolvimento e o predomínio de uma determinada ação, em certa época, são condicionados por fatores de razão econômica, cultural, social e, desta forma, trazem consigo a marca de uma dada formação econômico-social. Todavia, a partir do momento em que uma forma específica tenha se constituído e mostrado mais eficiente, a mesma tende a difundir-se a diferentes regiões e culturas, pela ação das forças coercitivas da concorrência. Por outro lado, indica o caráter geral do capital na sua lógica de acumulação de riqueza e poder.

Nas primeiras décadas da Revolução Industrial, a produção dava-se praticamente de forma artesanal, o mercado encontrava-se inexplorado, porém em plena expansão.

O grande aumento de produtividade, alcançado com a substituição da produção artesanal por uma produção mecanizada, garantiu uma posição extremamente confortável às empresas emergentes.

A partir da segunda década do século XX, com o advento da linha de produção de Ford e da administração científica de Taylor, a lógica da produção capitalista apresentou modificações. Tal fato acarretou melhorias na produtividade industrial, destaque para a especialização do trabalho e a padronização dos produtos e peças. Este patamar foi alcançado devido a demanda do mercado superar a produção e, assim, os produtos padronizados e similares encontraram consumidores receptivos a eles.

À medida que a oferta de produtos superava a procura, o acréscimo da concorrência fez com que se iniciasse uma curva decrescente na padronização dos mesmos, no sentido em que novos produtos foram sendo introduzidos em intervalos de tempo mais curtos, reduzindo assim sua vida útil. Gradativamente, a produção não vinha sendo mais efetuada em linhas rígidas, surgindo a necessidade de maior flexibilidade para a introdução de novos modelos e freqüentes alterações nos mesmos. Outra restrição imposta

pela competição foi a redução contínua dos preços de venda, com o intuito de aumentar as vendas, significando que as imperfeições e ineficiências deveriam ser reduzidas sistematicamente.

Desta maneira, temos uma situação atual onde o mercado é competitivo, com produtos de boa qualidade, preço baixo, freqüentes modificações de projetos, curta vida útil e muitos modelos diferentes oferecidos à escolha do cliente. Para conquistar êxito no mercado, a empresa precisa produzir com eficiência. O efetivo controle das atividades produtivas é condição determinante para qualquer empresa competir em condições de igualdade com seus concorrentes. Sem este controle, as empresas ficam em desvantagem frente à competição mais eficiente. Com o intuito de superar esta dificuldade, pode ser feita uma comparação entre uma empresa moderna e uma empresa tradicional, para se ter uma idéia das mudanças ocorridas, em busca da competitividade.

Enquanto a empresa tradicional não necessitava de aprimoramento contínuo da eficiência, pois o mercado com menos concorrência absorvia as ineficiências e suportava preços razoavelmente altos, uma das principais preocupações da empresa moderna está voltada para a busca contínua da melhoria de produtividade e eficiência. Desta forma, a produção da empresa moderna deve ser feita de maneira a evitar ineficiências decorrentes de trabalhos improdutivos, de má qualidade, dentre outros aspectos. As atividades que não agregam valor ao produto devem ser reduzidas sistematicamente e de maneira contínua, da mesma forma que não se pode admitir qualquer tipo de perda no processo produtivo.

Entretanto, a prática de mudanças ainda está em um estágio de enfrentar muitas barreiras. Apesar de já estarmos nos anos 2000, muitas organizações internacionais ainda adotam modelos das décadas de 30 e 50, que se encontram ultrapassados e retrógrados. O que ocorre é que muitas empresas encaram as mudanças como algo difícil, desconhecido, complexo e incerto - um ambiente obscuro e perigoso. Algumas não conseguem elaborar um programa consistente de mudanças, por não terem uma idéia clara de como implementá-lo de forma estruturada e bem sucedida. As corporações, ainda que de uma forma despercebida, insistem em se comportar como um

sistema imunológico, capaz de eliminar qualquer corpo estranho a seu funcionamento diário.

Na administração denominada Clássica – início do século XX – ainda não era dada a devida ênfase ao ambiente, pois as organizações eram tratadas como sistemas fechados e sua permanência no mercado era traçada por variáveis pouco estáveis. Por consequência, os estudiosos da época não se preocupavam em adaptar as organizações aos novos cenários.

Entretanto, nas organizações contemporâneas, onde a flexibilidade no mix de produção e a rapidez de resposta ao cliente tornaram-se fatores-chaves para a sobrevivência da própria organização, pois o mercado exige cada vez mais um período breve de resposta e eficiência na mudança do mix de produção. Estes fatos exigem estruturas mais flexível e ação criativa, que ganham importância e força. Como salienta Morgan (1996), organizações que têm o aspecto mecanicista têm também uma maior dificuldade em se adaptar a situações imprevisíveis, pois são organizadas de forma a atingir objetivos pré-estabelecidos e não para atuar em um contexto de mudanças. Contudo, atualmente, mesmo estas organizações se vêem na obrigação de se adaptar.

Hoje, o modelo organizacional significa um realinhamento da estrutura, dos processos de gerenciamento, dos sistemas de informação, de recompensa, de pessoal e de outros elementos da organização na estratégia empresarial, Galbraith (1995). Algo capaz de surpreender é a multiplicidade de nomenclaturas e modismos que se espalham pela administração. Incomum são as ocasiões em que uma teoria se torna realmente revolucionária. Na maior parte das vezes, os administradores, criativos e desejosos de compartilhar suas experiências, inventam nomes novos para velhas coisas e, muitas vezes, retrocedem na história da administração voltando a conceitos “tayloristas”.

Durante os anos 80, as empresas buscavam vantagem competitiva por meio da introdução de iniciativas de aumento de qualidade total, produtividade e serviço ao cliente. Por muitas vezes estas iniciativas eram de responsabilidade da cúpula administrativa. Apesar de esses executivos conseguirem alguns progressos, na maior parte do tempo, ficavam desapontados com os resultados. Os progressos levavam mais à

sobrevivência do que a qualquer vantagem real, pois produtividade, qualidade e bom atendimento ao cliente são necessidades competitivas e não vantagens, daí a razão de muitas empresas terem introduzido essas iniciativas e terem feito poucos progressos.

Assim sendo, observa-se uma crescente necessidade de estruturas organizacionais enxutas e flexíveis como base para obter vantagem competitiva. Para tanto, faz-se necessário compreender como um todo o contexto em que se desenvolveram culturas de Produção Enxuta, para permitir o desenvolvimento de uma sistemática que assegure a sua implantação, não somente como uma cópia, ou moda, e sim como uma ferramenta de mudança.

1.1 Objetivo do trabalho

O objetivo deste trabalho é de apresentar uma proposta de um centro de sequenciamento, armazenagem e manuseio de materiais junto com a aplicação dos princípios e capacitadores da Manufatura Enxuta, na fábrica da General Motors na cidade de São Caetano do Sul, que garantirão a redução de desperdícios e de custos no processo produtivo da fábrica.

Assim, entre outros benefícios, busca-se, com a aplicação de processos e melhores práticas, proceder a ajustes no processo de produção, tornando-o mais adequado e otimizando os recursos materiais, humanos e financeiros utilizados.

1.2 Questões de Pesquisa e Hipóteses

Nesta seção serão descritas as questões de pesquisa e as hipóteses levantadas. Estes pontos serão de fundamental importância para que não se percam o foco e a direção na realização deste trabalho.

1.2.1 Questões de Pesquisa

A seguinte questão de pesquisa norteará o trabalho:

Existe uma forma padrão ou uma forma contingencial para se implementar a Manufatura Enxuta em empresas?

Esta questão será analisada com relação à:

- a) Trabalhos e experiências anteriores.
- b) Fábricas da General Motors que implementaram a Manufatura Enxuta em outros continentes, além do americano.

1.2.2 Hipóteses de Pesquisas

A partir da questão de pesquisa acima, pode-se elaborar as seguintes hipóteses:

Hipótese 1 - As fábricas da GM estão utilizando uma forma padrão para a implementação da Manufatura Enxuta, independente da fatia de mercado e forma de automação produtiva (serviços e manufatura), em todas as unidades.

Hipótese 2 - A implementação da Manufatura Enxuta nas fábricas da GM vem se dando de forma contingencial em que cada empresa escolhe seus capacitadores, princípios e uma seqüência mais adequada, de acordo com suas características e necessidades.

Hipótese 3 – A implementação da Manufatura Enxuta nas fábricas da General Motors apresenta-se de duas formas na mesma fábrica: padrão e contingencial, de acordo com suas características e necessidades.

1.3 Importância do Tema

Sabemos que a concorrência entre as empresas está muito acirrada, além dos consumidores estarem cada vez mais exigentes, a corrida tecnológica é exorbitante e os recursos naturais escassos. Este cenário torna

necessário que novos paradigmas e metodologias de gestão de produção sejam utilizados pelas organizações para que estas possam antecipar-se e/ou adaptar-se a essa dinâmica atual.

Dentre os paradigmas está a Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*) que tem como principal objetivo eliminar o desperdício na organização como um todo. De acordo com SIPPER & BULFIN (1997) a Manufatura Enxuta, juntamente com a Manufatura Ágil, são as duas filosofias de gestões que surgiram de forma a tornar uma empresa referência de padrão.

É sabido que em muitos países existem empresas que estão utilizando o paradigma da Manufatura Enxuta, com o objetivo de sobreviver a esse mercado tão competitivo e aumentar suas margens. No Brasil isto também é verdade, no entanto, existem duas abordagens, segundo a literatura, sobre o sequenciamento das etapas de implementação da Manufatura Enxuta: caminho único e caminhos diversos.

Sendo assim, este trabalho se propõe a analisar qual destas abordagens é mais coerente. Esta análise dar-se-á por meio de revisão da literatura a respeito das duas abordagens e, também, por meio de estudo de caso em diferentes plantas da General Motors que estão implementando ou implementaram a Manufatura Enxuta.

1.4 Metodologia de Pesquisa

A seguir caracterizaremos a metodologia utilizada neste trabalho de acordo com as metodologias empregadas na engenharia de produção.

➤ Embasamento Teórico Conceitual

De acordo com BERTO & NAKANO (2000), esta metodologia “é produto de reflexões a partir de um fenômeno observado ou relatado pela literatura, compilação de idéias e opiniões de diferentes autores ou ainda simulação e modelagem teórica”. Os autores, com o intuito de classificar trabalhos científicos, propuseram que as observações de campo não estruturadas, as que segundo os mesmos são realizadas sem instrumentos formais de coletas de dados, também sejam classificadas com teórico-conceitual. Ainda, fazem

parte deste grupo, pesquisas de discussões conceituais a partir da literatura e revisões bibliográficas. Deste modo a revisão bibliográfica deste trabalho é uma pesquisa deste tipo.

➤ Estudo de Caso de experiências das fábricas da corporação

EISENHARDT (1989) cita os objetivos do estudo de caso como sendo:

- i) fornecer a descrição de um tema
- ii) testar a teoria
- iii) gerar a teoria

Os estudos de casos terão objetivos ligados ao item (i), pois serão comparadas as duas formas de implementação e não será gerada uma nova teoria.

Neste trabalho de mestrado utilizou-se o procedimento de pesquisa teórico-conceitual, pois esta dissertação consiste numa revisão bibliográfica a respeito de formas (padrão e contingencial) de implementação da Manufatura Enxuta, por meio da coleta de teorias de diferentes autores. Além do procedimento teórico-conceitual, utilizou-se também o estudo de caso no desenvolvimento deste trabalho.

Ressaltamos que o estudo de caso possui três limitações como YIN (1994) descreve:

- A falta de rigor do método, podendo deixar que evidências falsas ou tendenciosas influenciem as conclusões.

- Ao se realizar um estudo de caso é fornecida pouca base para a generalização. BRYMAN (1989) afirma que o estudo de caso, pelo fato de envolver o estudo de um número pequeno de casos, não tem o objetivo de generalizar estatisticamente as conclusões obtidas, mas sim criar relações e entendimento do fenômeno estudado.

- É um método de pesquisa que despence muito tempo e resulta numa quantidade grande de documentos.

Nos estudos de casos realizados neste trabalho procurou-se minimizar estas fraquezas, utilizando-se rigor e um padrão metodológico no momento em que se analisam as diferentes fábricas estudadas.

Após a definição e verificação dos objetivos e limitações dos procedimentos de pesquisa utilizados nesta dissertação, estaremos apresentando como forma escolhidos os casos relatados neste trabalho.

Os estudos de caso tratados nesta dissertação foram escolhidos por terem aplicados os conceitos da Manufatura Enxuta e atingiram resultados significativos na mão de obra, bem como nos custos de inventário para suas fábricas. As três fábricas escolhidas, nos Estados Unidos, no México e Polônia são consideradas benchmarking na corporação. Implantaram na cadeia de fornecedores os conceitos de *milk-run*, abastecimento seqüenciado da linha de montagem e sistema *kanban* de abastecimento de linha.

A metodologia usada para se conseguir informações sobre estas fábricas, de acordo com as características citadas, foi buscar informações com especialistas das áreas de matérias e produção, além de informações na intranet da empresa, fóruns de manufatura e na própria internet.

Os casos mostrados nesta dissertação caracterizam uma amostragem de maneira proposital. Segundo PATTON (1990), o método de amostragem proposital, apresenta o teor de selecionar casos ricos em detalhes para proporcionar uma elaboração de casos de maneira eficiente.

1.5 Organização do trabalho

Para atingir os objetivos foram abordadas as principais formas de implementar a Manufatura Enxuta, apresentada na literatura por diversos autores, expondo diferentes maneiras de evitar desperdícios ao longo do processo produtivo de uma empresa automotiva e ressaltando a relevância do tema e a delimitação do presente estudo.

O desenvolvimento do trabalho em capítulos teve a distribuição de assuntos voltada para o entendimento crescente, por parte do leitor, do

processo de Manufatura Enxuta por diferentes abordagens e autores, desde os princípios e capacitadores até a análise de estudos de casos observados em fábricas, as quais os princípios e capacitadores estão presentes nas atividades rotineiras das empresas.

No capítulo 2 são apresentados os princípios da Manufatura Enxuta, sem esquecer de ressaltar a origem da mesma, após a Segunda Guerra Mundial, em um momento onde o crescimento econômico era muito baixo, e a importância de garantir que alterações reais no comportamento aconteçam em todos os níveis da organização.

O capítulo 3 trata dos capacitadores e a importância da aplicação de cada um deles, que não necessariamente precisam ser introduzidos de uma só vez. Alguns não são aplicados, dependendo do contexto da empresa e o que a mesma busca como resultado.

No capítulo 4 são analisadas abordagens sobre a implementação da Manufatura Enxuta por diferentes autores e suas particularidades.

No capítulo 5 são apresentados casos de implementação de conceitos de Manufatura Enxuta em fábricas da GM, nos seguintes países: Estados Unidos, México, Polônia e Brasil.

O capítulo 6 aborda a viabilidade de se obter vantagens dos resultados obtidos com os estudos de caso para uma fábrica onde os conceitos de Manufatura Enxuta podem ser aprimorados para que os desperdícios possam ser minimizados.

Finalmente, no capítulo 7 são apresentadas as conclusões do trabalho e sugestões para possíveis desdobramentos da pesquisa.

A estrutura da dissertação é mostrada na figura 1.1.

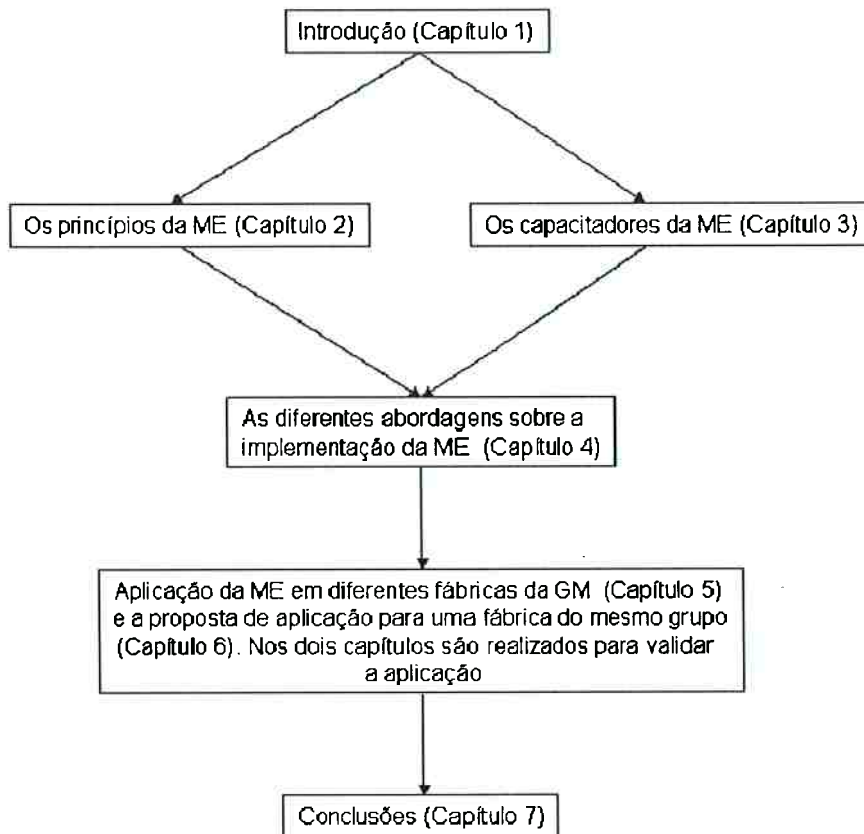


Figura 1.1 – A estrutura da dissertação

1.6 Limitação deste trabalho

São as seguintes limitações encontradas:

- a) Devido a abrangência e dimensão do tema Manufatura Enxuta, este trabalho vai ater-se a apresentar seus princípios, capacitadores e abordagens por diferentes autores como forma de contextualizar a implementação da Manufatura Enxuta e suas vantagens para maior competitividade da empresa no mercado.
- b) Embora haja uma vasta bibliografia relacionada à Manufatura Enxuta, a atenção dos autores foi, em sua maior parte, focada em determinar valor para o cliente, identificando a cadeia de valor e eliminando desperdícios presentes no processo produtivo.

- c) O estudo de caso apresentado, que foi realizado dentro de fábricas da General Motors, aborda e destaca as modificações efetuadas no processo produtivo que resultaram em benefícios para a empresa e seus fornecedores. Entretanto, os desperdícios apresentados por essas fábricas também podem ocorrer em outros tipos de indústrias. Este fato permitiria o emprego deste estudo como referência, desde que as soluções propostas fossem adaptadas de acordo com as necessidades de cada empresa e de sua conjuntura específica, logo que as soluções referidas não podem ser tratadas de uma forma comum a todas as empresas.

CAPÍTULO 2

OS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA

2.1 Definição de Manufatura Enxuta

Após a Segunda Guerra Mundial, quando a economia japonesa estava devastada e as montadoras do setor automobilístico norte americano e europeu cresciam e ganhavam mercado em todo o mundo, o então presidente da Toyota Motor Company, Toyoda Kiichiro, disse: “Alcancemos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá”. Porém, isso não seria muito fácil, pois a produção japonesa era muito aquém, comparada à europeia (cerca de um terço da produção europeia) e ainda mais baixa, em se tratando da produtividade norte americana (aproximadamente um nono da produção americana). Taiichi Ohno, conclui que os americanos não poderiam ser, por volta de oito a nove vezes, mais eficazes que os japoneses e que os mesmos deveriam estar desperdiçando alguma coisa. A partir desse ponto, começou-se a pensar na Manufatura Enxuta, a qual foi inicialmente denominada por Sistema Toyota de Produção.

Nessa época, japoneses realizaram algumas visitas aos Estados Unidos: conheceram as gigantes Ford e General Motors e dessa forma obtiveram um contato mais próximo com a produção em massa. No entanto, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno perceberam que o sistema de produção em massa, que possui um alto volume de produção com pouca variedade de produtos, baixos custos e acima de tudo, onde a produção é empurrada ao mercado, não funcionaria no Japão por certas restrições que o pai enfrentava.

Com a economia devastada após a Segunda Guerra Mundial e o crescimento econômico muito baixo ou praticamente estagnado, era

impossível ter uma produção em excesso a ser “empurrada” ao mercado, com pouca variedade de produtos. Além disso, a cultura organizacional dos japoneses, onde os trabalhadores não estavam acostumados a serem exauridos ao máximo com trabalhos temporários, repetitivos e monótonos, impedia o sistema de produção em massa no Japão.

Esta prática é importante na produção em massa e muito comum nos Estados Unidos onde a contratação de trabalhadores temporários dispostos a enfrentar condições precárias por boas remunerações era normal, juntamente com o trabalho repetitivo e a falta de autonomia dos operários. Vale salientar que também o sindicato fraco e desorganizado que existia nos Estados Unidos, essa época, era muito bem visto pelas empresas que produziam em massa, pois não havia reivindicações por melhores condições de trabalho, ou mesmo uma garantia aos funcionários quanto ao emprego. Em contrapartida, no Japão, os sindicatos eram fortes e organizados, não permitindo essas condições extrativas e precárias de trabalho. Então, a necessidade de produzir de forma diversificada e pouca quantidade com um maior rendimento dos trabalhadores, eliminando o desperdício, era uma questão de sobrevivência para a Toyota Motor Company.

Portanto, da necessidade de produzir pequenas quantidades com grandes variedades e baixos custos, para atender o mercado automotivo japonês fragilizado e com potenciais concorrentes americanos e europeus, nasce o Sistema Toyota de Produção (STP) que, mais tarde, em meados de 1980, seria denominado Manufatura Enxuta. O termo enxuta, do inglês *Lean*, foi definido por John Krafcik, do Massachusetts Institute of Technology, para descrever as técnicas do sistema de produção, o sistema de trabalho e a política de recursos humanos. John Krafcik chamou o sistema de enxuto pela redução de atividades relacionadas à produção em massa, como estoques menores no local de fabricação e menos espaço para a fabricação.

Eiji Toyoda e Taiichi Ohno apud WOMACK & JONES foram os pioneiros em utilizar o pensamento enxuto na forma de relacionamento

entre clientes e fornecedores, nas operações da produção e no desenvolvimento de novos produtos com a eliminação do muda.

Muda é uma palavra japonesa que significa desperdício, ou seja, atividades que não agregam valor ao produto. Portanto, qualquer atividade que absorva recursos e não agregue valor, como, por exemplo: retrabalho, produção de itens indesejados, altos níveis de estoques em toda a cadeia de suprimentos, etapas de processamento, movimentação (de materiais ou funcionários) desnecessária e espera por falta de abastecimento são muda que a Manufatura Enxuta tenta eliminar.

Esse paradigma, a Manufatura Enxuta, consiste em fazer cada vez mais, utilizando cada vez menos (esforço humano, equipamentos, tempo, espaço), aumentando dessa forma a eficiência da produção pela eliminação de muda. WOMACK *et al* (1992) cita que com metade de esforços seja humano, espaço, investimentos em ferramentas, engenharia e tempo pode-se produzir uma “variedade crescente de produtos” ao se utilizar o Lean Manufacturing (termo usado pelo autor em seu livro *A Máquina que Mudou o Mundo*). Ainda WOMACK & JONES (1998) relatam que a Manufatura Enxuta seria entendida como um contraponto da produção em massa, pois a Manufatura Enxuta dá ênfase ao trabalhador multifuncional, no baixo inventário, seja ele em processo ou final, além da produção ser puxada e não empurrada.

MONDEN (1998) acredita que o STP (Sistema Toyota de Produção) tenha uma idéia básica que consiste em “produzir os tipos de unidades necessárias, no tempo necessário e na quantidade necessária”. Ainda MONDEN acredita que exista submetas para apoiar a meta principal de reduzir desperdícios, portanto, abaixar os custos. Essas submetas são três:

Controle da Quantidade, que consiste na capacidade do sistema em se adaptar às variações em termos de variedade de produtos e quantidades. A segunda é a qualidade assegurada, que tem como premissa: cada processo receberá produtos conformes dos seus

antecessores e eles suprirão seus clientes sempre com produtos conformes. A terceira submeta é o respeito à condição humana, no qual fica evidente a importância dos recursos humanos.

As três submetas, juntamente com a meta, devem estar alinhadas, não podendo existir independência, dando dessa forma coesão à Manufatura Enxuta.

A Manufatura Enxuta tem dois conceitos-chave, sendo o primeiro o Just-in-Time (no tempo exato), que, basicamente, significa produzir e entregar as quantidades necessárias no tempo certo no lugar certo. O Jidoka (automação) é o segundo conceito importante sendo este a “automação com um toque humano” OHNO (2002).

2.2 Os Princípios da Manufatura Enxuta

Um dos maiores desafios com que se depara a administração durante a implementação de técnicas de manufatura enxuta ("*lean manufacturing*") é garantir que alterações reais no comportamento aconteçam em todos os níveis da organização. Mesmo a equipe gerencial mais bem-intencionada, leal e respeitada, se não alcançar a adoção entusiástica das mudanças, verá seu plano se reverter nas velhas e familiares rotinas. Sem um sólido programa de mudanças gerenciais perfeitamente entrelaçadas com o projeto de manufatura enxuta, assim como uma forte liderança, o projeto estará condenado desde o seu início.

O próprio termo manufatura enxuta pode ser problemático, já que alguns trabalhadores vêem o termo enxuto como sinônimo de perda de emprego. A menos que a administração identifique e lide abertamente com essas e outras barreiras importantes, as mudanças reais poderão nunca ser alcançadas.

A administração deve ver o mundo com os olhos daqueles que estão sendo chamados a adotar a iniciativa enxuta, e responder à simples

questão que vem à mente de cada um dos envolvidos: "O que eu tenho a ver com isso?" Pesquisas têm mostrado que a pessoa mais credenciada para responder essa questão para os operários é o seu supervisor imediato.

Infelizmente, os encarregados ou supervisores de primeira linha são normalmente os mais mal equipados para dar essas respostas. Isto se dá, principalmente, porque esses supervisores recebem muito pouco treinamento gerencial, especialmente na área de mudanças. Outros fatores a serem considerados são: as expectativas de desempenho por parte da alta administração e as pressões do dia-a-dia.

Na próxima seção mostraremos os princípios, que são as idéias ou regras, que servem como guia para a empresa, levantados por HINES E TAYLOR (2000) em uma revisão bibliográfica sobre o tema na literatura, pois representam o "o quê" deve ser feito para atingir-se os objetivos de desempenho de produção.

2.2.1 Determinar o valor para o cliente

Este princípio, determinar o valor para o cliente, foca-se em definir o produto e seu valor. Ver o produto de acordo com o cliente e dessa forma determinar um custo-alvo embasado no volume de recursos e esforços necessários para produzi-lo é a base deste princípio, pois assim é possível determinar um produto que o consumidor está disposto a comprar.

Ao se fazer o desenvolvimento do produto, a engenharia simultânea não deve ater-se apenas às especificações do produto, mas principalmente na utilização deste. Deve-se levar em consideração as necessidades dos clientes e também a "aparência" do produto (forma com que os clientes olham o produto).

De acordo com essa filosofia, deve-se estender esta idéia de valor por toda cadeia de valor, ou seja, todas as etapas por onde flui o produto, dos fornecedores a empresas fornecedoras de serviços para a distribuição, para

que todos observem o que realmente os clientes estão dispostos a pagar e dessa forma possa-se redefinir ou definir um “produto”.

WOMACK & JONES (1998) dizem que “é vital que os produtores aceitem o desafio da redefinição, pois isso muitas vezes é a chave para encontrar mais clientes, e a capacidade de encontrar mais clientes e vendas com muita rapidez é essencial ao sucesso do pensamento enxuto”.

Desta maneira, WOMACK & JONES (1998) acreditavam que antes de se iniciar um estudo de ampliação da variedade de produtos, melhorias, e mesmo redução de custos, é necessário ter como ponto de partida a determinação do valor para o cliente.

2.2.2 Identificação da Cadeia de Valor

Como foi citado anteriormente, o paradigma da Manufatura Enxuta tem como principal objetivo eliminar o desperdício. Portanto, uma forma de enxergar onde estão ocorrendo os desperdícios é realizada pela identificação da cadeia de valor inteira de um bem ou serviço. Ao fazermos isso, pode-se ter uma visão mais clara de onde estão os desperdícios, podendo assim eliminá-los.

De acordo com Womack *et al* (1998), do mesmo modo, se as atividades não podem ser medidas, não podem ser adequadamente gerenciadas. As atividades usadas para instituir um bem ou serviço que não possam ser exatamente identificadas, analisadas e associadas, igualmente não poderiam ser questionadas, melhoradas ou mesmo eliminadas. Daí a importância de se gerenciar as cadeias de valor específicas para bens ou serviços.

Conforme o autor, ao se analisar estas cadeias, pode-se identificar três tipos de atividades:

- i) atividades que geram valor ao produto;
- ii) atividades que não geram valor ao produto, mas são inevitáveis e continuarão ocorrendo na cadeia de valor, se mantivermos a atual tecnologia e os ativos produtivos envolvidos na produção;
- iii) atividades que não geram valor e podem ser evitadas.

Ao serem identificados esses três tipos de atividades, devem ser eliminadas imediatamente as atividades tipo (iii), pois estas apenas geram desperdícios à empresa e podem ser excluídas da cadeia sem afetar o sistema produtivo. Em seguida, deve-se rever os ativos produtivos e a tecnologia envolvida na cadeia de valor do produto, de forma a minimizar, ou mesmo excluir, as atividades tipo (ii) deixando-se apenas atividades geradoras de valor na cadeia, para que assim o desperdício seja zero.

Para Porter *et al* (1999), o princípio de cadeia de valor identifica as várias atividades que a empresa realiza para efetuar o seu negócio. Estas atividades, diferenciadas em relação a questões econômicas e tecnológicas, são chamadas de atividades de valor e vão gerar o valor, que é mensurado pelo preço que os compradores estão dispostos a pagar pelo produto ou serviço, pois o negócio é rentável quando o valor criado é superior ao custo do desempenho das atividades de valor.

As atividades de valor de uma empresa enquadram-se em nove categorias genéricas, as quais podem ser vistas na Figura 2.1, podendo ser primárias e de apoio, interagindo de uma maneira matricial, visando garantir a lucratividade.

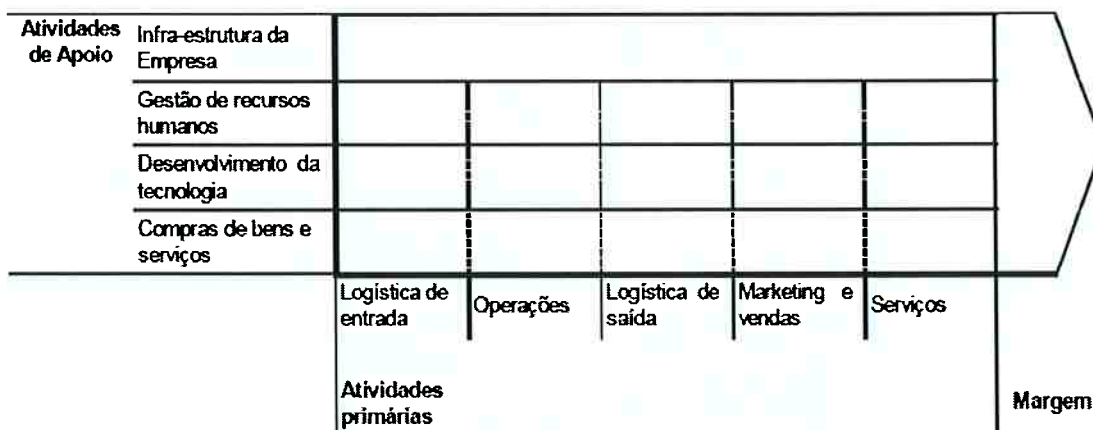


Figura 2.1 – A Cadeia de Valor

Fonte: Porter (1999)

De acordo com Porter *et al* (1999), o sistema de valor de um setor específico apresenta um amplo fluxo de atividades, abrangendo as cadeias de valores de fornecedores da própria empresa, dos canais de distribuição e dos compradores conforme mostra a Figura 2.2.

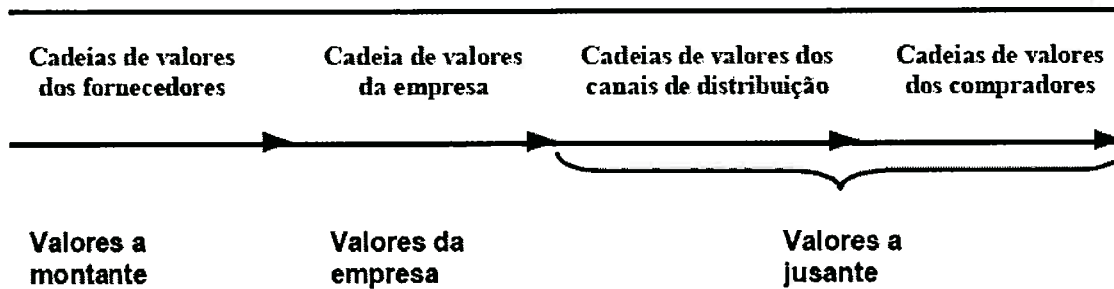


Figura 2.2 – O Sistema de Valor

Fonte: Adaptação Porter (1999)

Porter (1999) alerta que a tecnologia da informação está transformando o modo de operação e a cadeia de valor da empresa e, conseqüentemente, a competição de três maneiras:

- alterar as regras da competição, mudando a estrutura setorial;
- proporciona novos modos de superar o desempenho dos rivais;
- dissemina novos negócios.

2.2.3 Trabalho em Fluxo/ Simplificação do Fluxo

Tendo identificado o valor e a cadeia de valor do produto, é necessário ter um maior foco no pedido, no projeto e no produto. Então, a empresa deve quebrar barreiras, tanto para o fluxo de informações, como de matérias, para que dessa maneira a empresa consiga enxugar-se como um todo. Para obter êxito nesse princípio, deve-se utilizar a metodologia do fluxo contínuo, que pode ser alcançado com a produção puxada (*Kanbans*), em que a etapa subsequente requisita da precedente a quantidade necessária no momento necessário.

Um outro recurso a ser utilizado pode ser o *one-piece flow*, que é a fabricação e movimentação de uma só peça por vez. No sistema *one-piece flow* várias máquinas de processamento são agrupadas, uma próxima e

seguida à outra, para que se consiga uma peça de cada vez do início ao fim. Isso torna possível se obter uma diminuição dos *lead times*, inventários de processo, distância entre os processos e uma maior flexibilidade da produção.

Também não se pode esquecer o fluxo de informação. Em empresas baseadas nos princípios da *produção em massa*, é muito comum observarmos o fluxo de informação em forma paralela, ou seja, previsões que vêm de empresa a empresa, de departamento a departamento, havendo ordens de entregas diárias e informações de emergências com a missão de corrigir ou tentar ajustar eventuais desvios nas previsões, tanto de demanda como de matérias.

A Manufatura Enxuta tenta minimizar esta complexidade no fluxo de informação com: uma estreita relação e *Kanbans* junto aos fornecedores, pontos únicos de programação, maior autonomia dos operadores para emissão de ordens no chão de fábrica e também eventuais corporações organizadas de forma horizontal, com poucos departamentos, tendo um fluxo de informação mais efetivo.

Na Manufatura Enxuta também há a previsão de demandas, mas neste caso a previsão é usada para a estimativa de capacidade produtiva.

2.2.4 Produção Puxada

Este princípio vem na contramão do sistema produtivo da *produção em massa*. Na *produção em massa* utiliza-se o princípio da produção empurrada, o que consiste na produção em grandes lotes de produtos em um ritmo máximo, com fluxo de materiais em lotes sem levar em conta as variações do ritmo da próxima etapa do processo.

No entanto, a Manufatura Enxuta utiliza o princípio da produção puxada, que consiste na requisição da etapa subsequente para a etapa precedente, na quantidade necessária de produto, no momento necessário, no local correto. Na produção puxada, uma operação subsequente, estando em um nível abaixo ou não, fornece informação à operação precedente, geralmente por cartões *Kanbans*; o sistema representado na Figura 2.3 é o sistema de dois cartões, também conhecido como *Kanban* tipo A. fazendo

com que nada seja produzido sem uma pré-solicitação do consumidor, seja ele interno ou externo.

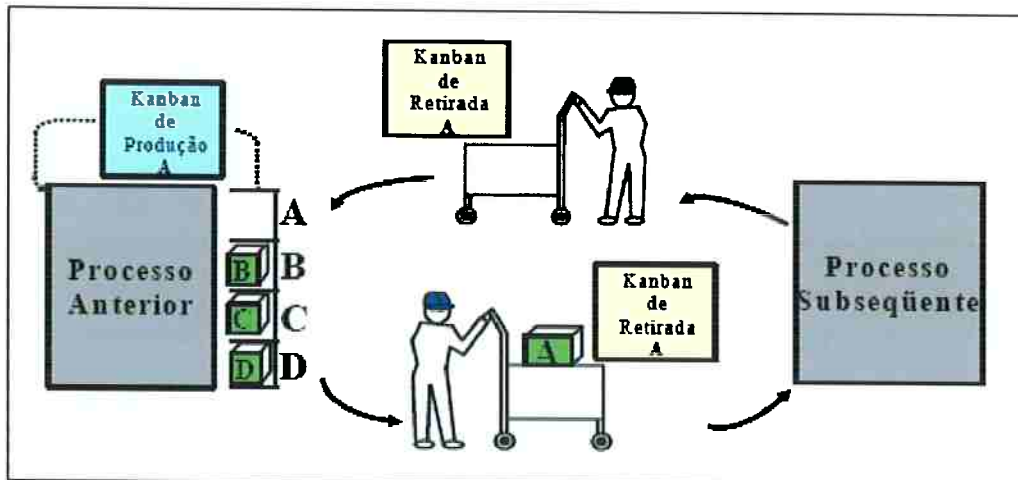


Figura 2.3 – Exemplo de Produção Puxada

Fonte: Ghinato (2000)

Em outras palavras, este princípio está relacionado com a capacidade de se produzir o que o cliente quer, quando o cliente quer, obtendo dessa forma um menor inventário (seja ele de matéria prima, material em processo, ou produtos acabados) e uma busca por qualidade assegurada.

A tabela 2.1 indica as diferenças existentes no sistema de produção em massa e o sistema de produção enxuto.

Tabela 2.1 – Diferenças nos sistemas de manufatura

Fonte: Revista Produção On Line (Junho 2005)

Sistema de Produção em Massa	Sistema de Produção Enxuta
<p>-O sistema de indicadores de desempenho é utilizado para medir a eficiência dos processos, a produtividade da linha, o absenteísmo dos funcionários, a quantidade de refugo, o número de acidentes e etc.</p> <p>-O sistema valoriza apenas os índices específicos locais, desconsiderando a visão global de todo o processo produtivo.</p> <p>-Nesse sistema de produção é comum utilizar meios informais para medir o desempenho dos processos produtivos.</p> <p>-Na maioria das vezes os dados divulgados nos setores das empresas são desatualizados e falham na integração.</p> <p>-As informações são centralizadas em aspectos que não necessariamente monitoram e avaliam a satisfação do cliente final.</p>	<p>-Os indicadores de desempenho criados a partir das atividades que agregam valor e permitem monitorar constantemente os resultados individuais de cada um dos processos globais de fluxo de valor</p> <p>-A análise visual (gestão visual) do fluxo de valor do produto é valorizada pelos gerentes e colaboradores (funcionários) da empresa. Neste caso, a visão de todas as atividades permite remover as restrições e melhorar o fluxo de valor.</p> <p>-O sistema de indicadores de desempenho passa a determinar as fontes de variação e atividades que não agregam valor aos clientes. Consequentemente, os desperdícios podem ser identificados e eliminados.</p> <p>-Os indicadores de desempenho permitem analisar e avaliar a situação atual da empresa. Com isso é possível diagnosticar e direcionar as ferramentas de melhoria contínua para as áreas que apresentam resultados satisfatórios.</p> <p>-Os resultados dos eventos de melhoria realizados no fluxo de valor são medidos. Formalizando o sistema de informação interno da empresa.</p>

2.2.5 Busca Pela Perfeição

Existem duas estratégias para se alcançar a perfeição, SLACK *et al* (2002), considera-as de certa forma opostas, sendo elas: a melhoria revolucionária ou radical e a melhoria contínua ou incremental.

A melhoria revolucionária seria obtida com um salto em direção à perfeição, alcançado com “inovações” que concebem que a principal forma de obter-se uma melhoria é com uma grande mudança, às vezes, até dramática na forma operacional do trabalho atual. Como exemplo, um novo projeto do sistema produtivo, a aquisição de máquinas novas e mais eficientes. Geralmente esse salto radical em busca da qualidade é caro, requerendo um grande investimento além de interromper os processos em curso.

A melhoria contínua encena uma busca com pequenas e constantes atividades para a melhoria do processo. Na melhoria contínua os pequenos e contínuos passos em busca de um melhor processo são a base da melhoria incremental. Estes passos não são traumáticos podendo ser seguidos por outras tantas pequenas melhorias. A melhoria continua é o *Kaizen*, palavra japonesa que significa melhoramento. Nas palavras de IMAI (1986), "*Kaizen* significa melhoramento na vida pessoal, na vida doméstica, na vida social, e no trabalho. Quando aplicada para o local de trabalho, *Kaizen* significa melhoramentos contínuos que envolvem a todos - administradores e trabalhadores igualmente".

2.2.6 Foco na Qualidade

Um dos pilares da Manufatura Enxuta é a autonomia que seria "a automação com um toque humano", OHNO (2002). Esse pilar acopla o conhecimento do homem às máquinas, podendo dessa forma desenvolver sistemas a prova de erros, que têm como objetivo a eliminação de defeitos potenciais (eliminar pontos suscetíveis a erros e, portanto, conseguir prevenir a ocorrência de defeitos); e dispositivos de parada automática, que tornam possível distinguir operações normais de anormais, de tal forma que a parada da máquina poderia ocorrer com o acionamento de um botão ao identificar-se anomalias no processo. Na fábrica da Toyota nos Estados Unidos, existe uma corda que torna possível a parada da linha de montagem, pois qualquer operador, ao observar uma anomalia no processo produtivo, pode puxar a corda, parando a linha, não deixando que o defeito, ou falha, siga pela cadeia. Logo, ao evitar que a não conformidade flua, ou mesmo, que centenas de produtos defeituosos sejam produzidos até que seja identificado o problema, a parada de máquina, quando ocorrer uma anomalia, faz com que todos (operários e gerentes) tomem conhecimento do fato e o problema é claramente compreendido, tornando-se possível a melhoria. Muitos autores substituíram a palavra autonomia por qualidade *seis sigma*.

2.2.7 Desenvolvimento e Capacitação de Recursos Humanos

Como já foi citada anteriormente, em 1937, a razão entre trabalhadores alemães e japoneses era de um terço e trabalhadores japoneses e americanos um nono. E como sabemos, a *Toyota Motor Company* precisava aumentar a sua produtividade para alcançar os Estados Unidos.

Então, uma das formas encontradas por Taiichi Ohno, para obter uma produção mais eficaz e eficiente, foi a aplicação do princípio de desenvolvimento e capacitação de recursos humanos, no qual haveria um enriquecimento do trabalho, de modo que cada funcionário teria seu número de tarefas alargadas, com uma maior alocação de tarefas extras e maior autonomia, podendo executar também manutenções de rotinas e gerenciamento de abastecimentos por seus fornecedores.

O rodízio de funções e o trabalho em equipe também foram utilizados podendo, dessa forma, aumentar a flexibilidade e a habilidade do funcionário. As equipes de trabalho teriam responsabilidades e autonomia para tomadas de decisões, e até mesmo quanto à própria organização interna de divisões de funções e tarefas. O capacitador relacionado com este princípio é o do *empowerment*. Além disso, a melhoria das atividades ajudou a reduzir o esforço e aumentar a produtividade.

2.2.8 Manter o Ambiente de Trabalho Limpo, Organizado e Seguro

Este princípio auxilia a efetiva aplicação dos outros princípios e também dos capacitadores da Manufatura Enxuta.

Ao se manter o ambiente de trabalho limpo, os trabalhadores podem otimizar suas atividades e tarefas e podem praticar o princípio da gestão visual. Mantendo-se a empresa organizada (do escritório à manufatura), o trabalho acontece de forma mais eficaz e padronizada, diminuindo o desperdício de tempo na procura de objetos, documentos e até mesmo ferramentas.

Não seria possível realizar uma troca de ferramentas rapidamente, se não houvesse organização no local onde as mesmas se encontram na

empresa. Ao contrário, os *set-ups* seriam muito demorados, caóticos e gerariam muito desperdício na forma de tempo ocioso, diminuindo a disponibilidade de uso das máquinas e tornando inviável o paradigma da Manufatura Enxuta.

A segurança no ambiente de trabalho é também de suma importância. Anteriormente, citamos que uma das submetas e um dos pilares da Manufatura Enxuta é exatamente o respeito pela condição humana e autonomia (inteligência humana na máquina). Portanto, se o ambiente de trabalho não for seguro, há uma maior probabilidade do aumento da taxa de acidentes e os operadores não seriam tão efetivos ao realizarem a autonomia, pois estariam preocupados com as condições para a prática do trabalho, aumentando os custos da empresa com seguros, convênios médicos e tratamento aos funcionários, indo na contramão da Manufatura Enxuta. O capacitador desse princípio é o programa 5s que são 5 palavras em japonês que se iniciam com S (separar, organizar, limpar, padronizar e disciplinar), que comentaremos adiante, na seção dos capacitadores.

2.2.9 Gerenciamento Visual

Este princípio tenta fazer com que a informação, seja dos indicadores de desempenho produtivo, dos dispositivos de qualidade, de quadro de requisição de materiais, dos indicadores de mercado ou de segurança, estejam, de forma clara, disponíveis aos funcionários da fábrica, pois, segundo DIAS (2003) a empresa enxuta deve ser uma empresa “visual”.

O controle visual de segurança, por exemplo, usa normalmente dispositivos luminosos, como lâmpadas de chamada para informar a anomalia no processo. Muitas vezes também são usados *quadros luminosos e lâmpadas de chamada* (MONDEN (1998)), em que a lâmpada é usada para chamar o supervisor de uma linha, o mecânico da manutenção, o ferramenteiro ou um outro operador. Então, algumas empresas utilizam-se de diferentes cores de lâmpada para uma maior velocidade de entendimento de determinada necessidade. O quadro luminoso serve para indicar o andamento da linha e a ocorrência de não conformidades na produção. Também é comum encontrarmos nas empresas diversos cartazes, quadros

com gráficos e tabelas, tudo para tornar visível a todos, metas, objetivos, evolução da qualidade e produção, bem como máquina em manutenção.

2.2.10 Adaptação de Outras Áreas da Empresa ao Pensamento Enxuto

De acordo com HENDERSON & LARCO (2000) este princípio diz que a Manufatura Enxuta deve se expandir por toda a fábrica, após haver a implementação das técnicas e do pensamento da Manufatura Enxuta no chão de fábrica. Outros autores que expandem a Manufatura Enxuta para outras áreas da empresa são: KARLSSON & AHLSTRÖM (1995) que propõem um novo sistema de remuneração de acordo com os princípios da Manufatura Enxuta.

CAPÍTULO 3

OS CAPACITADORES DA MANUFATURA ENXUTA

3.1 Os Capacitadores

Após expormos os princípios da Manufatura Enxuta agora apresentamos os capacitadores, definidos como as ferramentas, tecnologias e metodologias que podem ser implementadas. Os capacitadores indicam o “como” seguir os princípios com o intuito de alcançar bons resultados dos objetivos de desempenho da produção.

3.1.1 Mapeamento do Fluxo de Valor

O mapeamento do fluxo de valor consiste na elaboração de um fluxograma simples de todas as etapas envolvidas no processo de produção com o objetivo de otimizá-lo.

Outros capacitadores podem ser utilizados no decorrer da realização das atividades, como 5s, trabalho em fluxo contínuo e mudança de *layout*, ao ser feito um mapeamento do “estado atual”, onde acabam sendo detectados desperdícios. É feito um plano de ação, utilizando-se justamente outros capacitadores para que, dessa forma, possa-se alcançar um cenário melhor. Esses planos de ação possuem responsáveis e prazos predeterminados para a conclusão das atividades de melhoria.

Após ser feito o mapeamento do “estado atual” e ter-se concluído os planos de ação, o próximo passo é desenhar o mapeamento do “estado futuro”. Quando se desenha o mapa do “estado futuro”, apresentam-se melhorias e simplificações do fluxo na cadeia, um prazo e os responsáveis são pré-determinados para se realizar o projeto de melhoria.

Para Mike Rother e John Shook (1998), o Mapeamento do Fluxo de Valor (Value Stream Mapping) é uma ferramenta essencial, pois ajuda a

clientes precisam e quando precisam. “Tudo agora é puxado pelo cliente e não empurrado pela empresa (Shank, 2000)”.

3.1.2 A Relação entre Clientes e Fornecedores

A Manufatura Enxuta, ao contrário da *produção em massa* visa ter um estreito relacionamento com os fornecedores e possuir atividades de cooperação, para que todos da cadeia de valor possam reduzir seus desperdícios, diminuindo dessa forma os custos para todos e melhorando a qualidade.

Para isso, no Sistema Toyota de Produção, os fornecedores foram organizados em níveis funcionais:

- **fornecedores de primeiro nível** – possuíam aptidão na engenharia de produtos e participavam integralmente desde a fase de desenvolvimento do produto, garantindo, desta maneira, uma harmonia funcional da sua parte. Ficando a seu encargo as especificações de materiais e concepção de funcionalidade que atendessem as premissas da Toyota. Como cada fornecedor de primeiro nível especializava-se em um tipo de componente e compartilhava informações, era cômodo e mutuamente benéfico.

WOMACK (1998) cita um exemplo em que um fornecedor da Toyota nos Estados Unidos (empresa de pára-choques) recebeu a visita de um *sansei* da Toyota e a empresa fornecedora de pára-choques conseguiu diminuir sua troca de ferramenta de 16 horas para apenas 22 minutos. Isso tornou o fornecedor capaz de aumentar o giro de estoque em sua fábrica, diminuindo o *lead time* de entrega e podendo atender as necessidades da Toyota de forma mais eficaz.

- **fornecedores de segundo nível** – eram desenvolvidos pelos fornecedores de primeiro nível e a eles ficavam vinculados; sua experiência em engenharia de processos fabris garantia o aprimoramento dos componentes. Não havia competição entre os fornecedores de mesmo nível, pois cada um se especializava em um determinado componente,

estabelecendo assim um ambiente propício para as associações, que tinham o intuito de aprimorar as técnicas de fabricação.

3.1.3 Recebimento Just-in-Time

No capacitador anterior citamos que, com um estreito relacionamento entre cliente e fornecedor, pode-se obter um abastecimento mais eficaz com menores *lead times* e uma diminuição de inventário de produtos acabados.

Ohno (1997) afirma que o *JIT* surgiu da aplicação dos métodos dos supermercados americanos na fábrica da Toyota, no final da década de 40, onde o cliente pode encontrar o que é necessário, no momento em que é necessário e na quantidade necessária. E salienta que se o Just-in-Time não for implementado, o desperdício não poderá ser eliminado.

“*Just-in-Time* não é uma ciência uma vez que não tem por objetivo estabelecer hipótese, teorias ou leis sobre a realidade organizacional. Seus objetivos, pelo contrário, são de interferir, modificar essa realidade. [...] O *JIT* se coloca no campo do conhecimento técnico cujo objetivo é a transformação da realidade mediante uma relação de caráter normativo com os fenômenos que a compõem. [...] o Just-in-Time é a única e exclusivamente uma técnica que se utiliza de várias normas e regras para modificar o ambiente produtivo, isto é, uma técnica de gerenciamento, podendo ser ampliada tanto na área de produção como em outras áreas da empresa.” (Motta citado por Ghinato, 1996, p.80)

Na teoria, a Manufatura Enxuta busca, com esse capacitador, o abastecimento dos clientes (sejam internos ou externos) com suprimentos ou peças no momento certo e na quantidade certa para a produção. Porém, na prática, é muito difícil de obter um recebimento *Just-in-Time* para toda a linha de produtos a fim de operacionalizar a eliminação de estoques e a superprodução.

3.1.4 Layout Funcional

Segundo MONDEN (1984) o *layout* das máquinas multifuncionais e a rotação do trabalho possibilitam à fábrica ter uma maior flexibilidade nas áreas de trabalho.

Portanto, o projeto adequado do *layout* celular (que normalmente é em forma de “U”), apresenta vários benefícios. O fluxo de matérias acaba sendo melhorado, com a matéria-prima chegando pelo lado de fora do “U”. Apresenta estações de trabalho posicionadas próximas umas das outras, resultando em operadores versáteis, multifuncionais e bem treinados, juntamente com a realização de operações padronizadas, tornando possível que ocorram mudanças nos trabalhos, podendo estes serem aumentados ou diminuídos de acordo com a demanda, seguindo a lógica do *shojinka*. “*Shojinka* significa alterar o número de operadores quando a demanda é alterada” (Monden), tornando o sistema mais flexível, pela possibilidade de remanejamento da carga de trabalho pela fábrica.

No fluxo com padrão *one piece flow* pode-se ter células de montagem ou fabricação com máquinas de processamento em uma seqüência, onde o produto é produzido de forma contínua. O maquinário é alocado de forma a fabricar famílias de produtos e não de forma funcional como ocorre no padrão de fluxo *job shop*, comum na *produção em massa*. Isto permite um fluxo de materiais mais efetivo no processo produtivo, forçando um melhor balanceamento das operações, prevenindo a necessidade de estoques de materiais entre as operações, porque é utilizado o processo de produção puxada, ou seja, enquanto a operação seguinte não está pronta, a peça não segue adiante.

3.1.5 Trabalho em Fluxo Contínuo

Este capacitador tem como objetivo fazer com que cada processo seja abastecido por seu antecessor com os produtos exatamente nas quantidades, no momento e no local certo. Para se obter isso, as máquinas podem ser agrupadas uma próxima da outra, na seqüência necessária para a produção da peça, fazendo com que ocorra um fluxo contínuo. Então, as peças são

produzidas neste *layout* uma de cada vez, do início ao fim. É importante salientar que nem sempre isso é possível na prática, por diversos motivos. Aplicando-se este capacitador obtém-se redução do tamanho dos lotes e do *lead time*.

3.1.6 Trabalho de acordo com o Takt Time

Takt time é o tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente, ou seja, nos informa quanto tempo é gasto para se produzir uma unidade. Produzir de acordo com o *takt time* significa produzir em um ritmo sincronizado para atender a demanda.

Segundo o *Lean Institute*, o *takt time* foi usado pela primeira vez em uma indústria aeronáutica alemã, na década de 1930. *Takt* é um termo alemão que significa intervalo preciso de tempo, usado como referência na regência de uma orquestra. Então, na indústria alemã de aeronaves, o termo foi usado como o intervalo em que uma aeronave era transportada à estação seguinte.

Este conceito foi largamente utilizado na Toyota na década de 1950 e os fornecedores da Toyota puderam usar este conceito já na década seguinte. Porém, a Toyota costuma revisar o *takt time* mensalmente, mas a cada dez dias ocorre uma revisão leve, para evitar discrepâncias no ritmo da produção em relação à demanda.

Entretanto, precisa ser mencionado que durante a jornada diária, existem paradas para a manutenção e para atender chamadas de Andon, registradas por cada área e esse tempo deve ser acrescido no *Takt Time*. Assim, calculando o *Takt Time* mais as paradas, temos o *Actual Time*. E, para garantir o objetivo de produção no fim do dia, a linha é balanceada de acordo com o *Actual Takt Time*.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo de produção disponível por período (segundos)}}{\text{Demanda por período (unidades)}}$$

$$\text{Actual Takt Time} = \text{Disponibilidade operacional (\%)} \times \text{Takt Time (segundos)}$$

3.1.7 Sistema Kanban

Foi mencionado anteriormente que, produzir-se em fluxo contínuo, muitas vezes pode ser complicado ou inviável. Nesses casos, o *kanban* deve ser utilizado de forma a puxar a produção, diminuindo assim o inventário e dando maior autonomia para os operadores do chão de fábrica utilizando técnicas de controle visual.

O *kanban* surgiu da idéia dos supermercados americanos, onde as prateleiras eram reabastecidas quando os consumidores retiravam o produto. Então, o *kanban* começou a ser utilizado na Toyota como um programa para controlar o fluxo da produção em todo o sistema produtivo, tendo como objetivo melhorar a produtividade, e envolver a mão de obra e minimizar os desperdícios. Porém, o *kanban* deixou de ser só interno, transpondo os limites da manufatura e expandiu-se para fornecedores e distribuidores.

MOURA (1996) cita as principais funções dos cartões *kanbans* ou sejam:

- aciona o processo de fabricação, apenas quando necessário;
- não permite a produção para estoque com previsões futuras;
- paralisa a linha quando surgem problemas não solucionados;
- permite o controle visual do andamento do processo;
- é acionado pelo próprio operador;
- é uma ferramenta para garantir a destituição programada das

ordens

de serviço, evitando o excesso de ordens;

- é uma ferramenta para evitar o excesso ou falta de produção/entrega

de peças;

- é ferramenta de controle de inventário, visando descobrir e amplificar

as fraquezas do processo;

- produção em lotes pequenos, entrega de peças de acordo com o consumo e identificação das peças;

No entanto, o sistema *kanban* possui algumas limitações, pois o mesmo deve ser utilizado nas seguintes condições:

- demanda estável;
- baixa variedade de produtos;
- baixos tempos médios de *set-up*.

A seguir a tabela 3.1 indica as funções do Kanban e suas regras para utilização.

Tabela 3.1 – Funções e regras para o uso do *Kanban*

Fonte: Ohno, 1997

Funções do <i>Kanban</i>	Regras para utilização
1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar.	1. O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>kanban</i> no processo precedente.
2. Fornecer informação sobre a produção.	2. O processo inicial produz itens na quantidade e seqüência indicadas pelo <i>kanban</i> .
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo.	3. Nenhum item é produzido ou transportado sem <i>kanban</i> .
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias.	4. Sempre afixar um <i>kanban</i> aos produtos (itens).
5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo de produção.	5. Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte.
6. Revelar problemas existentes e manter o controle dos estoques.	6. Reduzir o número de <i>kanbans</i> gradativamente.

3.1.7.1 Modelos de Kanbans

De acordo com Monden (1997), os modelos de *kanban* podem ser divididos em dois grupos: *kanban* de retirada e *kanban* de produção. No *kanban* de retirada o cliente é autorizado a retirar um item do supermercado do processo precedente. Enquanto no *kanban* de produção, o fornecedor é autorizado a produzir um determinado item, abastecendo assim o supermercado.

O *kanban* de disparo, uma alternativa para o *kanban* de produção comum, autoriza a produção de um lote de um determinado item.

O *kanban* externo é classificado como um *kanban* de produção e com momento de reposição constante devido à necessidade de otimizar recursos de transporte, utilização de docas e de pessoal envolvido no recebimento.

Os modelos de *kanbans* e suas subcategorias podem ser identificados na Figura 3.2.

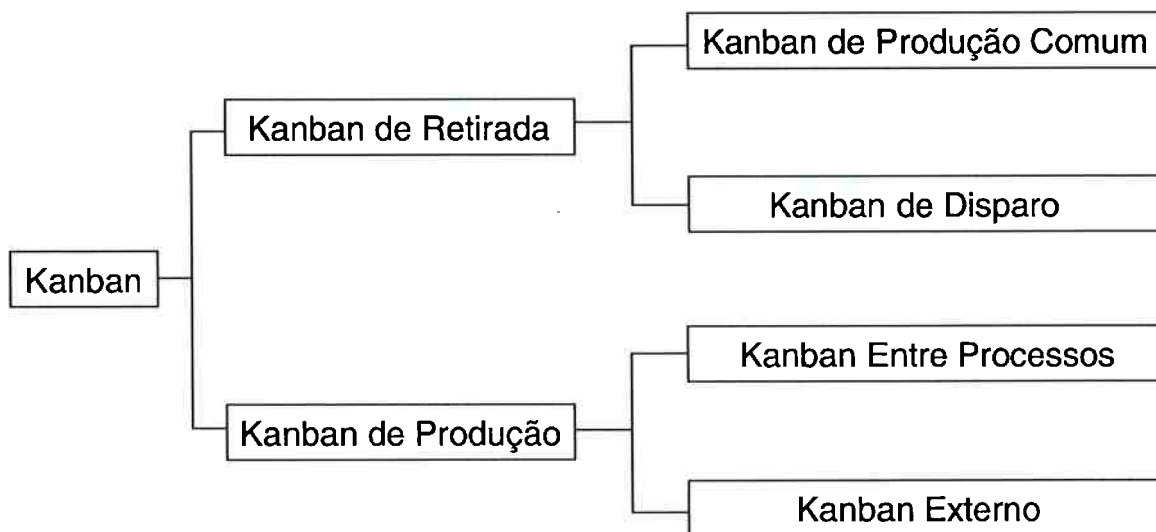


Figura 3.2 – Modelos de Kanbans

Fonte: Monden (1997)

3.1.8 Total Productive Maintenance (TPM)

A Manutenção Produtiva Total (MPT) ou Total Productive Maintenance (TPM) é uma ferramenta que tem como objetivo evitar a quebra das máquinas, diminuindo dessa forma a variabilidade do processo e consequentemente do produto.

No Japão, onde a ferramenta foi criada, em 1971 pela Nippon Denso Co. – empresa do grupo Toyota - ela é considerada uma transformação da manutenção corretiva para a manutenção preventiva. A TPM, de acordo com o JIPM – *Japanese Institute of Plant Maintenance* - adota o conceito da melhoria contínua para prevenção de falhas das máquinas, envolvendo todos, para que se possa aumentar a disponibilidade das máquinas. Tal conceito sofreu a seguinte evolução:

- **manutenção preventiva (1951)** – pode ser definida como um acompanhamento das condições físicas dos equipamentos, visando ampliar a vida útil das instalações industriais com a aplicação de medidas preventivas que evitam falhas.

- **manutenção por melhoria (1957)** – surgiu a partir da ampliação dos conceitos da manutenção preventiva, aperfeiçoando e melhorando a confiabilidade e manutenibilidade dos equipamentos.

- **prevenção da manutenção (1960)** – significa equipamentos e linhas de produção projetados de modo a eliminar a necessidade de manutenção dos mesmos.

De acordo com a evolução destes conceitos, pode-se afirmar que a combinação e aplicação da prevenção da manutenção, manutenção preventiva e manutenção por melhoria dos equipamentos constituem-se na chamada Manutenção Produtiva.

A TPM possui 5 níveis, conforme apresentado por Mirshawka (1994) na figura 3.3, para que se possa obter uma boa prática de manutenção. Esses níveis são:

- **TPM₀** – Total Productive Management (Gerência Produtiva Total): irá acontecer quando forem alcançados os demais níveis;

- **TPM₁** – Busca a melhoria da disponibilidade do equipamento, a sua confiabilidade, as oportunidades para as melhorias em relação à redução de custos;

- **TPM₂** – Total Productive Manufacturing (Fabricação Produtiva Total): onde se inicia uma grande parceria entre os empregados que possuem uma parte funcional na produção de um bem;

- **TPM₃** – Total Process Management (Gerência de Processo Total): administra as interfaces do processo total da linha de negócio;

- **TPM₄** – Total Personnel Motivation (Motivação Total do Pessoal): quando se desenvolvem todos os empregados, para que tenham aptidões, conhecimento, ferramentas para influenciarem no processo.

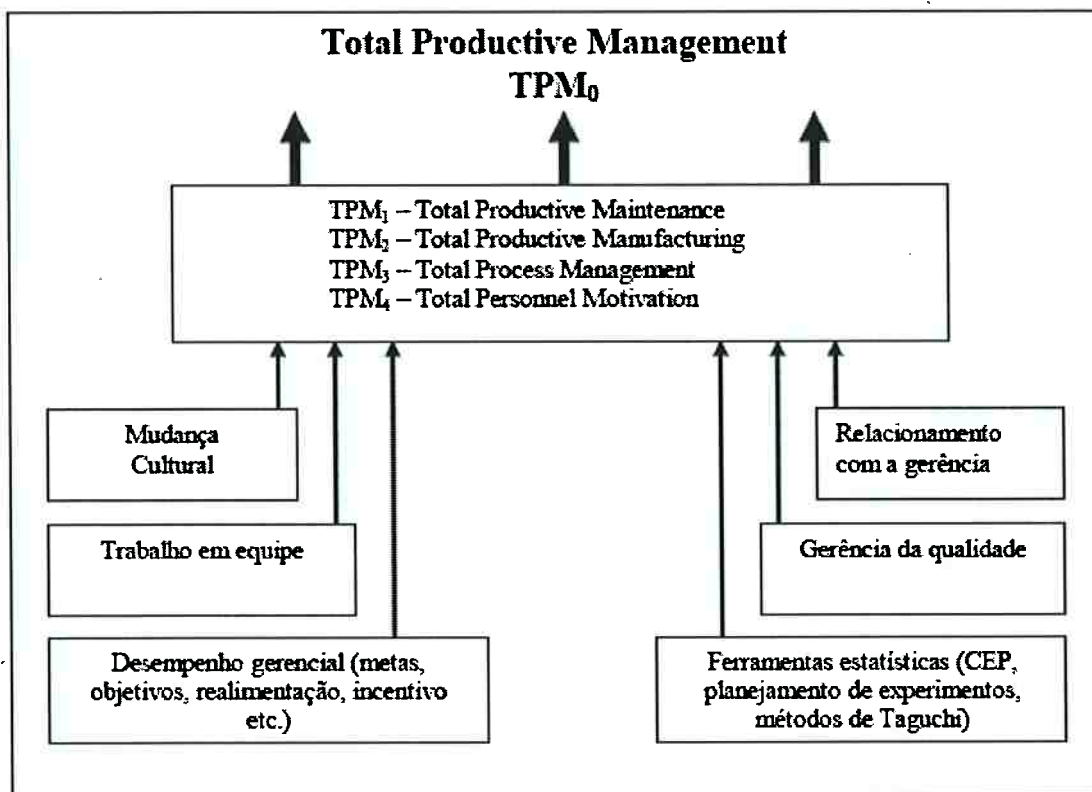


Figura 3.3 – Atingindo a Gerência Produtiva Total ou Total Productive Management

Fonte: Mirshawka (1994)

3.1.9 Trocas rápidas de Ferramentas

Para se produzir em lotes pequenos e com alguma diversidade de produtos, é fundamental que a troca de ferramentas seja feita de maneira rápida. MONDEN (1994) cita que as maiores vantagens de baixos tempos de *set-up* são: minimização de estoque, produção orientada por ordem de serviço e pronta adaptabilidade às alterações de serviços.

Segundo MONDEN (1994), existem alguns conceitos utilizados para se conseguir baixos tempos de *set-up*, sendo o primeiro conceito a divisão das atividades de *set-up* em: atividades internas e externas. As atividades internas são atividades de *set-up* que invariavelmente devem ocorrer com a máquina parada; já as atividades externas são atividades que podem ser realizadas com a máquina em operação. O segundo conceito consiste em transferir o máximo possível das atividades de *set-up* internas em externas. O terceiro conceito é a eliminação do processo de ajuste da máquina. Monden

afirma que a montagem da máquina deve ser considerada independente do ajuste e que alguns ajustes repetitivos que podem ser evitados devem ser banidos. O quarto e último conceito diz que se deve tentar abolir a etapa de troca de ferramentas com a utilização da mesma peça ou ferramenta para vários produtos.

O autor cita ainda que, para apoiar esses conceitos, existem 6 técnicas:

- padronização das ações externas de trocas de ferramentas;
- padronização somente das partes necessárias da máquina;
- utilização do fixador rápido;
- utilização de ferramenta de fixação suplementar;
- utilização de operações paralelas;
- e uso de trocas de ferramentas mecanizadas.

3.1.10 Kaizen

Este capacitador é utilizado para a busca da perfeição de forma contínua, por infinitas etapas de mudança, ou seja, este capacitador presume a utilização de mais e menores passos, de forma contínua, para a obtenção da melhoria. Kai, em japonês, significa mudança e Zen, para melhor. Juntas, significam melhoria contínua e dão nome ao método, com jeito de filosofia de gestão. A fórmula é simples: "todos fazem um pouco a todo o momento".

O conceito de Kaizen desenvolvido por IMAI (1990), engloba uma série de inovações de gestão japonesa, até então tratadas separadamente: Controle da Qualidade Total e Gestão da Qualidade Total, Just in Time, Kanban, Zero Defeitos, Círculos de Qualidade, Sistemas de Sugestões, Manutenção Produtiva Total, Orientação para o Consumidor, Robótica, Automação, Disciplina no Local de Trabalho, Melhoramento da Qualidade, Atividades em Grupos Pequenos, Relações Cooperativas entre Administração e Mão de Obra, Melhoramento da Produtividade e Desenvolvimento de Novos Produtos.

Ainda segundo IMAI (1990), existem 10 mandamentos a serem seguidos na metodologia Kaizen:

- O desperdício deve ser eliminado;
- Melhorias graduais devem ser feitas continuamente;
- Todos os colaboradores devem estar envolvidos, sejam gestores do topo e intermediários, ou pessoal de base, o Kaizen não é elitista;
- É baseado numa estratégia barata, acreditando que um aumento de produtividade pode ser obtido sem investimentos significativos, não se aplicam somas astronômicas em tecnologias e consultores;
- Aplica-se em qualquer lugar, e não somente dentro da cultura japonesa;
- Apóia-se numa gestão visual, numa total transparência de procedimentos, processos, valores, torna os problemas e os desperdícios visíveis aos olhos de todos;
- Focaliza a atenção no local onde se cria realmente valor, chão de fábrica;
- Orienta-se para os processos;
- Dá prioridade às pessoas, acredita que o esforço principal de melhoria deve vir de uma nova mentalidade e estilo de trabalho das pessoas (orientação pessoal para a qualidade, trabalho em equipe, cultivo da sabedoria, elevação do moral, autodisciplina, círculos de qualidade e prática de sugestões individuais ou de grupo)
- O lema essencial da aprendizagem organizacional é: aprender fazendo.

Com esta filosofia, grupos heterogêneos se reúnem em um curto intervalo de tempo para acharem soluções e/ou sugestões de implementação de curto prazo para problemas, ou melhorias na cadeia produtiva. Existem na prática *kaizens* de redução de não conformidades, *kaizens* de movimentação interna na fábrica, *kaizens* para redução da troca de ferramentas, entre outros.

Segundo ROTHER & SHOOK (1999), encontramos dois níveis de *kaizen*:

- Kaizen de processo: enfoca em processos individuais, voltado às equipes de trabalho e líderes de equipe;
- Kaizen de fluxo: enfoca no fluxo de valor, dirigido ao gerenciamento.

Estes dois níveis de kaizen podem ser vistos na figura 3.4 abaixo:

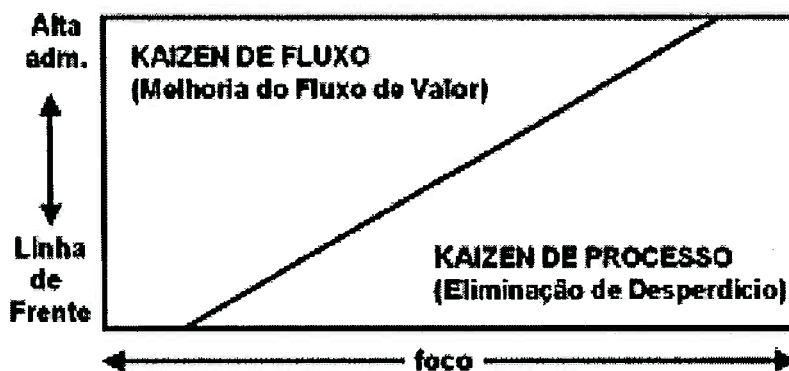


Figura 3.4: Os níveis de *kaizen*

Fonte: ROTHER & SHOOK (1999)

Para finalizar vale ressaltar uma frase de Massaki Imai (1990), considerado por muitos o pai da filosofia *Kaizen*:

“Sempre é possível fazer melhor, nenhum dia deve passar sem que algum tipo de melhoria tenha sido implementada.”.

3.1.11 Ferramentas Poka-Yokes

“Seu tear a prova de erros tornou-se o mais popular modelo de Toyoda, que, em 1929, enviou seu filho, Kiichiro, para a Inglaterra negociar a venda dos direitos de patente com a Platt Brothers, o grande fabricante de equipamentos para fiação e tecelagem. Seu filho negociou um preço de 100,000 libras e, em 1930, usou esse capital para iniciar a construção da Toyota Motors Corporation.” (Fujimoto, 1999)

Sakichi Toyoda possuía um tear auto-ativado por um mecanismo para detectar anormalidades e parar imediatamente a máquina, ou seja, um dispositivo que, com sua disseminação nas indústrias japonesas, seria chamado de *Baka-Yoke* (a prova de tolos). Em 1963, seu nome foi alterado para Poka-Yoke, devido à insatisfação por parte dos trabalhadores.

Yoke provém de *yokeru* que quer dizer prevenir, e *poka* quer dizer erros de desatenção. Este capacitador tem como premissa que erros

humanos são inevitáveis até certo grau, mas ao longo da operação, em algum momento, ocorrerá o erro, pois o ser humano falha. Portanto, *poka yokes* são dispositivos, normalmente acoplados às máquinas, ou ao processo, para prevenir a ocorrência de falhas dos operadores que pudessem causar defeitos nas peças ou acidentes.

Poka-yokes são geralmente sensores/interruptores em máquinas que apenas permitam a operação se a peça foi colocada corretamente. Gabaritos são instalados em máquinas de tal modo que, se a peça não estiver dentro do especificado, esta não será processada, como: contadores digitais para assegurar o número correto de corte, sensores de temperatura ou pressão em fornos ou compressores, entre outros.

“O dispositivo *Poka-Yoke* em si não é um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção. A inspeção é o objetivo, o *Poka-Yoke* é simplesmente o método. Por exemplo, um gabarito que rejeita uma peça processada incorretamente é um *Poka-Yoke* que desempenha a função de inspeção sucessiva. [...]” (Shingo, 1996, p56)

“No Sistema de Produção Toyota, nós projetamos equipamentos para detectar anormalidades e para parar automaticamente quando elas ocorrem. E equipamos os nossos operadores com os meios de pararem o fluxo de produção na hora em que eles percebem qualquer coisa estranha. Essa *jidoka* mecânica e humana impede que itens defeituosos progridam para as etapas subseqüentes de produção, e impede o desperdício que seria o resultado de uma série de itens defeituosos.” (Toyota Motors, 1995, p.31)

“Os *Foolproof Systems* são usados para eliminar defeitos que podem ocorrer devido à omissão ou descuido por parte do trabalhador, e não pela falta de tempo no tempo de ciclo ou por má vontade de parar a linha.” (Monden, 1998, p.229)

De acordo com as citações dos autores e fontes acima, comprova-se a importância da utilização de sistemas a “prova de erros”, com o intuito de eliminar defeitos.

Para Shingo (1996), as Ferramentas Poka-Yoke são classificadas de acordo com o seu propósito e técnicas utilizadas:

- **função de regulação** – utiliza o método de controle para parar a linha, após a detecção de alguma anormalidade, ou o método de advertência que, ao invés de parar a linha, vai apenas emitir sinais com luzes e alarmes, para que os operadores tomem as medidas necessárias.

- **função de detecção** – engloba os métodos de contato e de conjunto das peças.

Para Monden (1998) os *Foolproof Systems* são compostos por:

- **instrumentos com função de detecção** – capazes de identificar anormalidades ou desvios no processo;

- **ferramentas com função de restrição** – capazes de parar a linha ou impedir que o processo continue e separando o produto com defeito;

- **dispositivo com função de sinalização** – chamam a atenção do operador com luzes ou campainhas.

Pode-se afirmar que um Sistema Poka-Yoke completo poderia abrir mão de vários dispositivos como instrumentos de detecção, ferramentas de restrição e dispositivos de sinalização. O exemplo da Figura 3.4 ilustra tal afirmação, onde em um processo de empacotamento, o elevador ou produto poder sofrer algum dano caso o produto não esteja centrado no *pallet*. Com o intuito de evitar danos ao produto, dois sensores detectam se o produto está localizado corretamente e um par de fotocélulas verifica se há algum erro na parte anterior/posterior do produto. Caso o produto esteja posicionado de forma incorreta, uma trava bloqueia o fluxo do *pallet* ao longo da linha até o elevador e uma sirene é acionada para chamar a atenção dos operadores para o problema.

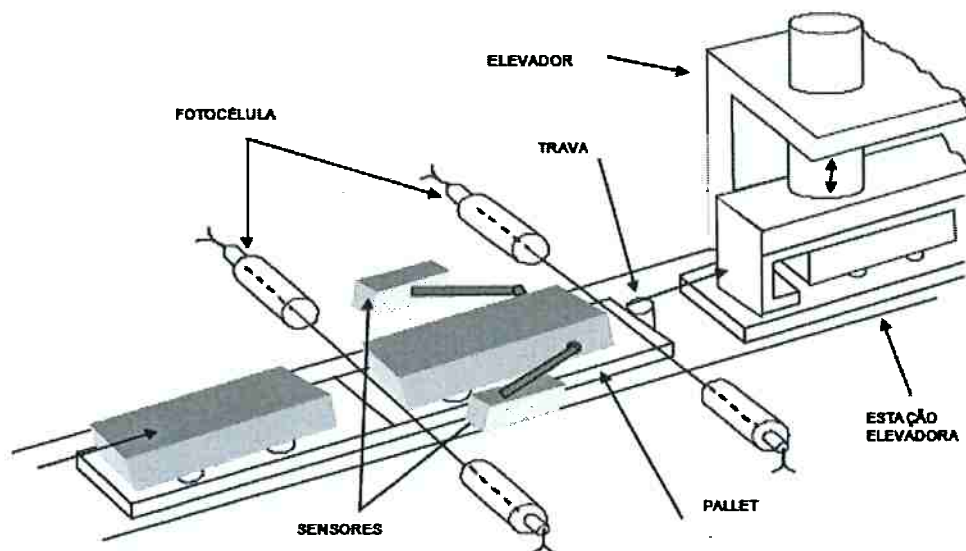


Figura 3.5 - Exemplo de um sistema Poka-Yoke

Fonte: Adaptação de Monden (1998)

3.1.12 Os 5s

O programa 5s é um capacitador muito importante para a Manufatura Enxuta. 5 s é o alicerce para se obter um enfoque disciplinado do local de trabalho: 5s que são cinco palavras que se iniciam com a letra S em japonês:

Seiri: Significa separar os itens necessários dos desnecessários, descartando os desnecessários. Este princípio está relacionado com o senso de utilização.

Seiton: Significa organizar o que sobrou, e alocar um lugar para cada coisa.

Seiso: Quer dizer limpeza.

Seiketsu: Significa a padronização do resultado do desempenho das três primeiras.

Shitsuke: Significa a disciplina, ou seja: é necessário manter a disciplina para que se mantenha a prática dos quatro primeiros “S”.

3.1.13 Empowerment

Empowerment significa dar aos operadores autoridade para que eles possam opinar para que ocorram eventuais mudanças na forma como o

trabalho é desempenhado ou mesmo fazer mudanças no trabalho em si. Segundo SLACK, *et al* (2002) isso pode ocorrer em diferentes graus:

Envolvimento de sugestões, que consiste na contribuição do operador com suas sugestões para melhoria do trabalho, muito embora ele não possa implementá-las.

Envolvimento no trabalho, que vai além da autonomia dos funcionários em poder reprojeter seus trabalhos, mas sim, consiste na preocupação quanto aos limites das mudanças (no reprojeto), pois isso pode ter impacto em outras atividades e sobre o desempenho da operação.

Alto envolvimento. Este seria o *empowerment* mais radical, pois significa incluir todos na direção estratégica e desempenho de toda a organização, ou seja, o grau com que cada indivíduo se envolve com as metas globais da empresa, e assumindo responsabilidades ao desenvolver uma tarefa ou atividade.

O autor cita ainda os benefícios do *empowerment* como sendo uma resposta rápida às necessidades e insatisfações dos consumidores, uma vez que os empregados sentem-se melhores com seus empregos, podendo também ser uma fonte útil de serviço. No entanto, há também os custos associados ao *empowerment* como: maior custo nos treinamentos, treinamentos mais lentos e inconsistentes, decisões erradas tomadas pelos funcionários e ainda o risco de traições por estes.

3.1.14 Times de trabalho

Este é um importante capacitador, pois facilita o trabalho no chão de fábrica em adição ao *layout* celular muito utilizado na Manufatura Enxuta. Porém, o trabalho em equipe não se restringe apenas ao chão de fábrica e muito menos às células de manufatura. Normalmente, as empresas utilizam equipes de melhoria da qualidade, equipes de força tarefa (trabalhadores de outras áreas da empresa que trabalham em equipe com o objetivo de solucionar um problema específico). Outras formas de equipe são as formadas para o relacionamento com fornecedores ou clientes (internos ou externos) de forma a estreitar o relacionamento entre cliente-fornecedor na cadeia de valor.

Os benefícios do trabalho em equipe podem ser: aumento da produtividade, maior motivação, flexibilidade e inovação.

3.1.15 Trabalhador Multi-Habilitado com Rodízio de Funções

Este capacitador é muito importante para que o trabalho em equipe funcione de forma efetiva na empresa. É vital para uma equipe de trabalho que seus membros estejam bem treinados e capacitados para realizarem múltiplas funções, tornando possível, dessa forma, a intercambiabilidade de funções e, conseqüentemente, o princípio do *shojinka*, como já foi mencionado. Com o rodízio de funções, o trabalhador pode se tornar mais flexível, habilidoso e realizar um trabalho menos monótono. Porém, é importante levar-se em consideração que o rodízio de funções não deve interromper o ritmo e tão pouco o fluxo do trabalho.

3.1.16 Comprometimento das Pessoas

Para que a empresa consiga ser efetivamente “enxuta” é necessário que todos (do chão de fábrica à gerência) estejam envolvidos com o *pensamento enxuto*. WOMACK & JONES (1998) citam que um dos passos do caminho único de implementação do *Lean Manufacturing* é justamente o ensinamento a todos do *pensamento enxuto* e suas técnicas, para que dessa forma possa haver uma maior sincronia em toda a cadeia e, assim, todos busquem a melhor solução, ou melhorias, de acordo com o pensamento enxuto.

3.1.17 Utilização de Gráficos de Controle Visual

Este capacitador é o alicerce do princípio da gestão visual já comentado nesse trabalho. Com a utilização de gráficos de controle visual, todos têm acesso às informações de qualidade, desempenho da empresa e indicadores de manufatura, e essa transparência dos resultados proporciona a todos um conhecimento do que está ocorrendo na empresa, não exigindo um alto grau de conhecimento de matemática ou elevada habilidade lingüística, pois os gráficos, painéis e outros dispositivos visuais são de fácil compreensão.

3.1.18 Ferramenta para o Projeto Enxuto

A Manufatura Enxuta tem a preocupação com a eliminação do desperdício desde o projeto do produto. Então, é comum que ao se projetar o produto se leve em consideração o material, o processo de fabricação, a forma de propaganda, em qual fatia do mercado que se deseja atuar, o custo desse produto, entre outros aspectos relevantes, para se obter um projeto de forma que este possua o mínimo de desperdício possível. É comum haver uma engenharia simultânea ou mesmo o DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*).

3.1.19 Trabalhar com sistema de produção com alta repetitividade, porém com alta diferenciação do produto

De acordo com SLACK (2002), a Manufatura Enxuta pode trabalhar com um alto nível de repetitividade, aproximando-se até da repetitividade da *produção em massa*. Porém, o objetivo qualificador da Manufatura Enxuta é a flexibilidade de curto prazo, uma alta diferenciação de produtos, permitindo ao menos uma pequena diversidade de produtos. É importante ressaltar que a Manufatura Enxuta não é adequada para trabalhar com alta diversidade, como vimos anteriormente.

3.1.20 Trabalho com estratégia de resposta de acordo com a demanda

Apesar de a literatura associar a Manufatura Enxuta à produção puxada, que visa uma diminuição de estoques e desperdícios, SLACK (2002) mostra que a Manufatura Enxuta pode relacionar-se com produção para estoque. Obviamente, esses níveis de estoques são inferiores aos níveis da Manufatura em Massa, pois a pequena diversidade e a diferenciação maior que existe na Manufatura Enxuta são evidentes ao se comparar com a Manufatura em Massa, isso gera uma necessidade de se reduzir os estoques de produtos finais. As políticas *make to order*, *make to stock* e *resource to order* podem ser utilizadas para tentar-se reduzir os estoques no ambiente da Manufatura Enxuta.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DAS ABORDAGENS SOBRE IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

4.1 Implementação da Manufatura Enxuta

ALLEN (2000) afirma que a Manufatura Enxuta é um sistema em que seus princípios e capacitadores estão próximos e integrados, em que cada fase constrói uma prévia, ancorando o sistema como um todo, ou seja, todas as atividades que agregam e conduzem valor devem estar integradas.

O autor afirma que pular qualquer fase ou elemento do processo na complexa implementação da Manufatura Enxuta faz com que o sistema fique ineficaz. Logo, a alta gerência, os princípios e as atividades que agregam valor devem estar balanceadas, misturadas e sincronizadas. De acordo com ALLEN (2000), empresas que implementam a manufatura enxuta, e não tomam o devido cuidado na implementação, podem por si só se dizimar.

Encontram-se na literatura duas abordagens de implementação da Manufatura Enxuta que discorrem sobre seqüências de implementação, principais princípios e capacitadores a serem utilizados na transformação da empresa em uma organização enxuta, assim como identificam as maiores dificuldades das implementações como certas particularidades das empresas na hora da implementação.

Essas abordagens são:

➤ 1ª Abordagem: um conjunto de autores que defendem a implementação da Manufatura Enxuta ocorra de forma “padronizada”, ou seja, esses autores acreditam que haja uma forma seqüenciada e padrão de atividades a serem implementadas para qualquer empresa, não levando em conta eventuais particularidades das empresas e problemas específicos de implementação.

➤ 2ª Abordagem: alguns autores acreditam que a implementação da Manufatura Enxuta ocorra de forma contigencial. Esses autores defendem que cada empresa tem uma forma de implementação, pois são levados em consideração o seu ramo de negócio, seus objetivos, dificuldades, possíveis benefícios e o mercado no qual ela está inserida.

A seguir, detalharemos mais essas duas abordagens, citando seus respectivos autores e suas visões sobre a implementação da Manufatura Enxuta.

4.2 - 1ª Abordagem: Implementação “padronizada” da Manufatura Enxuta

Na literatura pode-se observar que alguns autores entendem que a implementação da Manufatura Enxuta deve ser de forma padrão, ou seja, a implementação deve se dar por meio de uma seqüência de etapas, capacitadores e princípios padrões. Estes autores acreditam ainda que esta forma padrão independa da empresa, do seu ramo de negócio, de suas atividades e objetivos. Os autores, dentro desta abordagem, são:

- MONDEN (1984)
- AHLSTÖM (1998)
- WOMACK & JONES (1996)

De modo a explanar melhor as idéias destes autores, as subseções abaixo apresentam mais detalhes.

4.2.1 Abordagem segundo MONDEN (1984)

Para MONDEN (1984) o Sistema de Produção da Toyota é um método racional de fabricação no qual se busca a total eliminação de elementos desnecessários, com o objetivo de redução de custos. Para o autor, embora a

redução de custos seja a meta mais importante do sistema, existem submetas para garantir o objetivo inicial:

- Controle de Qualidade: envolve a capacitação do sistema em se adaptar a variações diárias e mensais em termos de quantidade e variedade.

- Qualidade Assegurada: garante que cada processo só irá suprir seu sucessor com unidades conformes.

- Respeito à Condição Humana: que deve ser cultivado enquanto o sistema utiliza o recurso humano para atingir seu objetivo de redução de custos.

O autor enfatiza que estas três metas não podem existir separadamente ou serem obtidas independentemente, a fim de que realmente levem a concretização da meta primordial - redução de custos. Para dar suporte ao sistema, o autor cita o JIT (Just-in-Time) e a Automação que são a base do STP (Sistema Toyota de Produção). A flexibilidade da mão de obra, assim como, o pensamento criativo dos operários estão inseridos nestes dois conceitos de suporte do STP.

Para exemplificar melhor o sistema, o autor apresenta um esquema do STP, como se pode observar na figura 4.1.

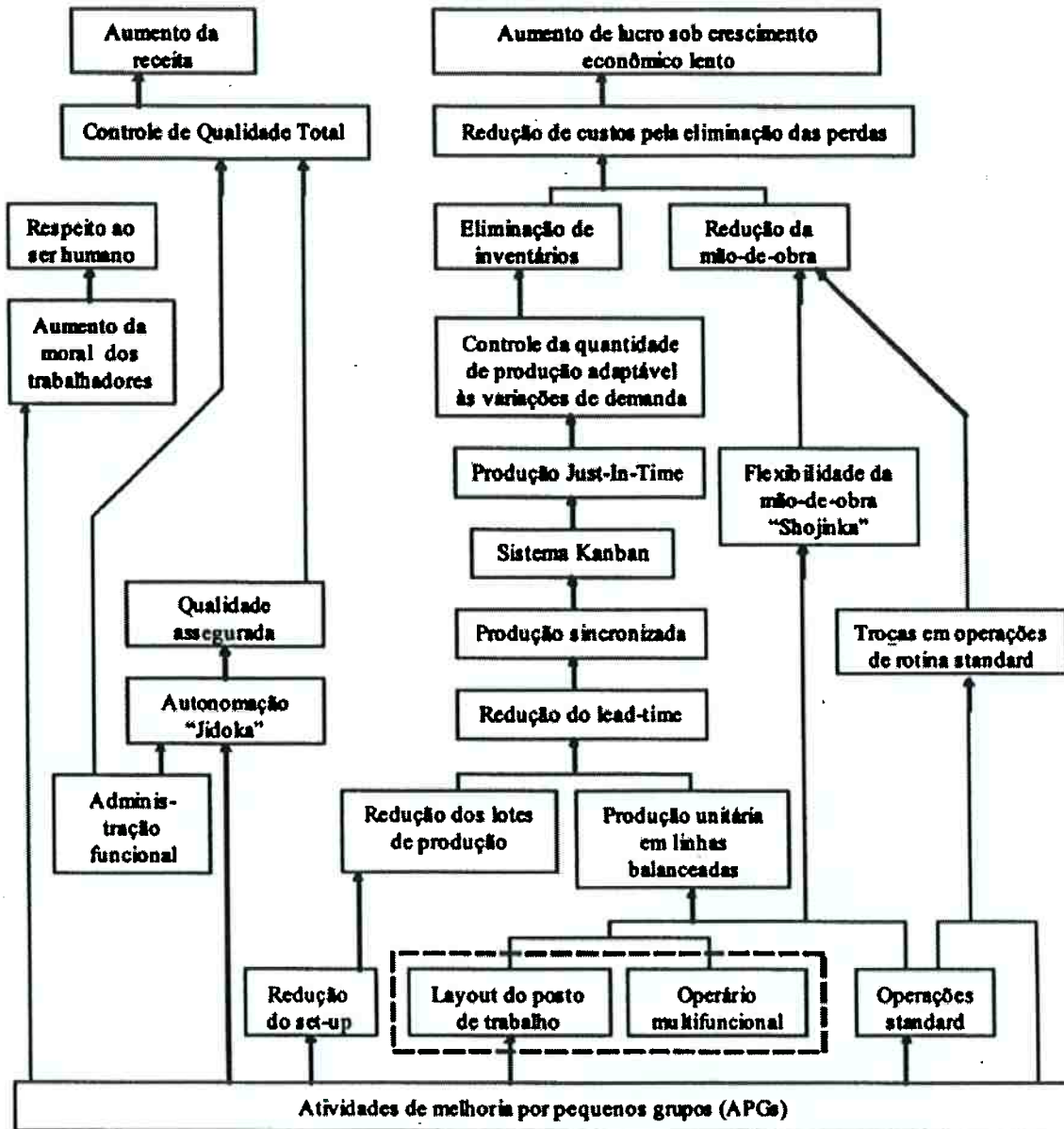


Figura 4.1 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção

Fonte: MONDEN (1998)

4.2.2 Abordagem segundo AHLSTRÖM (1998)

Um outro autor que defende e dá suporte à abordagem de caminho único é AHLSTRÖM (1998), que, em seu artigo, estudou uma empresa que optou pela mudança de gestão produtiva, ou seja, pela implementação da Manufatura Enxuta, pois estava com problemas de qualidade, alto volume de estoque final e em processo (*work-in-process*), elevados tempos de fabricação e altos *lead times*. Também, havia a necessidade da empresa

atender as mudanças do mercado e aumentar sua competitividade com a redução de custos.

Nesses dois anos e meio de estudo, o autor pôde concluir que há necessidade de implementar os princípios de ambas as formas, paralela e seqüencialmente. Antes de apresentar o estudo de caso propriamente dito, o autor descreveu os princípios que nortearam a implementação da Manufatura Enxuta: Eliminação de Desperdício, Produção Puxada, Zero Defeitos, Times Multifuncionais, Delegação de Poderes e Responsabilidade aos Operadores, Sistema de Informação Vertical, Líderes de Times (que seriam responsáveis por supervisionar as atividades e tarefas de sua equipe) e Melhoria Contínua. Dessa forma, a implementação na empresa de máquinas de escritórios se deu da seguinte maneira:

Iniciou-se a implementação instalando-se um sistema de Zero Defeito e difundindo a idéia de Delegação de Poderes e Responsabilidades para os trabalhadores do chão de fábrica. Um novo sistema de gestão da qualidade foi implementado no início do projeto e houve uma atenção especial para com a gestão da qualidade, devido à influência de um grande consumidor no projeto de implementação. Porém, o autor comenta que, mesmo que não houvesse a participação de um grande consumidor no processo de implementação, a empresa começaria com o foco na qualidade, mas não com tantos recursos e esforços despendidos com a qualidade, logo no começo.

Podemos salientar que no início da implantação do sistema de Zero Defeito será difícil conseguir efetivamente a diminuição de refugos e peças retrabalhadas no processo produtivo.

Juntamente com o princípio do Zero Defeito, o autor cita que é de suma importância se ter, no início da implantação, a Delegação de Poderes e Responsabilidades aos Operadores, juntamente com a difusão pela fábrica dos conceitos e princípios da Manufatura Enxuta para que assim os funcionários possam ter maior participação, maior compromisso com os princípios e com a implementação.

Da análise do estudo de caso, AHLSTRÖM (1998) observou que a implantação dos princípios da Eliminação de Desperdício, Produção Puxada e Times Multifuncionais teve que receber esforços e recursos por todo o

processo de implementação devido à interdependência entre eles e por terem sido considerados os princípios centrais da Manufatura Enxuta.

A relação entre Eliminação de Desperdício e a Produção Puxada se dá pelo fato da Produção Puxada ter como premissa a redução do tamanho dos lotes e a redução de inventário, requerendo a redução de *set-up* e fluxo contínuo de materiais. Com a redução de inventários e com o fluxo de materiais contínuos pode se eliminar desperdício de movimentação, espera e super produção. Além disso, a redução do tamanho dos lotes é obtida através da criação de células de manufatura (HYER & WEMMERLOV, 1984) e para a criação de células são necessários Times Multifuncionais, pois estes times serão responsáveis pelo controle e produção nas células de manufatura, tornando o sistema mais ágil e flexível pela diminuição da burocracia.

Outros dois princípios foram considerados como princípios de suporte à implementação: Sistema de Informação Vertical e Líderes de Times. O autor diz que ambos necessitam de esforços e recurso durante toda a implementação, mas menos do que os princípios que foram considerados centrais da Manufatura Enxuta. Os líderes de times em plantas com alta performance têm maior responsabilidade do que em plantas que não têm uma performance tão boa, pois estes têm importante papel que é o de monitorar e transferir tarefas a sua equipe de trabalho. Já o Sistema de Informação Vertical é muito usado em organizações, principalmente japonesas, para o envolvimento dos operários para melhorias na manufatura. Isto ocorre com a difusão de informações da empresa, sobre lucros, crescimento, prejuízos, metas, estratégias, por toda a fábrica. O autor elucida que em alguns casos os trabalhadores recebem cursos e treinamentos para entenderem as informações e que a informação é um importante caminho para melhorar a performance de um time multifuncional.

Por fim, observou-se que a Melhoria Contínua recebeu recursos e iniciativas depois que os outros princípios já haviam sido implementados, pois para se obter a Melhoria Contínua devem ser considerados os seguintes aspectos:

- O bom desenvolvimento dos times multifuncionais, com o avanço de suas competências e aumento de suas habilidades para assumir

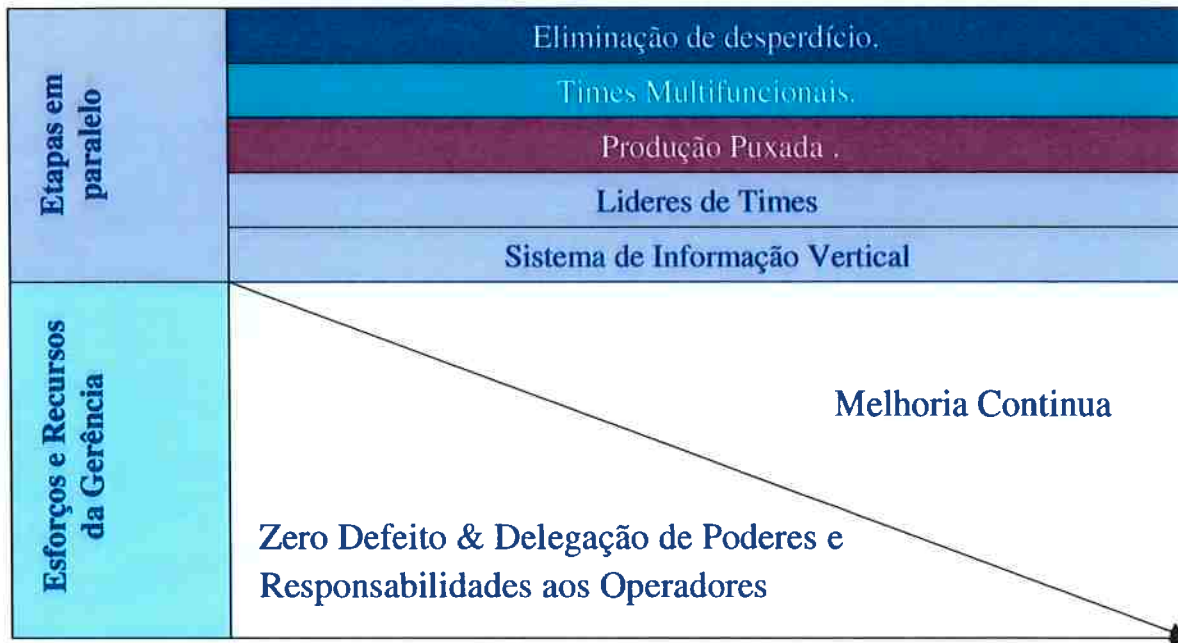
responsabilidades, preparação de melhores operadores para sugestões de melhoria mais eficientes (HART et al 1996).

- As responsabilidades e poderes foram delegados aos funcionários para que estes buscassem sempre a melhoria contínua para que a empresa alcançasse suas metas e objetivos;

- Com células de manufatura os operadores não trabalhavam mais de forma monótona e exerciam diversas atividades, isso, combinado com treinamento, possibilitou que eles pudessem ter uma visão melhor dos desperdícios e de como eliminá-los (ROBINSON & SCHRODER, 1992).

Estes três exemplos ilustram como iniciativas da Melhoria Contínua são estruturadas com o envolvimento dos funcionários e com outros princípios da Manufatura Enxuta. Ainda no artigo, o autor cita que, segundo COLE et al (1993), uma razão importante para que empresas japonesas tenham tido sucesso com o envolvimento de seus funcionários com a melhoria da qualidade é todos enxergarem seus posteriores da cadeia produtiva como sendo seus clientes. Isso é intensificado pela produção puxada e pela relação fornecedor - cliente dentro do processo produtivo entre times multifuncionais.

O autor concluiu que a implementação dos princípios da Manufatura Enxuta necessita de esforços e iniciativas de ambas as formas, paralela e seqüencialmente, como podemos observar na figura 4.2.



Tempo Gasto para implementação da Manufatura Enxuta

Figura 4.2 – Seqüências de Implementação da Manufatura Enxuta

Fonte: AHLSTRÖM (1998)

4.2.3 Abordagem segundo WOMACK & JONES (1996)

Segundo WOMACK & JONES (1996), existe uma seqüência específica de etapas e iniciativas para a transformação ou implementação da Manufatura Enxuta em uma empresa. Esta conclusão foi obtida pelos autores depois de um minucioso trabalho em que eles analisaram transformações bem sucedidas por todo o mundo. Segundo os autores, estas etapas de implementação podem ser divididas em quatro fases: início do processo, criação de uma nova organização, instalação de sistemas de negócios e finalização da transformação. Iremos agora descrever as etapas destas quatro fases.

Início do Processo:

Etapa 1: Encontre um agente de Mudança: O agente de mudança será responsável por fazer as coisas acontecerem. Se a empresa for pequena, o dono deve se comprometer e deve possuir a capacidade de fazer

com que as coisas aconteçam. Porém, se a empresa for grande, o agente de mudança pode ser um executivo, um vice-presidente ou o presidente, desde que possua a capacidade de realização; caso contrário, deve-se contratar um indivíduo com essa capacidade.

Etapa 2: Adquirir Conhecimento: O agente de mudança deve possuir um profundo conhecimento das técnicas, princípios e capacitadores da Manufatura Enxuta, pois, caso contrário, o projeto de implementação não conseguirá transpor o primeiro obstáculo de implementação. É também importante que toda a equipe do agente de mudança tenha conhecimento do pensamento enxuto e o difunda por toda a empresa.

Etapa 3: Encontre uma alavanca aproveitando ou criando uma crise: Na análise feita por WOMACK & JONES (1996), os autores não encontraram nenhuma empresa que não estivesse em crise, disposta a cumprir as etapas necessárias para adotar o pensamento enxuto. Para aplicar o pensamento enxuto na unidade de negócio que estiver em crise, líderes da organização poderiam ser convidados para aprender os princípios e difundir o pensamento enxuto nas suas áreas. Uma outra forma de alavanca é quando se tem um concorrente que antigamente usava a forma de produzir em massa e agora está obtendo resultados significativos com a metodologia do pensamento enxuto, ou possuir clientes ou fornecedores enxutos.

Etapa 4: Mapeie as cadeias (o fluxo) de valor: Tendo o agente de mudança o conhecimento da urgência de implementação da Manufatura Enxuta, é hora de mapear o fluxo de valor. O cliente não está interessado na organização da empresa ou o relacionamento da mesma com fornecedores e distribuidores, ele está interessado apenas em seu produto. Portanto, a identificação das cadeias e do fluxo do valor é de suma importância nesse estágio. Nessa etapa, deve-se desenhar o mapa atual, identificar os desperdícios e, visando uma redução destes, desenhar um mapa futuro com um fluxo mais contínuo e com menos desperdício, com planos de ação.

Etapa 5: Inicie o *Kaikaku*. Deve-se começar o mais rápido possível analisando por uma atividade específica deficiente, mas que seja importante para a empresa, pois o potencial de melhoria é imenso e pode ocorrer uma surpreendente transformação ao se usar recursos e pontos fortes que até então eram desconhecidos. Nessa etapa não se deve esquecer de exigir resultados, a equipe de melhoria e a força de trabalho devem ser capazes de ver as coisas mudando. Não se pode esquecer do fator psicológico, ou seja, ao obter resultados positivos é importante a divulgação destes para que o agente de mudança obtenha maior moral e confiança de todos.

Etapa 6: Ampliar o escopo logo que possível: Os autores WOMACK & JONES (1996) descobriram que é de fundamental importância que se produzam alguns resultados drásticos que todos possam ver, focalizando uma atividade problemática. Então, após a primeira rodada de melhorias ter sido posta em prática, este é o momento de começar a unir diferentes partes do fluxo de valor para uma família de produtos. Estabelecer uma programação nivelada e uma produção puxada é importante para que comecem a aparecer os desperdícios e dessa forma se possa começar a eliminá-los. Uma vez iniciada essa metodologia no chão de fábrica, o próximo passo é dedicar-se ao sistema de pedidos ao escritório, porque mesmo não sendo tão fácil, é vital.

Criação de uma Nova Organização.

Ao se conseguir realizar o primeiro passo, o início do processo, deve-se ter o cuidado para que a empresa não tenha sua cadeia de fluxo de valor interrompida e que tenha que ser feito todo o primeiro passo novamente.

Etapa 7: Reorganize a empresa por famílias de produtos e cadeia de valor: Identificar e canalizar o fluxo de valor para uma família de produto, para que o valor flua suavemente é um propósito da organização enxuta, porém à medida que se dimensiona os equipamentos, ficará evidente que é possível reorganizar grande parte dos equipamentos e pessoal, para dedicação de famílias de produtos. Logo, identificar as famílias de produtos e suas funções, para realinhar suas atividades deve ser o próximo passo.

Etapa 8: Crie uma função enxuta: É necessário que haja um grupo permanente de promoção da abordagem enxuta e o grupo deve ser diretamente subordinado ao agente de mudança.

Etapa 9: Desenvolva uma política para o excesso de pessoal: Ao transformar-se em uma empresa enxuta, uma empresa que produzia em massa (repleta de estoque, operadores desqualificados, etc.) pode reduzir sua força de trabalho em três quartos e, portanto, se as vendas se mantiverem estáveis, a empresa terá um excesso de pessoal, que, ao se sentir ameaçado não colaborará para o sucesso da implementação. Então é necessário que o excesso de pessoal seja tratado desde o início e que se tente realocar em outras tarefas.

Etapa 10: Desenvolva uma estratégia de crescimento: Com o passar do tempo, vão surgindo recursos advindos das melhorias provocadas pelo pensamento enxuto e é muito importante que seja estabelecida uma estratégia de crescimento. Às vezes, as empresas optam por repassar as economias em custos para ganhar volume de vendas, outras focalizam os recursos em investimentos para redução de *lead times* de produção, entre outras medidas.

Etapa 11: Elimine os obstáculos: Quando se realiza uma mudança em uma empresa, menos de 10% dos gerentes não aceitam a mudança e enfatizam apenas os erros da nova forma de gestão. Foi constatado pelos autores WOMACK & JONES (1996) que o agente de mudança deve ser rápido para eliminar esses “cabeças duras” para que não atrapalhem a implementação.

Etapa 12: Instale a mentalidade da perfeição: O agente de mudança deve implementar na organização, nesse momento, o princípio da perfeição que já foi citado. O princípio da perfeição deve ser difundido por toda a organização.

Instalação do sistema de negócio.

Esta fase tem como objetivo ser outro passo a fim de tornar a nova abordagem auto-sustentável.

Etapa 13: Utilize o desdobramento da política (gerenciamento pelas diretrizes ou gerenciamento *hoshin kanri*): As ferramentas de desdobramento das diretrizes devem ser utilizadas para se chegar a uma decisão sobre as três ou quatro ferramentas que serão utilizadas por ano. É importante que se tenha um alinhamento de todos e entre as tarefas, atividades e trabalhos em direção às metas chaves da empresa.

Etapa 14: Crie um sistema contábil enxuto: Hoje, muitas empresas estão utilizando o sistema de custo ABC (Sistema Baseado em Atividades) que é uma grande evolução na gestão de custos. Porém, um avanço ainda maior é possível e o sistema contábil enxuto consiste no custeio baseado no fluxo de valor/produto, incluindo o desenvolvimento e a venda de produtos, assim como o custo de produção e do fornecedor, pois dessa forma todos podem ver com clareza se os esforços coletivos estão aumentando o custo ou propiciando mais valor.

Etapa 15: Remunere os funcionários de acordo com o desempenho da empresa: A remuneração ideal para o trabalhador seria uma proporção exata do valor agregado por ele, sendo este valor determinado pelo cliente. No entanto, isso é extremamente complexo e levantaria problemas técnicos insuperáveis, ou acarretaria um enorme esforço para a resolução destes problemas. Com isso, os autores sugerem que a remuneração seja pagar salários de mercado aos funcionários com base em suas qualificações gerais, juntamente com uma bonificação extra, diretamente associada à lucratividade da empresa, seria uma participação nos resultados.

Etapa 16: Implemente a transparência: É de vital importância para a implementação da Manufatura Enxuta que todos os envolvidos no processo saibam do andamento das mudanças em tempo real.

Etapa 17: Introduza o aprendizado do pensamento enxuto: Para que a força de trabalho transponha as adversidades de implementação é necessário que tenha um treinamento especial. O aprendizado dos princípios, dos capacitadores e o desdobramento da política podem ser cuidadosamente sincronizados e de modo a reforçar o compromisso de todos em fazer a coisa certa.

Etapa 18: Encontre ferramentas do tamanho certo: Entende-se como ferramenta não apenas o maquinário do chão de fábrica, mas também o sistema de informação da empresa. Deve-se quebrar a idéia de que as melhores máquinas são as que possuem a melhor capacidade produtiva, as mais sofisticadas, as maiores e que os melhores sistemas de informação são complexos, caros e de alta tecnologia. A melhor ferramenta não será necessariamente a maior ou a mais cara, mas sim a que permita que os produtos fluam de forma suave pela cadeia do valor.

Terminar a transformação.

As últimas três etapas para que se concretize a transformação da empresa são:

Etapa 19: Aplique estas etapas a seus fornecedores/clientes: Para que se prospere com o pensamento enxuto, é necessário que se convença fornecedores e clientes a adotar o pensamento enxuto, seguindo os passos que foram mencionados. É preciso se construir um relacionamento de ganha-ganha entre todos da cadeia do valor.

Etapa 20: Desenvolva uma estratégia global enxuta: Nesta etapa a empresa enxuta deve-se preocupar em desenvolver um sistema de projetos, uma carteira de pedidos, relacionamento com fornecedores e produção completa dentro de cada grande mercado de vendas. Isso tornaria a comunicação mais eficaz, o fluxo de materiais mais rápido e a probabilidade de ocorrer erros de especificações seriam menores.

Etapa 21: Transição da melhoria e decisões de cima para baixo para as melhorias e decisões de baixo para cima: Com o tempo, todos os funcionários irão se transformar em um engenheiro de processo pró ativo. Então, esses funcionários que agora estão pensando de forma enxuta terão iniciativas e sugestões para a melhoria contínua da empresa e, dentro dessa filosofia, cada trabalhador inspeciona o próprio trabalho e desenvolve habilidades múltiplas, eliminando-se dessa forma níveis gerencias. Portanto, nesse momento haverá uma transição das decisões e melhorias que passarão a ser de baixo para cima.

O processo de caminho único que acabou de ser citado, passa pelas 21 etapas acima e tem um horizonte de transformação de 5 anos, de acordo com WOMACK & JONES (1996).

4.3 - 2ª Abordagem: Implementação Contingencial da Manufatura Enxuta

Para determinados autores a implementação da Manufatura Enxuta deve ocorrer de uma forma padronizada. Existem outros que entendem que a Manufatura Enxuta deve ser implementada de forma contingencial, ou seja, sustentam a idéia de que cada empresa tem uma forma de implementação, levando em conta seu ramo de negócio, seus objetivos, dificuldades, possíveis benefícios e o mercado no qual ela está inserida.

Os autores que defendem a abordagem contingencial são:

- PANIZZOLO (1998)
- ALLEN (2000)

Nas subseções seguintes iremos explicar melhor as idéias desses autores, comentando de forma mais profunda seus artigos.

4.3.1 Abordagem segundo PANIZZOLO (1998)

PANIZZOLO (1998) cita em seu estudo de múltiplos casos que a Manufatura Enxuta difundiu-se muito na década de 80 pelas indústrias do ocidente, pois ficou claro, com o sucesso das indústrias japonesas, que a ênfase no modelo de manufatura como uma arma de competitividade estratégica seria uma boa forma das empresas ocidentais manterem-se competitivas, com a redução de custos e aumento de qualidade. Também, com a Manufatura Enxuta, as empresas ocidentais poderiam resolver ou minimizar o dilema da produtividade e flexibilidade. Segundo PANIZZOLO (1998) a Manufatura Enxuta tem promovido um largo debate no ocidente considerando-se os aspectos de sua aplicação no sistema, como características específicas de diferentes países e de diferentes indústrias.

As mudanças no cenário econômico como o aumento tecnológico e empresas que possuem fornecedores internacionais, têm conduzido alguns autores a acreditar que o paradigma da Manufatura Enxuta será forçado a sofrer algumas transformações e adaptações para que se enquadre a essa nova realidade. Segundo o autor, genericamente, pode-se ter um debate sobre a Manufatura Enxuta em três diferentes níveis:

- **1º Nível:** A Manufatura Enxuta é um sistema frágil. Ligeiras variações e perturbações nas condições de trabalho planejado podem afetar seriamente o desempenho do sistema, pois a Manufatura Enxuta acarreta uma considerável redução de recursos.

- **2º Nível:** O impacto do paradigma da Manufatura Enxuta nas relações da empresa com seus fornecedores e clientes. A Manufatura Enxuta é vulnerável não só em relação a variabilidades internas da fábrica, mas também a variações de recursos externos. Nessa perspectiva, as relações de parceria têm se tornado um bom modelo de relacionamento entre fornecedores e compradores. No entanto, deve-se considerar a dificuldade para o desenvolvimento de parcerias. Também, deve-se considerar que o canal de distribuição das empresas

e de seus clientes, na Manufatura Enxuta, tem sido analisado em detalhes dentro da indústria automobilística e poucos estudos estão sendo realizados nos canais de distribuição de outras empresas onde os canais e o ramo de negócio dessas empresas é diferente.

- **3º Nível:** Os fatores específicos de diferentes países devem ser levados em consideração, como: política, legislação, cultura, economia, industrial e tributação. Segundo o autor, algumas premissas da Manufatura Enxuta estão diretamente relacionadas com a cultura japonesa, como, por exemplo: A Manufatura Enxuta é caracterizada por uma aproximação progressiva e gradual da inovação, que reflete a cultura japonesa. Já algumas indústrias ocidentais são caracterizadas com inovações radicais, por influência da cultura ocidental.

Então, o autor pôde verificar em seu estudo de múltiplos casos que o maior desafio, para a total implementação dos princípios da Manufatura Enxuta pelas empresas estudadas, consistiu no gerenciamento do relacionamento externo da fábrica. As empresas encontraram seus maiores desafios na integração de diferentes organizações, dentro da cadeia de valor, para que assegurassem uma alta qualidade nos seus produtos e serviços finais, e também para integrar seus consumidores dentro da organização.

Pelos pontos levantados pelo autor, pode-se inferir que as indústrias têm outras dificuldades na hora de implementação da Manufatura Enxuta, não sendo só o relacionamento externo. As indústrias encontram dificuldades no desenvolvimento e estreitamento de relacionamento com fornecedores, principalmente se estes forem internacionais. Além disso, a mudança de cultura na empresa, o ramo de negócio da organização, assim como determinados objetivos e possíveis benefícios fazem com que as empresas implementem a Manufatura Enxuta de diferentes formas, *customizando* a Manufatura Enxuta de acordo com suas necessidades e realidade.

4.3.2 Abordagem segundo ALLEN (2000)

Para ALLEN (2000), o caminho para desviar de um falso começo de implementação é não escolher e adotar ferramentas que se acredita que irão ser eficazes. Quando se implementa uma ferramenta da Manufatura Enxuta que não é usada corretamente, como quadros de *andons*, ou *kanbans*, por exemplo, ao invés de eliminar desperdício, acabam aumentando os custos e assim indo na contramão do objetivo da Manufatura Enxuta. Nesse estágio, o autor comenta que é comum que os gerentes digam que a Manufatura Enxuta é um paradigma produtivo exclusivo da indústria automobilística, não cabendo às outras indústrias. Isso nem sempre é verdade, pois a Manufatura Enxuta pode ser utilizada de lanchonetes a indústria de linha branca. A Manufatura Enxuta é aplicável quando se tem pouca variabilidade na demanda, o processo tem produtos com alta diferenciação e pouca diversidade e há sincronismo do sistema.

ALLEN (2000) diz que, para implementar a Manufatura Enxuta, deve-se usar cinco princípios básicos para desenvolver uma arquitetura consistente para o desenvolvimento normal do sistema. Os cinco princípios são: o valor é definido pelo consumidor, eliminar desperdício, produção puxada pelo consumidor, envolvimento e delegação de poderes às pessoas que agregam valor e custo total como uma métrica (com custo competitivo pode-se manter no mercado). Estes princípios devem estar ancorados com cinco fases de implementação, que são: estabilidade, fluxo contínuo, sincronismo da produção, produção puxada e balanceamento da produção. Apesar de o autor citar os princípios básicos a serem implementados, assim como as fases de implementação, ALLEN (2000) está na segunda abordagem, uma vez que para o autor o processo de implementação da Manufatura Enxuta será diferente para cada organização que implementar o sistema, não havendo um “livro de receitas”, que possa explicar cada passo do processo de implementação e como utilizar cada princípio nas cinco fases. Portanto, citar alguns princípios fundamentais da Manufatura Enxuta, por si só, não necessariamente caracteriza um autor como defendendo a abordagem padronizada; mais importante é o “como” realizar a implantação.

4.4 Sistema de classificação segundo os pesquisadores analisados

Levando-se em consideração as informações apresentadas neste capítulo encontramos no sistema de classificação dos pesquisadores analisados, apresentado no artigo de Godinho & Fernandes (2004), onde estes descrevem um sistema baseado em quatro categorias principais:

- A metodologia usada;
- A abrangência;
- Os princípios da Manufatura Enxuta;
- Os capacitadores da Manufatura Enxuta discutidos.

A categoria relacionada à metodologia foi dividida em duas classes:

- Trabalhos teóricos – são trabalhos que utilizam metodologia científica baseada na teoria, ou seja, pesquisas do tipo teórico-conceitual, como discussões conceituais e revisões da literatura.
- Trabalhos práticos – são pesquisas do tipo experimental, surveys, estudos de caso e pesquisa ação. Todos utilizam a prática para testar ou validar um determinado conceito.

A segunda categoria do sistema de classificação proposto é a abrangência do trabalho. Esta categoria refere-se ao nível da cadeia de suprimentos em que está focado o trabalho sobre Manufatura Enxuta. Esta categoria é embasada no fato de que a Manufatura Enxuta, a despeito de ter nascido no chão de fábrica, evoluiu para outras áreas da cadeia de suprimentos.

Quanto à abrangência, os trabalhos foram divididos em três classes:

- Foco no chão de fábrica (representado pelas letras CF) – refere-se aos trabalhos cujo foco principal é o estudo das práticas enxutas no chão de fábrica;
- Foco em outras áreas da empresa (representado pelas letras OA) – refere-se aos trabalhos cujo foco principal é o estudo das práticas

enxutas em outras áreas da organização (projetos, recursos humanos, contabilidade/custos, etc.);

- Foco na cadeia de suprimentos (representado pelas letras CS) – refere-se a trabalhos cujo foco principal são as práticas enxutas relacionadas a clientes e fornecedores da empresa.

A terceira categoria do sistema de classificação são os princípios enxutos destacados pelos autores. Os princípios mais importantes foram extraídos de relevantes referências sobre Manufatura Enxuta e Sistema Toyota de Produção (Monden, 1984; Womack & Jones, 1998). A Tabela 4.1 mostra estes princípios com seus respectivos códigos do sistema de classificação.

Por fim, a quarta categoria são os capacitadores (tecnologias, metodologias e ferramentas) da Manufatura Enxuta. A partir das referências citadas no trabalho, foram identificadas as principais tecnologias, ferramentas e metodologias necessárias para conseguir um sistema enxuto nas empresas. Com as informações obtidas, os capacitadores serão organizados de acordo com o princípio (representado por um código mostrado na Tabela 4.1) a que cada um está mais relacionado. Tabela 4.2.

A classificação, quanto às quatro categorias, é apresentada na Tabela 4.3.

Tabela 4.1 - Princípios mais importantes da Manufatura Enxuta

Fonte: Godinho Filho e Fernandes (2004)

Princípio	Código
Determinar valor para o cliente, identificando cadeia de valor e eliminando desperdício	A
Trabalho em fluxo/simplificar fluxo	B
Produção puxada/just in time	C
Busca da perfeição	D
Automação/ qualidade 6 sigma	E
Limpeza, ordem e segurança	F
Desenvolvimento e capacitação de recursos humanos	G
Gerenciamento visual	H
Adaptação de outra áreas da empresa ao pensamento enxuto	I

Tabela 4.2 - Os capacitadores da ME, sua respectiva codificação e relacionamento com princípios enxutos

Fonte: Godinho Filho e Fernandes (2004)

Capacitadores (tecnologias, metodologias e ferramentas)	Código	Princípio relacionado
Mapeamento do fluxo de valor	1	A
Melhoria na relação cliente-fornecedor/redução do número de fornecedores	2	A
Recebimento/fornecimento <i>just in time</i>	3	A,C
Tecnologia de grupo	4	B
Trabalho em fluxo contínuo (<i>one piece flow</i>)/redução tamanho de lote	5	B
Trabalhar de acordo com o <i>takt time</i> /produção sincronizada	6	B
Manutenção produtiva total	7	B
Kanban	8	C
Redução do tempo de <i>set up</i>	9	C
Kaizen	10	D
Ferramentas de controle de qualidade	11	E
Zero defeitos	12	E
Ferramentas <i>poka yoke</i>	13	E
5 S	14	F
<i>Empowerment</i>	15	G
Trabalho em equipes	16	G
Comprometimento dos funcionários e da alta gerência	17	G
Trabalador multi-habilitado/rodízio de funções	18	G
Treinamento de pessoal	19	G
Medias de performance/ <i>balance scorecard</i>	20	H
Gráficos de controles visuais	21	H
Modificação de estrutura financeira/custos	22	I
Ferramentas para projeto enxuto (DFMA, etc.)	23	I

Tabela 4.3 - Classificação dos artigos

Fonte: Godinho Filho e Fernandes (2004)

Artigo/ano de publicação	Classificação quanto à metodologia	Classificação quanto à abrangência	Classificação quanto aos princípios enxutos	Classificação quanto aos capacitadores enxutos
Monden (1984)	Teórico	CF	B,E,G	7,11,16,19
Womack & Jones (1996)	Teórico	OA	G,I	17,18,19,23
Ahlström (1998)	Prático	CF	A,C,D,E,G	8,10,12,15,16
Panizzollo (1998)	Prático	CF,OA,CS	A,B,C,E,G, H,I	2,6,8,9,13,16, 18,21,23
Allen (2000)	Prático	CF	B,C,F	4,5,6,7,14

CAPÍTULO 5

ANÁLISE DE FÁBRICAS

BENCHMARKING DA CORPORAÇÃO

5.1 Introdução

A partir do conhecimento da abordagem da literatura por diferentes autores e com uma proposta para a metodologia de implantação da Manufatura Enxuta, este capítulo tem como foco principal apresentar 3 diferentes implementações nas plantas da GM, uma nos Estados Unidos, uma no México e outra na Polônia.

Inicialmente será feita uma breve explanação sobre a empresa e a maneira que foram realizadas ações para combate ao desperdício de inventário de materiais. Seguir-se-á mostrando o estado do inventário de produção antes e depois da aplicação do método. Por fim, os ganhos obtidos serão relatados com o intuito de validar a proposta.

5.2 A empresa e a implementação da Manufatura Enxuta

Em 1908, quando foi fundada, a General Motors já detinha mais da metade do segmento automotivo do mercado norte-americano. Devido a aquisições e fusões de cerca de 200 pequenas empresas, a GM já detinha, quando nasceu, marcas renomadas da época como a elegante Cadillac, do Oldsmobile e da Chevrolet que foi definitivamente comprada em 1918. Nascedo dessa forma a, GM não parou de crescer no mercado interno norte-americano e seus executivos da época começaram um plano de internacionalização da GM.

Após deter sete linhas de veículos, além de peças, o primeiro passo para a internacionalização foi a construção de uma fábrica em Copenhague para que a empresa pudesse atender o mercado escandinavo. Em seguida, foi construída uma fábrica na Bélgica, foi adquirida a Opel, na Alemanha, e a Vauxhall Motors Ltd., na Inglaterra. Seguindo essa expansão meteórica para

a época, em 1925 foi a vez do Brasil e da Argentina receberem as primeiras fábricas da empresa na América Latina.

No Brasil a GM fixou-se de forma definitiva em São Caetano do Sul, originando a matriz da General Motors do Brasil (GMB), onde montava carros com uma capacidade de produção gigantesca para a época. Porém, em 1929 a empresa foi gravemente abalada pela crise americana e teve em 1932 que fechar suas portas no Brasil, devido ao baixo consumo de veículos no mercado brasileiro e a grande incerteza com a revolução paulista da época. No entanto, o governo paulista adquiriu todo o estoque da GMB o que fez com que a empresa se recuperasse e voltasse a crescer. Em 1956 construiu uma nova fábrica no Estado de São Paulo, em São José dos Campos, onde iria produzir motores para ônibus e caminhões com 72 % dos componentes nacionais.

Seguindo em crescimento, a GMB comprou uma fazenda em Indaiatuba para a construção de seu campo de prova, que hoje é um dos mais modernos do mundo, sendo o segundo mais importante da General Motors Corporation (GMC). Com o aumento do consumo de automóveis da GM no Brasil, fez-se necessária uma planta exclusiva de peças de reposição. Estrategicamente, essa planta foi construída em Mogi das Cruzes (cidade situada entre São Caetano do Sul e São José dos Campos) onde peças estampadas e injetadas são produzidas para atender as concessionárias da marca Chevrolet no Brasil, até hoje.

Porém, desde a década de 80 a GM, assim como outras grandes montadoras começaram a perder mercado com a concorrência de montadoras japonesas que possuem veículos de baixos preços, com elevada qualidade e muito boa eficiência produtiva como a Toyota e a Honda. A competição no mercado automotivo no mundo ficou cada vez mais acirrada e a maior montadora do mundo, a GM, viu que, por uma questão de sobrevivência, seria um paradigma produtivo, a unificação da gestão da manufatura fosse introduzida em todas as suas plantas do mundo. Era necessário que a empresa, com suas dimensões gigantescas e seu enorme custo estrutural, tivesse uma maior flexibilidade, reduzisse seus custos, melhorasse sua qualidade e projetasse carros mais competitivos para essa nova realidade de mercado.

Então, em 1996, Jack Smith (CEO da GMC na época), disse a seguinte frase: “Todas as empresas da GMC devem operar em um sistema comum de manufatura” oficializando a criação e integração do GMS (*Global Manufacturing System*) em todas as plantas de manufatura da GMC.

Esse sistema de gestão é a Manufatura Enxuta customizada para a realidade da GMC, bem como para atender suas necessidades. Também nessa época foi estipulada uma meta de 10 anos para que todas as plantas da GMC estivessem operando com o sistema produtivo do GMS.

Entre os anos de 97 e 98 foram dados os primeiros passos de implementação e mudança na cultura de manufatura da GM na região LAAM (plantas da *Latin America, Africa & Middle East*). Essa mudança cultural se deu através de coordenadores do GMS que iam para *GM University* e *GM Integration Center* nos EUA ter treinamentos e adquirir materiais para difusão e implementação desse novo paradigma produtivo.

No início da implementação não havia a preocupação de se implementar os capacitadores de forma seqüencial e ótima, como WOMACK & JONES (1998) mencionam em seu livro, mas sim era uma implementação preocupada em incorporar na manufaturas os capacitadores necessários em cada planta, de forma concomitante e o menos morosa possível.

A definição de quais seriam os capacitadores a serem implementados era feita pelos diretores e coordenadores do GMS e para essa escolha eram levados em consideração as metas, os conceitos e capacitadores do GMS que seriam úteis para determinada planta, para atender as necessidades peculiares de cada mercado. Sempre na GMC utiliza-se a figura 5.1 como padrão para se alcançar as metas e objetivos pré-determinados, mas sempre respeitando-se as particularidades de cada planta. Como se pode observar na base da pirâmide, apresentada a seguir, cada região tem a sua ferramenta específica (*regional tools*), o que dá o alicerce ao GMS.



Figura 5.1 - Estrutura do GMS na General Motors Corporation

Fonte: General Motors Corporation

O GMS possui cinco princípios que são: Comprometimento das Pessoas, Padronização, Feito com Qualidade, Menor tempo de Execução e Melhoria Contínua. Cada um desses princípios na região da LAAM possui coordenadores responsáveis pela calibração, ou seja, pelo monitoramento da evolução dos mesmos. Essa calibração ocorre com o intuito de estabelecer um sistema de gestão produtiva global, em que todas as plantas da GMC produzam de forma enxuta e com os mesmos princípios. Então, cada princípio está suportado por determinados elementos como se pode ver na figura 5.2.



Figura 5.2 - Os princípios do GMS na General Motors.

Fonte: General Motors Corporation

Em 2004 começou-se a verificar a sinergia dos capacitadores do GMS-LAAM identificando-se as melhorias de qualidade, aumento de produtividade, redução de inventário, diminuição de *lead times*, reduções enormes nos tempos de *set-ups* e etc.

Então, como o pensamento enxuto já estava se incorporando na cultura da GMC, nasceu o Complexo Industrial Automotivo de Gravataí em 2000, no Rio Grande do Sul.

Pela primeira vez no país, a GM teria uma fábrica de consórcio modular com sistemistas atuando em processo de produção “*on-line*” (devido à rápida troca de informação, sistema *JIT* com conjuntos seqüenciados) e com estrutura de serviço compartilhada, em que custos e riscos eram minimizados e também um baixo custo logístico, uma vez que os fornecedores e sistemistas estavam alocados praticamente no mesmo complexo da montadora. Não demorou muito para que o sistema de produção de Gravataí se tornasse um modelo para a GMC.

No entanto, as fábricas da GMB de São Caetano do Sul e São José dos Campos, como foi citado anteriormente, nasceram antes que os

conceitos da Manufatura Enxuta estivessem enraizados na GM. As instalações dessas plantas (SCS e SJC) não foram projetadas para trabalharem de maneira enxuta, assim como a fábrica de Gravataí. Então, as maiores dificuldades, assim como os maiores desafios do GMS no Brasil, são tentar superar algumas limitações das próprias instalações dessas fábricas, para que elas operem da forma mais enxuta possível, reduzindo o custo estrutural da montadora. Hoje, um dos maiores problemas da GMB é justamente seu elevado custo estrutural. Isto evidencia que a GMB ainda não opera de forma totalmente enxuta, muito possivelmente pelos entraves citados acima.

Então, podemos concluir que a General Motors, ao implementar o seu sistema de Manufatura Enxuta, o GMS, utilizou-se claramente da abordagem contingencial, pois a GMC dita as metas, princípios e elementos e cada planta utiliza as ferramentas que achar mais plausíveis com a sua realidade e necessidade, sendo assim um exemplo prático da abordagem contingencial.

5.3 Entendendo o panorama de desenvolvimento

O objetivo principal desta sistemática está focado na redução de inventário de materiais, que representa 70% do custo de fabricação de um veículo. Além da redução de inventário temos também um ganho de área nas fábricas, em função da redução de materiais em estoque, que propicia aumento da capacidade produtiva sem necessidade de novas construções prediais; ganho de área em função da redução de materiais em processo (WIP - work in process); de equipamentos de manuseio; de gôndolas de abastecimento ao longo da linha e redução da extensão de equipamentos transportadores.

Inicialmente, discorrendo sobre as mudanças nos fornecedores, podemos comentar que as entregas que antes eram semanais, quinzenais ou mensais passaram a ser diárias para os fornecedores da curva "A", que representam 70% do custo de inventário e semanais para os itens da curva "B" e "C", que representam 20% e 10% do custo do inventário respectivamente, a tendência é migrar-se itens da curva "B" para entregas diárias.

Cada fornecedor tem um horário fixo para ter suas peças ou conjuntos prontos para que a empresa transportadora faça a coleta das mesmas. Este sistema é denominado “milk-run”, pois segue o mesmo princípio das empresas de laticínios que coletam os latões de leite nas fazendas produtoras.

Esta sistemática fica tão sincronizada que os fornecedores se ajustam rapidamente ao novo sistema. Os equipamentos de manuseio vazios retornam aos fornecedores no mesmo caminhão que fez a coleta, formando desta forma um ciclo contínuo: equipamentos cheios são coletados pelo caminhão de transporte e os vazios devolvidos ao fornecedor pelo mesmo caminhão.

A coleta diária ainda pode ser dividida em várias entregas, em função do tamanho do componente ou conjunto e de seu respectivo valor, como por exemplo, motor, transmissão, pneu montado, bancos, etc.

A coleta semanal também é programada com dia da semana e horários determinados, fazendo com que o caminhão de coleta repita sua operação sempre nos mesmos fornecedores.

O material coletado pode ter dois destinos: ir direto para a linha de montagem - isto ocorre para materiais que seguem como cargas fechadas e normalmente são de grande porte, tais como motor, bancos, pneus montados, que são produzidos de acordo com o sequenciamento da linha de montagem e que são entregues várias vezes ao dia, durante a produção dos veículos; - outro destino é o armazém central da empresa transportadora que irá funcionar como um pequeno estoque e passa a entregar para a linha de acordo com o consumo pelo sistema Kanban, onde os equipamentos vazios e identificados são as ordens para novos abastecimentos da linha de montagem.

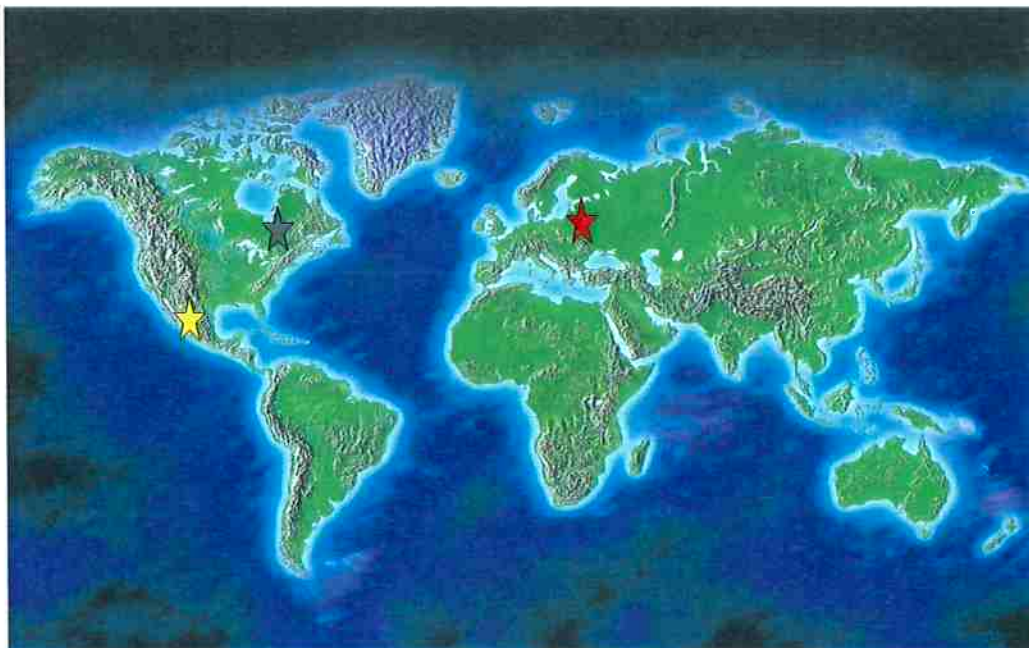
Materiais importados também são destinados para este armazém central que procede deste ponto como os demais itens.

O fluxo adequado de materiais para as linhas de montagem depende da localização mais próxima do ponto de uso das docas de recebimento de materiais, bem como da quantidade das mesmas para propiciar uma menor movimentação de materiais até o ponto de uso no veículo da peça ou do conjunto.

No caso de itens seqüenciados de acordo com a seqüência da linha de montagem, a informação é gerada no momento em que as unidades vão sendo seqüenciadas, após a pintura, e que entrarão para a linha de tapeçaria e linha final de montagem. Esta informação é passada eletronicamente para os fornecedores envolvidos que têm de duas a quatro horas para a finalização do componente e envio para o ponto de uso na linha de montagem. No caso em que o sequenciamento é feito no armazém central da transportadora, idêntico processo ao dos fornecedores é seguido.

5.4 Os modelos de fábricas

Após estas definições iniciais vamos aos detalhes e esquemas gráficos das três fábricas citadas anteriormente e onde as mesmas se localizam, conforme a figura 5.3:



★ Flint - EUA

★ Silao - México

★ Gliwice – Polônia

Figura 5.3 – As fábricas estudadas

5.4.1 – Fábrica de Lansing Grand River – Estados Unidos

A fábrica de Lansing Grand River é considerada, nos dias de hoje, como a número um da corporação, um benchmark para as demais fábricas, tanto na forma de operar quanto ao nível de automação.

Informações sobre a fábrica:

- Produção mensal: 15.000 veículos
- 3 turnos de 35 JPH
- Horas por Veículo (HPV): 27,12 h
- Empregados mensalistas: 204
- Empregados horistas: 2.678

Produtos:



Figura 5.4 – Chevy Sierra



Figura 55 – Chevy Silverado

A seguir mostraremos o esquema da cadeia de suprimentos da fábrica de Grand River, com a adoção de um centro de armazenagem e sequenciamento administrado pelo operador logístico RYDER.

A figura 5.6 mostra que o mesmo centro de armazenagem também abastece a fábrica Delta, localizada na mesma cidade de Lansing.

Podemos observar a presença de um outro operador logístico, PENSKE, responsável pela coleta de peças em diversos fornecedores (Milk Run). Essas peças coletadas são itens a granel, tais como parafusos, porcas, farol, baterias, entre outras, as quais são entregues para o armazenamento administrado pelo operador RYDER.

Temos também a entrega direta de carga completa (tapetes, forro de teto e outros) para o operador logístico do armazém (RYDER), responsável

pela entrega de itens seqüenciados e montagem de subconjuntos a serem encaminhados para as linhas de montagem.

Os fornecedores Tier I (Nível 1), também fazem parte desta cadeia, fornecendo diretamente seus componentes, para a montadora, de maneira seqüenciada, tais como motores, bancos, transmissões, suspensão e outros.

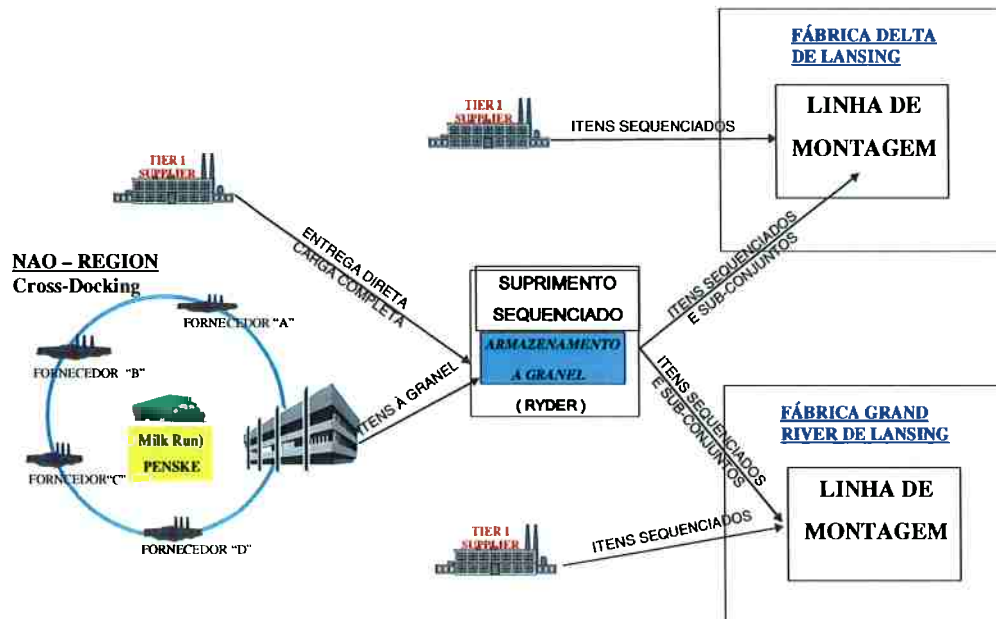


Figura 5.6 – Cadeia de Suprimentos de Lansing Grand River – Estados Unidos

5.4.2 – Fábrica de Silao – México

A fábrica de Silao, localizada estrategicamente no México, tem o intuito de ter produtos competitivos para o mercado americano, traduzindo em preços atrativos ao consumidor além de garantir margem de lucratividade nos produtos ali fabricados. O abastecimento de peças e materiais de processo é feito por fornecedores locais e americanos. Os produtos fabricados nesta localidade tem custo estrutural mais baixo do que o americano em função da mão de obra mexicana ser de valor inferior em relação à americana.

Informações sobre a fábrica:

- Produção mensal: 16.000 veículos
- 3 turnos de 35 JPH
- Horas por Veículo (HPV): 25,89 h
- Empregados mensalistas: 284
- Empregados horistas: 2408

Produtos:



Figura 5.7 – Chevy Suburban



Figura 5.8 – Chevy Avalanche



Figura 5.9 - Cadillac Escalade

A seguir, a figura 5.10, mostra o esquema da cadeia de suprimentos da fábrica de Silao, que possui dois centros consolidadores, um nos Estados Unidos e um no México, ambos abastecidos pelo sistema de coleta (Milk-Run) cujo operador logístico é a firma Penske. Os materiais coletados são enviados para a fábrica em Silao, para o Armazém. Os fornecedores Tier 1 (Nível 1) fazem entregas diretas de cargas completas para o Armazém e de

itens seqüenciados para a linha de montagem. Os itens coletados, entregas diretas e itens seqüenciados são semelhantes ao exemplo da fábrica de Grand River em Lansing.

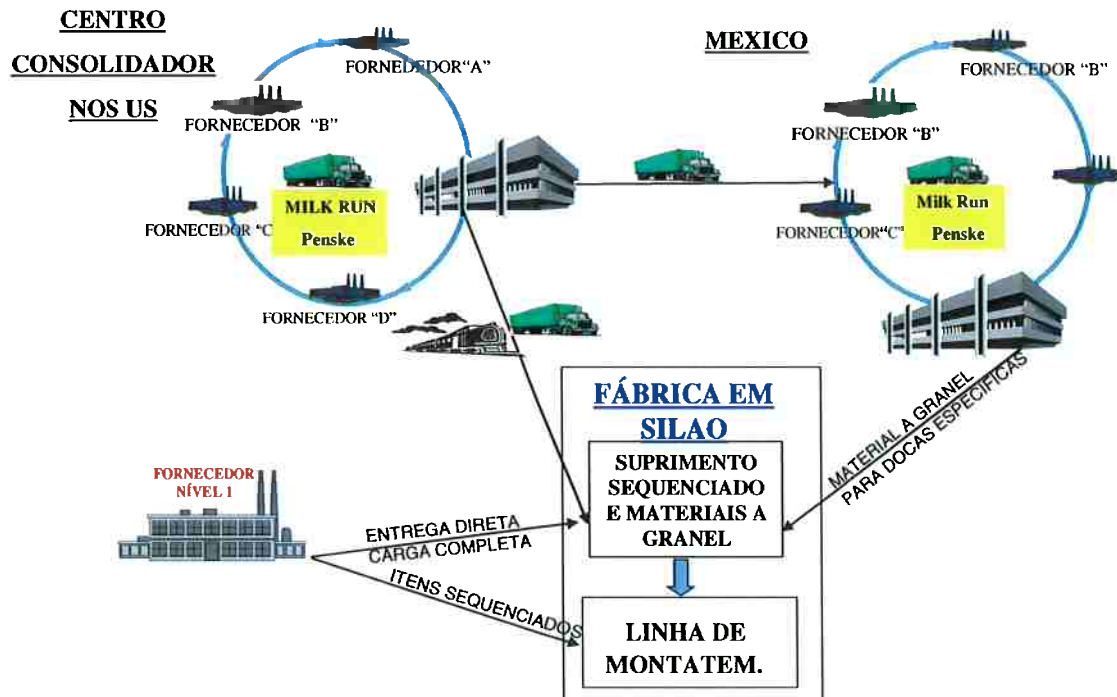


Figura 5.10 – Cadeia de Suprimentos de Silao – México

5.4.3 – Fábrica de Gliwice – Polônia

A fábrica de Gliwice, localizada no leste europeu, foi estruturada em moldes semelhantes à fábrica de Rosário, construída na Argentina nos anos de 1996. Estrategicamente situada no leste europeu tem como objetivo principal abastecer os novos mercados que foram abertos com fim do regime comunista. Com objetivos globais de estender os melhores conceitos de abastecimento de linhas de montagem e da relação com a cadeia de fornecedores no que tange ao sistema de suprimentos a fábrica de Gliwice também foi à direção das fábricas de Lansing e de Silao.

Informações sobre a fábrica:

- Produção mensal: 15.000 veículos
- 3 turnos de 35 JPH
- Horas por Veículo (HPV): 25,12 h
- Empregados mensalistas: 284
- Empregados horistas: 2408

Produtos:



Figura 5.11 – Opel Agila



Figura 5.12 – Opel Zafira



Figura 5.13 – Opel Astra

A seguir, a figura 5.14, mostra o esquema da cadeia de suprimentos da fábrica de Gliwice, que possui um centro consolidador, em Wuestefeld em território alemão, que faz o sistema de coleta (Milk-Run) cujo operador logístico é a firma Ferrostal. Os materiais coletados são enviados para a fábrica em Gliwice e para a fábrica da Opel em Russelshein na Alemanha na forma de material a granel e de carga completa de material a ser seqüenciado, entregue em docas específicas de recebimento. O material a ser seqüenciado é feito pelo operador logístico Ferrostal dentro da fábrica de

Gliwice e da de Russelshein. O material à granel fica localizado dentro das dependências das fábricas e através de sistema Kanban abastecem as linhas de montagem.

Esta unificação de abastecimento e utilização de mesmos fornecedores deve-se ao fato dos produtos fabricados nas duas fábricas possuírem os mesmos componentes. Os fornecedores Tier 1 (Nível 1) fazem entregas diretas de cargas completas para o Armazém e de itens seqüenciados para a linha de montagem. Os itens coletados, entregas diretas e itens seqüenciados são semelhantes ao exemplo da fábrica de Grand River em Lansing.

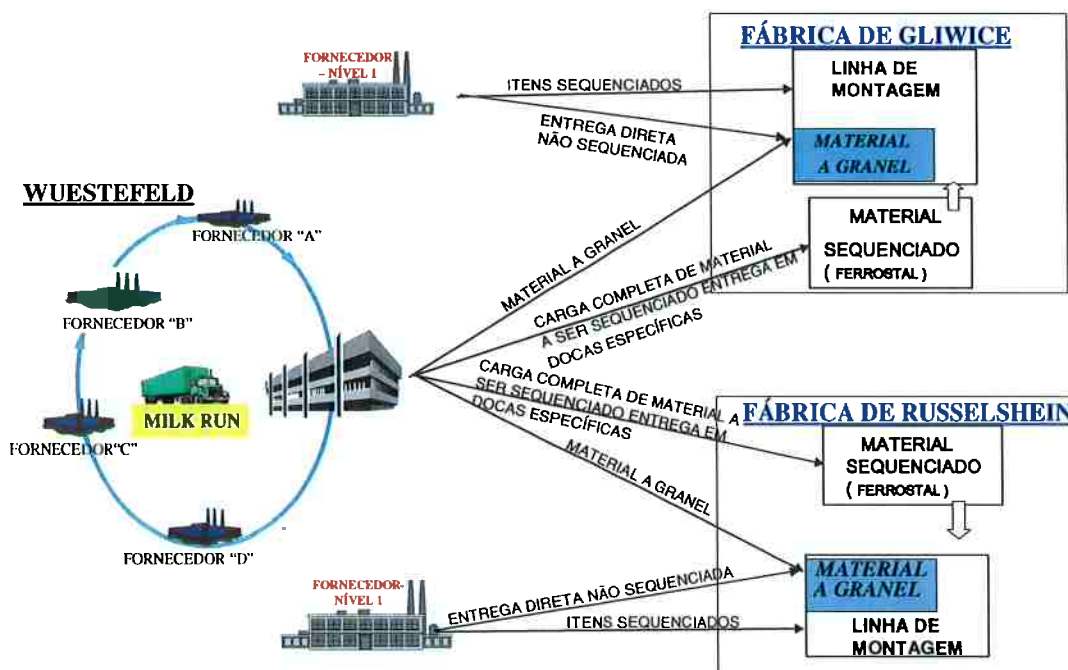


Figura 5.14 – Cadeia de Suprimentos de Gliwice – Polônia

5.5 Semelhanças entre as três fábricas

As três fábricas analisadas possuem características semelhantes, apesar de estarem situadas em diferentes países, este fato é decorrente da aplicação dos conceitos de Manufatura Enxuta.

Nestas fábricas também foram aplicados os conceitos padronizados descritos no GMS – Global Manufacturing System – o qual vem sendo aplicado gradativamente em todas as fábricas da corporação.

O conceito de *One Company* está sendo disseminado com base nas melhores práticas alcançadas pelas diversas fábricas da General Motors, em nosso estudo de caso podemos constatar a aplicação dos mesmos conceitos com adaptações pertinentes a cada uma.

Como sumário destas três fábricas temos os seguintes processos importantes:

- Sistema de coleta (*Milk-run*);
- Armazém de consolidação;
- Itens seqüenciados;
- Entrega direta – material a granel;
- Armazém próximo à linha de montagem para abastecimento seqüenciado de conjuntos e subconjuntos e *kanban (Just-in-Time)* para itens a granel.

5.6 O sistema de comunicação da cadeia de suprimentos

No exemplo da fábrica de Gliwice o armazém gerencia aproximadamente 660 peças diferentes e são entregues cerca de cinquenta subconjuntos, como subframe, eixo traseiro, motor e transmissão para a linha de montagem.

A seqüência dos materiais é programada pelo sistema SAP responsável pela programação e controle dos fornecedores pelo sistema de produção puxada

O sistema SAP consiste em um software responsável por gerenciar a cadeia de suprimentos com:

- Canal de acesso entre cliente e servidor;
- Banco de dados;
- DCT (Database Configuration Tool);
- Ferramentas para construir os bancos de dados necessários.

De acordo com o perfil de responsabilidade e necessidade do usuário, são determinadas as telas de operação do mesmo, como indica a figura 5.15, onde se encontram as opções de acesso.

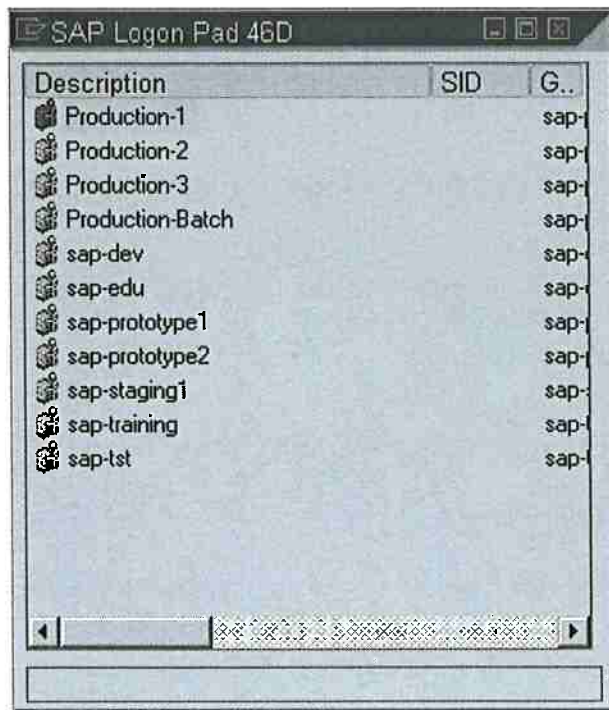


Figura 5.15 Tela de acesso inicial do SAP

Fonte: Sistema SAP GM

Na tela seguinte são apresentados os menus padrões para qualquer usuário. Apenas o usuário com acesso ao menu de logística, poderá gerenciar as atividades pertinentes à cadeia de suprimentos.

A tela mostrada na figura 5.16, indica as operações de um determinado usuário responsável na solicitação de peças junto aos fornecedores, cancelamento de pedidos, alteração de quantidades, inserção de parâmetros de inventário e etc.

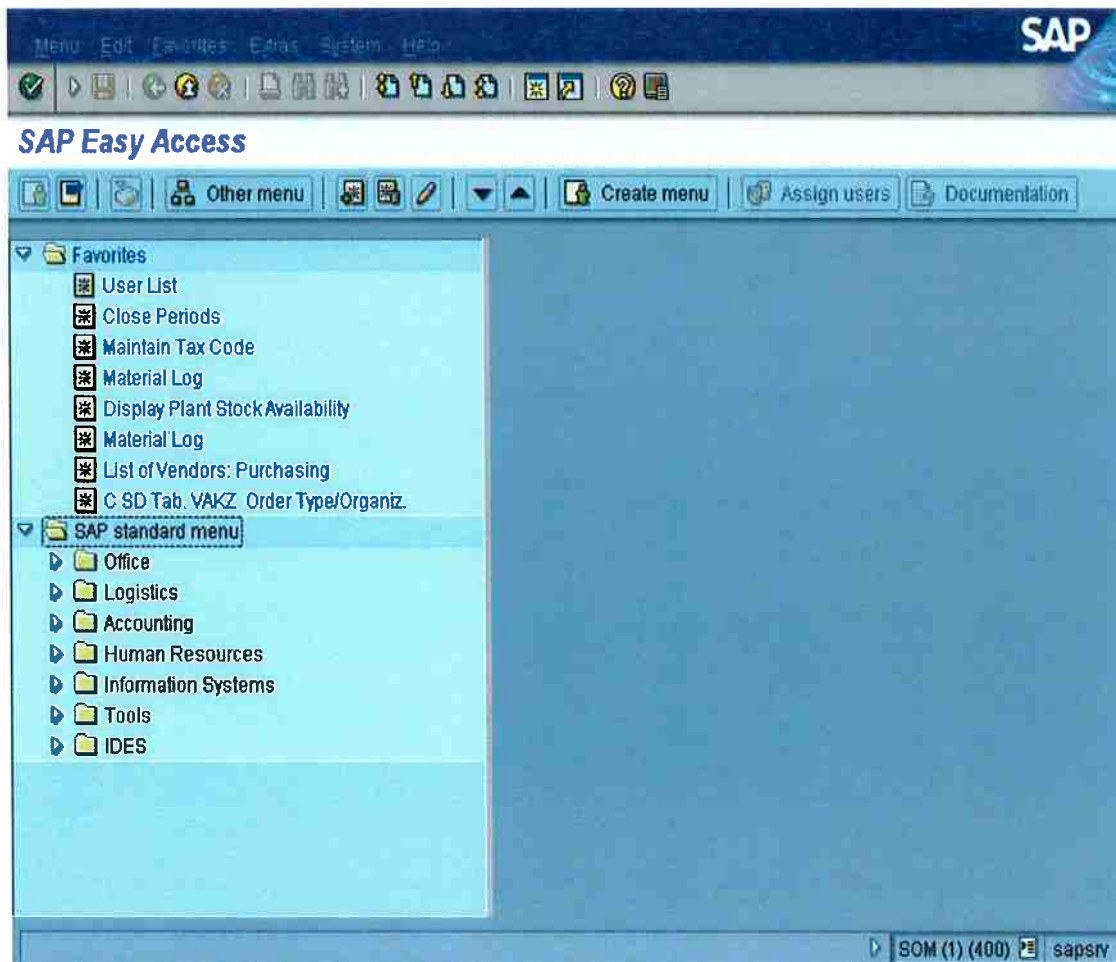


Figura 5.16 Tela de menu de um determinado usuário

Fonte: Sistema SAP GM

CAPÍTULO 6

ESTUDO DE CASO:

UM MODELO PARA APRIMORAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DA FÁBRICA DA GM DE SÃO CAETANO DO SUL

6.1 Introdução

Após termos analisado os pontos importantes que cada localidade nos trouxe, vamos formatar o modelo proposto para a GM de São Caetano do Sul.

As premissas para este modelo estão calcadas na redução de inventário de materiais, tanto de materiais em processo (WIP) como de produtos acabados (FGI-finished goods inventory).

Outras diretivas serão dadas nestas propostas, que são: pagamento de fornecedores da curva "A" de acordo com o faturamento do produto acabado, com 20 dias da data, acumulados de 10 em 10 dias, propiciando um "float" médio de 25 dias. Este item deverá ser negociado individualmente com cada fornecedor, acenando que esta nova situação irá proporcionar um aumento de volume de produção da ordem de 25%. Para os itens das curvas "B" e "C" permanece a situação atual, 28 dias da data de entrega.

Os fornecedores de itens da curva "A" devem entregar seu material no ponto de uso e fazendo a montagem do mesmo por seus funcionários. Com esta medida haverá uma redução de funcionários registrados na empresa e propiciará uma comunicação mais efetiva na linha direta do fornecedor, pois quem está montando o componente pertence ao seu quadro de funcionários, que irá melhorar, sem dúvida, qualquer problema de qualidade causado por falha ou atraso de comunicação.

Este item sobre funcionários de fornecedores trabalhando na empresa deverá ser negociado com os representantes do sindicato para harmonizar todas as ações e demonstrar também as futuras vagas que serão abertas com o incremento do volume de produção.

6.1.1 Estado atual da fábrica de São Caetano do Sul

As principais características da fábrica de São Caetano do Sul foram descritas anteriormente no capítulo 5.

Informações sobre a fábrica:

- Produção mensal: 14.000 veículos
- 2 turnos de 40 JPH
- Horas por Veículo (HPV): 39,97 h
- Empregados mensalistas: 115
- Empregados horistas: 3160

Produtos:



Figura 6.1 – Chevrolet Vectra



Figura 6.2 – Chevrolet Astra



Figura 6.3 – Chevrolet Corsa



Figura 6.4 – Chevrolet Classic

A figura 6.5 mostra a atual cadeia de suprimentos da fábrica de São Caetano do Sul, onde itens importados passam pelo armazém alfandegário (CRAGEA) e posteriormente enviados para a Planta IV, localizada em São Caetano do Sul, distante 6 km da fábrica da GMB, responsável pelo abastecimento da linha de montagem para itens importados.

Enquanto os itens coletados (Milk Run) pelo operador logístico RYDER são entregues no armazém localizado dentro da fábrica que com o auxílio do sistema *kanban* faz o suprimento da linha de montagem. E os fornecedores Tier 1 (Nível 1) fazem entregas diretas de cargas completas para o Armazém, abastecendo a linha também pelo sistema *kanban* e de itens seqüenciados para a linha de montagem.

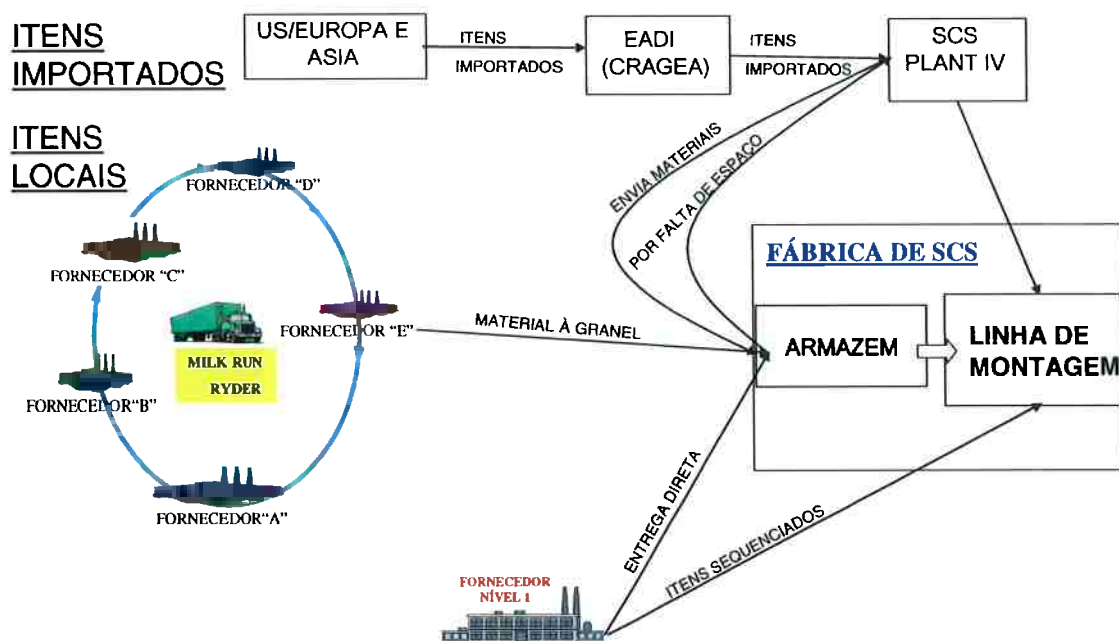


Figura 6.5 – Cadeia de Suprimentos atual da fábrica de São Caetano do Sul

6.2 – Aprimoramento dos processos produtivos

Devemos salientar que os processos para implementar a Manufatura Enxuta devem ser explorados e aprimorados num sistema de melhoria contínua, onde cada dia será melhor que o anterior na busca da melhoria da qualidade, da redução de inventário e de custos de forma geral.

Com este direcionamento podemos utilizar as tabelas desenvolvidas por Miyake (2006), que ajudam a priorizar as ações de melhorias, com base nas notas obtidas nos sete principais pontos de desperdícios, indicados a seguir:

- Superprodução;
- Excesso de tempo disponível (espera);
- Excesso de transporte;
- Processamento ineficaz;
- Excesso de estoque disponível;
- Excesso de movimentos;
- Excesso de produtos defeituosos.

Estas tabelas são ferramentas de grande auxílio para a determinação de prioridades e também para o levantamento e direcionamento das diversas etapas de um processo produtivo com o objetivo da eliminação de desperdícios, decorrentes da parte de materiais, ou da movimentação nos processos produtivos.

Seguindo de forma sistêmica o preenchimento das tabelas, os pontos importantes do sistema de manufatura enxuta não serão esquecidos. Conforme já discorremos em capítulos anteriores, que evitando desperdícios e aplicando a análise do fluxo de valor (Value Stream Map) no processo de fabricação estaremos alcançando resultados significativos para mantermos nossos produtos competitivos e com resultados financeiros esperados pelos acionistas.

No nosso caso específico estaremos direcionando as análises para a cadeia de suprimentos com o objetivo da redução de inventário, de custos de manuseio e do custo de produção de acordo com as tabelas 6.1 a 6.9.

Tabela 6.1 - Os principais tipos de desperdício e ações de melhoria no chão de fábrica

Fonte: Miyake (2006)

Tipos de desperdício		Possíveis ações de melhoria no chão-de-fábrica
1	Superprodução	<ol style="list-style-type: none"> 1. Produzir Just-in-Time (JIT) 2. Redução do tamanho do lote 3. Redução do tempo de setup 4. Adequar sistema de avaliação de desempenho
2	Excesso de tempo disponível (espera)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sincronização do fluxo entre vários estágios (kanban) 2. Utilização de células de manufatura 3. Racionalização das etapas de carga/descarga 4. Treinamento dos operários das células de manufatura 5. Rapidez na comunicação de eventos e velocidade de reação 6. Planejamento da troca de turno 7. Manutenção Produtiva Total (TPM)
3	Excesso de transporte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Racionalização do fluxo de materias 2. Implementação do conceito de manufatura celular 3. Redução de área 4. Minimização do esforço em transporte de materiais 5. Redução do esforço com recebimento e transporte de materiais de fornecedores
4	Processamento ineficaz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redesenho do processo - simplificação da etapa de um processo 2. Redesenho do processo - simplificação do projeto do produto 3. Revisão da necessidade de cada etapa do processo 4. Padronização do trabalho 5. Implementação de dispositivos de poka-yoke para evitar retrabalho 6. Evitar uso de equipamentos complexos de grande capacidade
5	Excesso de estoque disponível	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução do tamanho do lote 2. Redução do lead-time 3. Sincronização do fluxo de trabalho 4. Redução das interrupções no fluxo 5. Criação da capacidade para movimentar cargas pesadas 6. Nivelamento e flexibilização da produção
6	Excesso de movimentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organização do chão-de-fábrica 2. Estudos do movimento do homem e da máquina 3. Implementação do sistema de controle visual 4. Envolvimento dos empregados
7	Excesso de produtos defeituosos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Padronização da qualidade 2. Implementação do trabalho padrão 3. Controle da variabilidade dos processos 4. Evitar fluxo / propagação de itens defeituosos 5. Controle estatístico de processo

Tabela 6.2 - Critério de pontuação dos quesitos de avaliação para o preenchimento das tabelas de 5.3 a 5.9

Fonte: Miyake (2006)

Nota	Estágio de Implementação
0	Nenhuma providência foi tomada
1	Foram feitos somente estudos de possíveis ações de melhoria
2	Está em fase de introdução numa área piloto
3	Estágio parcial de implementação
4	Está implementando e funcionando adequadamente

Tabela 6.3 - Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício por superprodução

Fonte: Miyake (2006)

Redução do desperdício por superprodução		
Item da tabela 1	Tipo de ação de melhoria	Nota
1.1	1 - Aplicação do sistema de puxar a produção	3
1.2	2 - Ações para a redução do estoque de matéria-prima	3
	3 - Ações para a redução do estoque de material em processo	3
	4 - Ações para a redução do estoque de produto acabado	3
	5 - Utilização de contentores padronizados	3
	6 - Aplicação do conceito de supermercado	3
1.3	7 - Aplicação das técnicas de setup rápido como SMED (single minute exchange of dies)	NA
1.4	8 - Não adotar critérios de avaliação que induzem produção desnecessária	NA

Tabela 6.4 - Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício por espera

Fonte: Miyake (2006)

Redução do desperdício de tempo disponível		
Item da tabela 1	Tipo de ação de melhoria	Nota
2.1	1 - Aplicação do sistema de puxar a produção	3
	2 - Uso do sistema kanban para controle de produção	3
	3 - Uso do sistema kanban para controle da movimentação/ transferência de materiais	3
	4 - Controle das entregas dos fornecedores	3
2.2	5 - Organização da produção em células de manufatura	4
2.3	6 - Aplicação dos conceitos de balanceamento e redução do esforço de carga e descarga	4
2.4	7 - Desenvolvimento de operadores multi-funcionais capazes de executar trabalho combinado na célula	3
2.5	8 - Aplicação de recursos de gestão a vista (ex.sistema Andon de informação de eventos por meio de painel luminoso)	4
2.6	9 - Planejamento do tempo e comunicação na passagem da produção entre turnos	3
2.7	10 - Uso de lista de verificação para os itens de manutenção (inspeções diárias de rotina)	3
	11 - Registro de problemas das máquinas	3
	12 - Realização de atividades de manutenção diária (reapertos, lubrificação e etc.)	3
	13 - Realização das manutenções preventivas de acordo com as regras	3

Tabela 6.5 - Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício em transporte

Fonte: Miyake (2006)

Redução do desperdício em transporte		
Item da tabela 1	Tipo de ação de melhoria	Nota
3.1	1 - Racionalização do arranjo físico	1
3.2	2 - Organização da produção em linhas de produção compactas ou células de produção	3
3.3	3 - Obtenção de ganhos de áreas com ações como implantação de células, aproximação de processos e redução de estocagens	3
3.4	4 - Uso de esteiras transportadoras entre os processos	4
3.5	5 - Redução do número de fornecedores	3
	6 - Entregas próximas dos pontos de uso	3
	7 - Entregas próximas e sequenciadas	3

Tabela 6.6 - Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício em processamento

Fonte: Miyake (2006)

Redução do desperdício com processamento ineficaz		
Item da tabela 1	Tipo de ação de melhoria	Nota
4.1,4.2 e 4.3	1 - Iniciativas de redesenho do produto/processo	3
	2 - Aplicação da Análise do Valor/ Engenharia do valor	3
	3 - Aplicação de técnicas de mapeamento do fluxo de valores	4
4.4	4 - Aplicação de procedimentos de trabalho padronizados	4
4.5	5 - Identificação/armazenagem das peças retrabalhadas numa área definida	4
	6 - Procedimentos adequados para retrabalho	4
	7 - Aplicação de dispositivos do tipo poka-yoke para eliminar retrabalhos	4
4.6	8 - Utilização de equipamentos de menor capacidade, mais simples e dedicados	4

Tabela 6.7 - Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício por estoque disponível

Fonte: Miyake (2006)

Redução do desperdício por estoque disponível		
Item da tabela 1	Tipo de ação de melhoria	Nota
5.1,5.2 e 5.3	1 - Produção em pequenos lotes ou aplicação do sistema one-piece-flow	3
5.4	2 - Redesenho do processo e/ou re-configuração de equipamentos e rearranjo físico	3
5.5	3 - Implementação de dispositivos e equipamentos para agilização da movimentação de cargas pesadas	3
5.6	4 - Aplicação do conceito de nivelamento da produção (produzir um mix de produtos numa mesma linha em lotes menores, se possível, unitário)	4
	5 - Aumento da flexibilidade dos recursos e processo de produção	3

Tabela 6.8 - Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício por movimentação

Fonte: Miyake (2006)

Redução do desperdício por excesso de movimentação		
Item da tabela 1	Tipo de ação de melhoria	Nota
6.1	1 - Aplicação do program 5S (housekeeping)	4
	2 - Realização de auditorias internas para manutenção dos 5 S	4
6.2	3 - Racionalização dos métodos de trabalho	3
	4 - Adequação do projeto do posto; bancada de trabalho	3
	5 - Aplicação da folha de trabalho padronizada	3
	6 - Adequação do balanceamento da linha	3
6.3	7 - Uso do sistema de controle visual	4
6.4	8 - Implantação do trabalho em grupo	4
	9 - Realização de reuniões no chão-de-fábrica	4
	10 - Divulgação das informações e resultados para todos	4
	11 - Realização de reuniões da gerência com os grupos	4

Tabela 6.9. Roteiro de avaliação das ações para a redução do desperdício por produtos defeituosos

Fonte: Miyake (2006)

Redução do desperdício por produzir produtos defeituosos		
Item da tabela 1	Tipo de ação de melhoria	Nota
7.1	1 - Aplicação do gerenciamento da qualidade	4
	2 - Desdobramento e acompanhamento das metas de qualidade	4
	3 - Adequação dos quadros de aviso para o entendimento de todos	4
7.2	4 - Aplicação de procedimentos da folha de trabalho padronizado observando os requisitos de garantia da qualidade	4
	5 - Implantação do auto-controle pelo operador	4
7.3	6 - Melhoria da capacidade do processo	3
7.4	7 - Criação e aplicação de dispositivos poka-yoke	4
	8 - Adoção do sistema de parada de linha pelo operador na ocorrência de problema por item defeituoso	4
7.5	9 - Aplicação do Controle Estatístico de Processo (CEP)	4

6.3 Estado futuro da fábrica de São Caetano do Sul

No modelo proposto para a fábrica de São Caetano do Sul temos os seguintes pilares de sustentação:

- aumentar itens com entregas diárias, curvas “A” e “B” de componentes ou conjuntos comprados para redução de inventário;
- aumentar itens seqüenciados para redução de materiais em processo (WIP);
- construção de um armazém junto à planta de montagem de veículos para recebimento de materiais e preparação e envio para a linha de montagem de itens seqüenciados, itens kanban, e outros itens consolidados nesta área.

Para melhor visualização da proposta, a figura 6.6 mostra o novo sistema de cadeia de suprimentos para a fábrica de São Caetano do Sul.

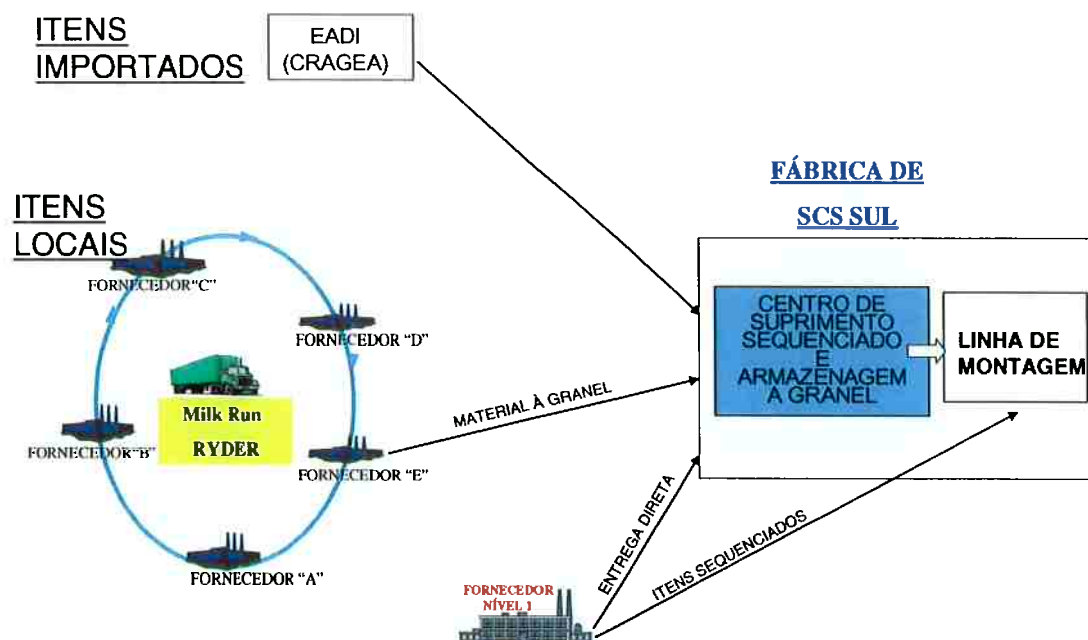


Figura 6.6 – Cadeia de Suprimentos proposto da fábrica de São Caetano do Sul

O esquema mostrado na figura 6.6, mostra que os itens importados vão diretamente do armazém alfandegário (CRAGEA) para o centro de

suprimento seqüenciado e armazenagem a granel, com isto estão sendo eliminadas as transferências e armazenagem feitas anteriormente na Planta IV. Os itens coletados (Milk Run) pelo operador logístico RYDER serão direcionados para este mesmo armazém.

E os fornecedores Tier 1 (Nível 1) fazem entregas diretas de cargas completas para o Armazém que pelo sistema kanban abastece a linha de montagem. E alguns fornecedores Tier 1 também fazem entregas diretas na linha de montagem com seus itens seqüenciados para a mesma.

A figura 6.7 por sua vez mostra em detalhes o novo armazém.

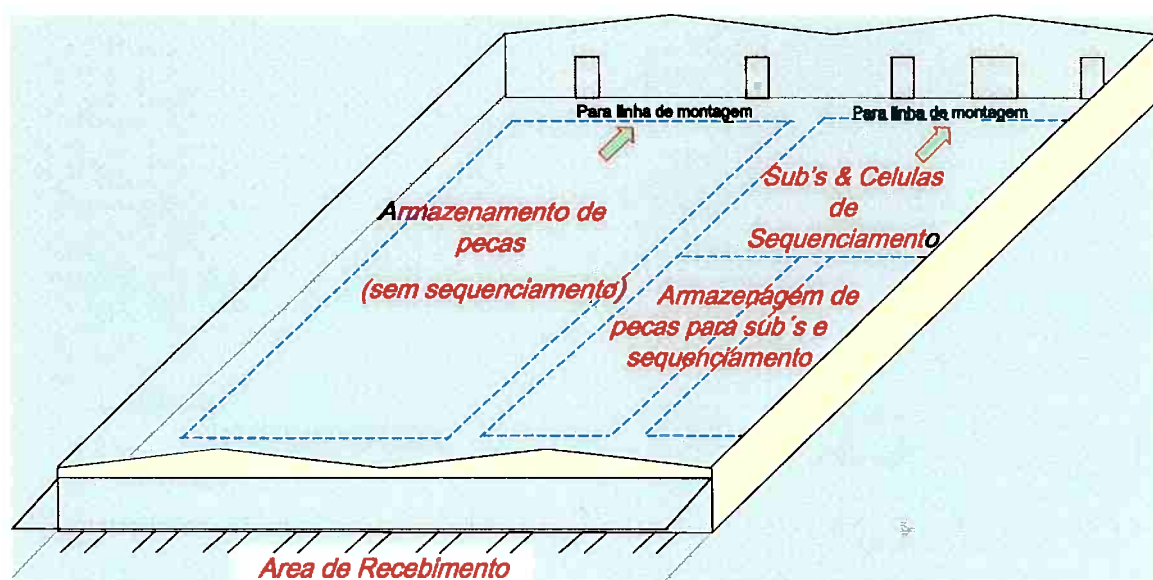


Figura 6.7 – Novo Armazém – Centro de suprimento seqüenciado e armazenagem a granel

6.3.1 Itens a serem montados e seqüenciados

Como resultado deste estudo de caso, temos a montagem de conjuntos e subconjuntos no novo armazém, a ser efetuado pelos próprios fornecedores dos componentes principais. Após esta operação os itens das figuras 6.8 a 6.13 seguem de forma seqüenciada para a linha de montagem.

A suspensão traseira e dianteira, ilustradas na figura 6.8, são exemplos de itens a serem inseridos no centro de suprimento seqüenciado com o intuito de diminuir o tempo de montagem do veículo, pois ele já será encaminhado pronto para a linha de montagem.



Figura 6.8 – Suspensão traseira e dianteira

Fonte: General Motors Corporation

O mesmo acontece com o forro do teto e seus componentes, figura 6.9, pois seus subitens, como sombreiras e alças, já estariam prontas para serem montadas na carroceria do veículo.

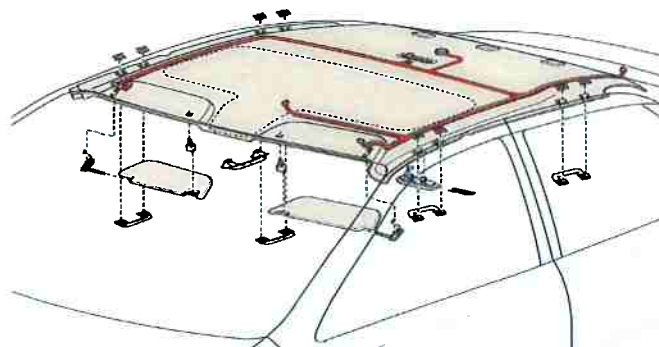
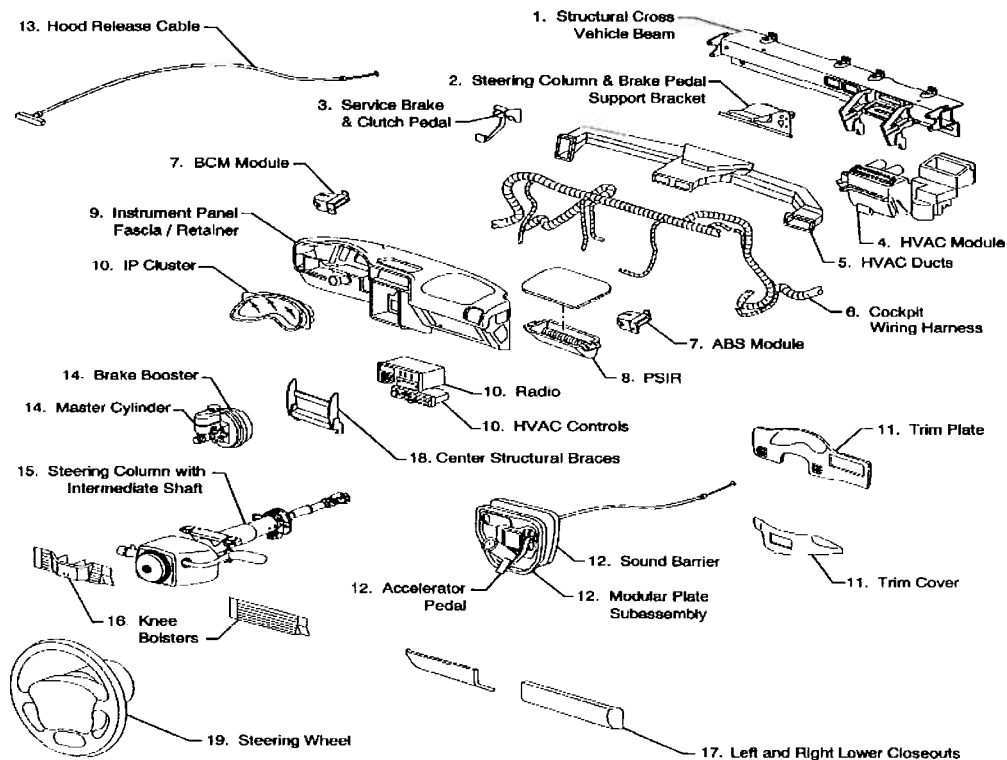


Figura 6.9 – Forro do teto e componentes

Fonte: General Motors Corporation

Outro item a ser tratado da mesma forma é o *cockpit*, figura 6.10, que devido à quantidade de componentes presentes neste subconjunto, a sua ida para o armazém irá facilitar na montagem final do mesmo, uma vez que ao chegar ao ponto de montagem já estará completo e testado.



Figuras 6.10 – Componentes do cockpit a serem montados e entregue seqüenciado na linha de montagem

Fonte: General Motors Corporation

E o quadro dianteiro, figura 6.11, por se tratar de um conjunto com diversos componentes, responsável por uma parcela significativa do total de tempo de montagem do veículo, também faria parte dos itens a serem montados e seqüenciados pelo armazém.



Figura 6.11 – Quadro dianteiro montado

Fonte: General Motors Corporation

E os itens de *powertrain* (motor e transmissão), da figura 6.12, vindos da fábrica de São José dos Campos seriam seqüenciados no armazém de acordo com a necessidade da linha de montagem.



Figura 6.12 – Powertrain

Fonte: General Motors Corporation

E por fim o conjunto roda pneu, da figura 6.13, montado e balanceado a ser entregue no ponto de uso da linha de montagem, tendo como resultado a redução de ações para o operador, reduzindo-se o tempo de montagem do veículo.



Figura 6.13 – Conjunto roda e pneu

Fonte: General Motors Corporation

6.4 Estudo Financeiro

De acordo com o autor Dennis P. Hobbs, do livro *Lean Manufacturing Implementation*, o qual recomenda que os gerentes antes de programarem as ações devem investir tempo e energia para desenvolver uma análise estratégica de negócio (AEN).

O objetivo da AEN é para quantificar o benefício do potencial financeiro utilizando-se as técnicas da manufatura enxuta. O projeto da metodologia de manufatura enxuta deve ser avaliado como qualquer outro projeto onde o processo de decisão é pautado no investimento, no risco e no retorno financeiro do mesmo. Caso o retorno financeiro não possa ser quantificado em unidade monetária de valor (UMV), a justificação para a implementação deve ser baseada em itens intangíveis. Alguns destes itens intangíveis são: resposta mais rápida ao pedido do cliente do que outros competidores, a qual ajuda no aumento da penetração de mercado da marca, redução de problemas de qualidade provocados pelos operários, potencial redução de horas extras e turnos de trabalho, ganho no tempo da gerência e redução de despesas gerais decorrentes de ganho de produtividade.

6.4.1 Indicadores de desempenho para a AEN

A manufatura enxuta focaliza a produção de tal forma que o tempo de fabricação de um produto seja o mais próximo da somatória dos conteúdos de tempos de trabalho de todas as operações e eliminando o máximo possível os tempos que não adicionam valor ao produto. A diferença entre os conteúdos de tempos de trabalho menos os tempos que não adicionam valor ao produto é o tamanho da lacuna que deveremos analisar e otimizar. Esta diferença também representa inventário e capital de giro.

Então é lógico assumir-se que reduzindo o tempo de fabricação de um produto deste a entrada dos materiais até a entrega do produto para o cliente estaremos reduzindo também os inventários de peças e materiais.

Para atender a demanda de mercado as empresas fazem previsões de vendas que dificilmente acertam, por isso os inventários de produtos acabados e inventários de processos são elevados, pois os clientes não esperam pelo tempo de fabricação dos fornecedores mais o tempo de

fabricação das montadoras. Os níveis de inventário podem ficar muito elevados e custosos para a empresa e sempre a previsão de vendas é culpada por estes custos. Mesmo utilizando sofisticados sistemas de previsão de vendas as empresas não têm conseguido atender o mercado com inventários reduzidos, pois a demanda é bastante variável. Sendo assim o uso da metodologia de manufatura enxuta tem ajudado no atendimento do mercado e com reduções de inventários significativos.

Cujos índices médios aplicados na produção de veículos são:

- Custo médio de materiais - 70%
- Custo médio de despesas gerais - 20%
- Custo médio da mão-de-obra - 10%

Como exemplo extraído do livro tem-se:

- Se uma empresa tem vendas anuais de 150 UVM (Unidade Monetária de Valor) e seu lucro antes dos impostos é de 20%, resulta que os custos são de 120 UVM
- Aplicando-se os índices médios acima
 - Materiais – 84 UVM
 - Despesas Gerais – 24 UVM
 - Mão-de-obra – 12
- Com base no custo anual de material de 84 UVM, um único dia de inventário de material é = 0,23 UVM (84 UVM: 365 dias)

Situação atual do valor do inventário de itens comprados

	DIAS	VALOR
- Componentes comprados	= 30	6,9 UVM (0,23 X 30 dias)
- Material em processo (WIP)	= 21	4,8 UVM (0,23 X 21 dias)
- Produtos acabados (FGI)	= 10	<u>2,3 UVM</u> (0,23 X 10 dias)
		18,6 UVM

Após a implementação da metodologia da manufatura enxuta teremos a nova distribuição de inventário dos itens comprados:

	DIAS	VALOR	ECONOMIA
- Componentes comprados	= 30	6,9 UVM	ZERO
- Material em processo (WIP)	= 5	1,2 UVM	3,6 UVM
- Produtos acabados (FGI)	= 5	<u>1,2 UVM</u>	<u>1,1 UVM</u>
		9,3 UVM	4,7 UVM

1 UVM = 1 MILHÃO DE REAIS

Para o fechamento desta proposta de caso para a Fábrica de São Caetano do Sul vamos para a análise de resultados numéricos, seguindo a estruturação abaixo:

6.4.2 Estabelecendo o custo de inventário para uma produção de 160 mil veículos por ano

Nesta subseção iremos determinar o custo de inventário atual da fábrica de São Caetano do Sul com as seguintes informações:

- Vendas anuais de 3.900 UVM para 160.000 veículos, com lucro de 10% antes dos impostos, que resulta no custo de vendas dos produtos de 3.510 UVM.

A relação histórica da distribuição do custo do produto é:

- CUSTO MÉDIO DE MATERIAL = 70%
- CUSTO MÉDIO DE DESPESAS = 20%
- CUSTO MÉDIO DA MÃO DE OBRA = 10%

Aplicando estas porcentagens sobre o custo de venda dos produtos teremos a alocação de custos anual:

- MATERIAL = 2.457 UVM
- DESPESAS = 702 UVM
- MÃO DE OBRA = 351 UVM

Com base no custo anual de materiais de 2.457 UVM, temos que o custo de um dia de materiais é de 6,73 UVM (2.457 / 365 dias).

Valor da distribuição atual do inventário de itens comprados de fornecedores:

	DIAS	VALOR
Componentes comprados	= 30	202 UVM
Material em processo (WIP)	= 21	141 UVM
Produtos acabados	= 10	<u>67 UVM</u>
		410 UVM

Nova distribuição do inventário após introdução da Metodologia de Manufatura Enxuta:

	DIAS	VALOR	Economia
Componentes comprados	= 30	202 UVM	ZERO
Material em processo (WIP)	= 5	34 UVM	107 UVM
Produtos acabados	= 5	<u>34 UVM</u>	<u>33 UVM</u>
		270 UVM	140 UVM

Com o resultado da economia de 140 UVM por ano podemos obter uma redução no custo da unidade produzida no valor de 0,000875 UVM conforme demonstrado abaixo:

$$140 \text{ UVM} / 160.000 \text{ veículos} / \text{ano} = 0,000875 / \text{veículo}$$

Atualmente a fábrica de São Caetano do Sul opera em 2 turnos de trabalho por dia. Ampliando para 3 turnos poderemos atingir o volume de 205.000 veículos / ano. A seguir aplicaremos a mesma metodologia de cálculos.

6.4.3 Estabelecendo o custo de inventário para uma produção de 205mil veículos por ano

Nesta subseção iremos determinar o custo de inventário proposto para a fábrica de São Caetano do Sul com as seguintes informações:

- Vendas anuais de 6.300 UVM bilhões para 205.000 veículos, com lucro de 10% antes dos impostos, que resulta no custo de venda dos produtos de 5.700 UVM.

A relação histórica da distribuição do custo do produto é:

- CUSTO MÉDIO DE MATERIAL = 70%
- CUSTO MÉDIO DE DESPESAS = 20%
- CUSTO MÉDIO DA MÃO DE OBRA = 10%

Aplicando estas porcentagens sobre o custo de venda dos produtos teremos a alocação de custos anual:

- MATERIAL = 4.000 UVM
- DESPESAS = 1.200 UVM
- MAO DE OBRA = 500 UVM

Com base no custo anual de materiais de 4.000 UVM, temos que o custo de um dia de materiais é 10.96 UVM (4.000 UVM / 365 dias)

Valor da distribuição atual do inventário de itens comprados de fornecedores:

	DIAS	VALOR
Componentes comprados	= 30	329 UVM
Material em processo (WIP)	= 21	230 UVM
Produtos acabados	= 10	<u>109 UVM</u>
		668 UVM

Nova distribuição do inventário após introdução da Metodologia de Manufatura Enxuta:

	DIAS	VALOR	Economia
Componentes comprados	= 30	329 UVM	ZERO
Material em processo (WIP)	= 5	54 UVM	176 UVM
Produtos acabados	= 5	<u>54 UVM</u>	<u>55 UVM</u>
		437 UVM	231 UVM

Com o resultado da economia de 231 UVM por ano podemos obter uma redução no custo da unidade produzida no valor de 0,001127 UVM conforme demonstrado abaixo:

$$231 \text{ UVM} / 205.000 \text{ veículos} / \text{ano} = 0,001127 / \text{veículo}$$

A redução de 0,001127 UVM por veículo vai de encontro com as metas propostas pelo presidente da empresa. Esta proposta de Manufatura Enxuta será atingida com a construção do Novo Armazém. Com a aplicação das técnicas de Manufatura Enxuta outras despesas também serão reduzidas, bem como ganhos de produtividade de mão de obra que melhorarão ainda mais os resultados financeiros da General Motors de São Caetano do Sul.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES

As conclusões desta dissertação estão divididas em duas seções. Inicialmente avaliamos os objetivos propostos e listamos possíveis pesquisas futuras relacionadas ao tema desta dissertação.

7.1 Conclusões

Nesta seção verificou-se os objetivos desta dissertação, se foram ou não atingidos. Concluímos que todos os objetivos desta dissertação foram plenamente satisfeitos. A razão para esta afirmação é explicitada abaixo:

- O objetivo do trabalho, constante da seção 1.1, foi plenamente atingido onde desenvolvemos e aplicamos os conceitos de milk-run para a coleta de peças, subconjuntos ou conjuntos dos fornecedores envolvidos na cadeia de suprimentos da linha de montagem da fábrica da General Motors de São Caetano do Sul, com base nas fábricas *benchmarking* da corporação.

- Elaboramos conforme a figura 6.7 deste trabalho, o desenho do Armazém que será construído para atender o abastecimento da linha de montagem utilizando-se de conceitos de manufatura enxuta como seguem:

- Itens seqüenciados
- Kanban para itens a granel
- Montagem de conjuntos feitas por fornecedores

CAPÍTULO 8

PROPOSTAS DE PESQUISAS FUTURAS

8.1 Propostas de Pesquisas Futuras

Nesta seção apresentamos algumas sugestões de propostas para trabalhos futuros:

- Desenvolver fornecedores líderes que devem aumentar o conteúdo de peças para montarem conjuntos mais complexos a fim de aliviar ainda mais as montagens feitas pela GM, visando reduzir o custo estrutural que é decorrente do conteúdo de mão-de-obra aplicada pela montadora. Estes conjuntos montados seguirão direto do Armazém para a linha de montagem de forma seqüenciada. Haverá também ganho de área que poderá ser usado para novas estações de montagem que suportarão novos aumento de produção;

- Desenvolver fornecedores para conjuntos de funilaria (bodyshop), ou seja, fazer os subconjuntos que irão constituir a estrutura do veículo em chapa de aço e seqüenciá-los na linha de funilaria. O objetivo desta aplicação é de reduzir-se o custo estrutural decorrente do conteúdo de mão-de-obra aplicada pela GM, além de ganho de área para ser utilizada no aumento de produção que deverá ser recalculada para esta nova situação;

- A capacidade de produção das Prensas Grandes deverá ser estudada para atender o aumento de volume de produção que poderá ser atingido após os estudos da nova capacidade produtiva das linhas de montagem e da funilaria. Caso seja necessárias peças de prensas grandes devem ser transferidas para fornecedores ou ser analisada a condição de make or buy, com os respectivos investimentos necessários;

- A capacidade de produção da pintura deverá ser analisada para atender estes novos volumes de produção, caso seja necessárias novas automatizações devem ser consideradas ou novos materiais de pintura que reduzam o tempo de cura a fim de que novas velocidades de linha possam ser utilizadas para atender estes volumes novos de produção;

- A nova capacidade da fábrica de São Caetano do Sul deve ser compartilhada com os principais fornecedores para que os mesmos se planejem para atingir estes novos volumes de produção.

Estes estudos de aumento de capacidade produtiva de São Caetano do Sul devem correr em sintonia com o departamento de Marketing a fim de que os novos volumes por modelo de veículo sejam absorvidos pelo mercado doméstico e de exportação. Outra sintonia de suma importância é com o departamento Financeiro, pois a rentabilidade por modelo nos volumes a serem produzidos deve ser atingida e o retorno do investimento efetuado deve ser plenamente alcançado.

CAPÍTULO 9**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AHLSTRÖM, P.: Sequences in the Implementation of Lean Manufacturing. *European Management Journal* Vol. 16 No 3 June 1998.

ALLEN, J. H.: Make lean manufacturing work for you. www.sme.org/manufacturingengineering Junho 2000.

BERTO, R.M.V.S., NAKANO, D.N.: Metodologia de pesquisa e a engenharia de produção. In: XVIII encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e pesquisa. *Produção*, v.9, n 2, p. 65-75, 2000.

CASSETTARI, E.C., BATOCCHIO, A., MARCONDES, A.B. . Lean Manufacturing and Six Sigma. SAE Technical Papers, São Paulo, v. 2005, n. 01-4047, p. 1-10, 2005.

COLE, R.E., BACDAYAN, P. & WHITE, J.B.: Quality, participation, and competitiveness. *California Management Review* Spring, 1993.

DIAS, F., T.: *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de São Carlos, 2003.
EISENHARDT, K.M.: Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, v.38, n.2, p.429-445, 2000.

GODINHO FILHO, M.: *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de São Carlos, 2001.

GODINHO FILHO, M.: *Dissertação de Doutorado*. Universidade Federal de São Carlos, 2004.

GODINHO FILHO, M. & FERNANDES, F.C.F.: Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. *Gestão & Produção*. Artigo aprovado para publicação, submetido em 2003c.

HENDERSON, B.A & LARCO, J. L.: *Lean Transformation* . The Oaklea Press. Richmond. Virginia - USA 2000.

HOBBS, D.P.: Lean Manufacturing implementation: a complete execution manual for any size manufacturer. J. Ross Publishing. Virginia – USA 2004

HYER, N. L. & WEMMELLOV, U.: Group technology and productivity. *Harvard Business Review*. Jul/Aug., 1984.

IMAI, Masaaki. (1990) - *Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo*; tradução Cecília Fagnani Lucca. 3ª ed. IMAM.

JIPM. Manual curso Process Kaizen Engineer (PKE). São Paulo, Editora JIPM/Pirelli, 1996.

KARLSSON, C. and AHLSTROM, P.: Change processes towards lean production: the role of the remuneration system. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 15, n°11, pp. 80-99, 1995.

KIYOHARA, D.; MIYAKE, D. I. ; BUÍSSA, G. N. . Melhorias na Gestão e Operação da Logística de Abastecimento numa Planta de Montagem de automóveis. SAE Technical Papers, São Paulo, v. 2004, n. 01-3381, p. 1-10, 2004.

LIKER, J.K. . O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Tradutor: Lene Belon Ribeiro – Porto Alegre, Bookman, 2005.

MIYAKE, D.I. Avaliação de um Sistema de produção para a identificação de problemas de produtividade, São Paulo, 2006.

MONDEN, Y.: Sistema Toyota de Produção. São Paulo, IMAN, 1984.

MONDEN, Y., Toyota Production System – an integrated approach to Just-in-Time. Norcross – Georgia, EMP Books, 1998.

MONDEN, Y., Sistema de Redução de custos, custo-alvo e custo kaizen. Porto Alegre: Editora Bookman, 1999.

MOURA, R., A. *Kanban a simplicidade do controle da produção* 2 Ed. São Paulo: Editora IMAN, 1998.

OHNO, T. O sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala. Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

ORR, T.J. . Lean Manufacturing – A Case Study. SAE Technical Papers, São Paulo, v. 2000, n. 01-3308, p. 1-10, 2000.

PAGE, J. . *Implementing Lean Manufacturing Techniques*. Cincinnati – EUA: Hanser Gardner Publications, 2004.

PANIZZOLO, R.: Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers. The relevance of relationships management. *Production Economics*. March 1998.

PORTER, M.E. et.al. *Competição: on competition – estratégias competitivas essenciais*. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1999.

ROBINSON, A. G. & SCHROEDER, D.M.: Detecting and eliminating invisible waste. *Production and Inventory Management Journal* 33, 1992.

SIPPER, D. & BULFIN.: *Production : Planning Control and Integration*, New York : McGraw Hill, 1997

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A. & JOHNSTON, R.: *Administração da Produção*. Ed. Atlas, 1997.

WOMACK, J., JONES, D. *A mentalidade enxuta nas empresas*. 7 Ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.

WOMACK, J., JONES, D., ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. 13 Ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

YIN, R.K. *Case Study Research*. Sage Publications. Beverly Hills, California, USA, 1989.

YIN, R.K. *Case Study Research, Design & Methods*. Second Edition. Newbury Park. Sage Publications. Beverly Hills, California, USA, 1994.