USP

Campus de São Carlos

Proposição de melhoria para o Sistema Corporativo de Produção da Volkswagen do Brasil à luz de conceitos da produção enxuta.

Fabio Luiz Carneiro

Orientador: Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

T214/04

Fabio Luiz Carneiro

PROPOSIÇÃO DE MELHORIA PARA O SISTEMA CORPORATIVO DE PRODUÇÃO DA VOLKSWAGEN À LUZ DE CONCEITOS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

DEDALUS - Acervo - EESC
31100047354

Orientador: Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes

EESC - USP
Biblioteca
SÃO CARLOS

São Carlos
2004

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço 16/03/04

Ass.:

Class. TESE
Cutt. 1177
Tombo T 214/04
Sysno 1396483

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

C289p

Carneiro, Fabio Luiz
Proposição de melhoria para o sistema corporativo de produção da Volkswagen à luz de conceitos da produção enxuta / Fabio Luiz Carneiro. -- São Carlos, 2004.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2004.
Área: Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes.

1. Estratégia. 2. Produção enxuta. 3. Desperdícios. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: **FÁBIO LUIZ CARNEIRO**

Dissertação defendida e julgada em 16-08-2004 perante a Comissão Julgadora:

aprovado

Prof. Associado **ANTONIO FREITAS RENTES (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado

Prof. Dr. **FERNANDO CÉSAR ALMADA SANTOS**
(Escola de Engenharia de São Carlos /USP)

APROVADO

Prof. Dr. **NEÓCLES ALVES PEREIRA**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Prof. Doutor **EDMUNDO ESCRIVÃO FILHO**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção

Profa. Titular **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

Dedico esse trabalho especialmente à *Roseli*, minha amada esposa, pelo incentivo, compreensão e paciência que teve durante esse longo e difícil tempo em que dividi a minha vida entre a família e o estudo. Muito Obrigado.

AGRADECIMENTOS

Em especial ao meu orientador, Prof. Dr. ***Antonio Freitas Rentes***, por acreditar no meu potencial, pela dedicação, profissionalismo e, principalmente pela amizade que demonstrou durante esse tempo que trabalhamos juntos no desenvolvimento desse trabalho.

Ao Prof. Dr. ***Edmundo Escrivão Filho***, em primeiro lugar por ter me apoiado a dar continuidade nos meus estudos quando completei minha qualificação, e em segundo lugar pela grande amizade e atenção que demonstrou durante suas aulas.

A todos os amigos que conheci e que de alguma forma contribuíram com sugestões e experiências para a realização desse trabalho.

Sou grato ainda a todos os funcionários e professores da pós-graduação do Departamento de Engenharia de Produção da EESC-USP, pelo apoio e atenção dispensada.

"Da natureza de nossos pensamentos, depende a fortaleza de nosso corpo, o vigor de nossa inteligência, o êxito de nossos negócios"

R. W. Trine

RESUMO

Carneiro, F. L. (2004) *Proposição de melhoria para o Sistema Corporativo de Produção da Volkswagen do Brasil à luz de conceitos da produção enxuta.* Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

Com o objetivo de propor melhorias ao Sistema Corporativo de Produção da Volkswagen do Brasil à luz dos conceitos da produção enxuta, esse trabalho mostra como a concorrência proporcionada pela globalização no setor industrial obrigou as empresas desse setor a deixarem para trás o tradicional sistema de produção em massa para buscarem novas alternativas estratégicas de administração. Com base nos excelentes resultados apresentados pela Toyota, uma das ações encontradas por essas organizações tem sido a implantação de Sistemas Corporativos de Produção que procuram seguir os mesmos princípios do Sistema de Produção Enxuta, que tem entre seus objetivos a busca contínua pela redução e eliminação dos desperdícios dentro do processo produtivo. Partindo desse cenário, esse trabalho procura apresentar alguns desses Sistemas Corporativos de Produção e que foram criados conforme a necessidade de cada uma das empresas, sendo detalhado através de um estudo de caso realizado na Volkswagen do Brasil um desses sistemas e confrontado com as principais técnicas e ferramentas da produção enxuta pesquisadas, apresentado ainda algumas sugestões de melhorias ao Sistema Corporativo de Produção dessa empresa e uma aplicação piloto destas melhorias.

Palavras-chave: Estratégia; Produção Enxuta; Desperdícios.

ABSTRACT

Carneiro, F. L. (2004) *Suggestions of improvement to the Volkswagen Brazil Corporative of Production System to the light of the concepts of the lean production.* M.Sc. Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

With the objective of suggestions of improvements to the Corporate of Production System of Volkswagen of Brazil to the light of the concepts of the lean production, this work present as the competition provided by the globalization in the industrial section has obliged enterprises from this sector to leave behind the traditional in mass production system to look for new strategic alternatives of administration. Taking as reference the excellent results presented by Toyota, one of the action found by these organizations was the implementation of a Corporative of Production Systems that try to follow the same principles of the Lean Production, that has among its aim the continuum search by the reduction and elimination of waste inside the productive process. Starting from this scenery, this work looks for to present some of these Corporative of Production Systems and were developed in agreement with the necessities of some enterprises. It has been detailed through a case study carried out at Volkswagen of Brazil where one of these systems is confronted with the main techniques and tools of lean production studied. Also, presenting improvement suggestions to the Corporative of Production Systems of this enterprise as well as pilot application of these improvements.

Keywords: Strategy; Lean Production; Wastes.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Revalorização da manufatura 3

FIGURA 2 – Metodologia de trabalho 5

FIGURA 3 – Os três momentos da Administração Científica 7

FIGURA 4 – Princípios da produção em massa 9

FIGURA 5 – Modelo americano de administração de empresas 10

FIGURA 6a – Modelo ocidental de relacionamento no trabalho 11

FIGURA 6b – Modelo japonês de relacionamento no trabalho 12

FIGURA 7 – Princípios do sistema de produção enxuta 17

FIGURA 8 – Visão holística do Sistema de Toyota Produção 20

FIGURA 9 – O guarda-chuva do *Kaizen* 23

FIGURA 10 – Ciclo da melhoria contínua 24

FIGURA 11 – Redução dos estoques para expor os problemas de processo 25

FIGURA 12 – Problemas que a MPT vai estar atacando 27

FIGURA 13 – Modelo de arranjo funcional 31

FIGURA 14 – Modelo de *layout* celular 34

FIGURA 15 – Sistemas de integração entre células de manufatura 36

FIGURA 16 – Representação de tempo de ciclo 37

FIGURA 17 – Representação de *lead time* 38

FIGURA 18 – Organização dos trabalhadores em células de produção 40

FIGURA 19 – Alocação do número de trabalhadores conforme a demanda 41

FIGURA 20 – Quadro nivelador de carga 42

FIGURA 21 – Melhoria do *setup* através da redução de atividades desnecessárias 45

FIGURA 22 – Modelo de *kanban* de Produção e Transporte 47

FIGURA 23 – Funcionamento do sistema *kanban* 48

FIGURA 24 – Revoluções no pensamento administrativo 52

FIGURA 25 – Diagrama de distribuição 55

FIGURA 26 – Gráfico de *Pareto* 56

FIGURA 27 – Diagrama de Causa e Efeito 57

FIGURA 28 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor 59

FIGURA 29 – Mapeamento do fluxo de valor 60

FIGURA 30 – Sistema Alcoa de Produção 68

FIGURA 31 – Seqüência para implantação do Trabalho Padronizado 70

FIGURA 32 – Elementos do DMS 73

FIGURA 33 – Símbolo do SPVW 79

FIGURA 34 – Modelo de RAP 82

FIGURA 35 – Custo do defeito x Ponto de detecção 85

FIGURA 36 – Mudanças no mercado automobilístico nacional 90

FIGURA 37 – Estrutura adotada na implantação do SPVW 92

FIGURA 38 – Implantação do SPVW 93

FIGURA 39 – A estrutura da planta São Carlos 95

FIGURA 40 – *Layout* do EA111 95

FIGURA 41 – Composição do elemento trabalho em equipe 97

FIGURA 42 – Gráfico de controle de refugo 98

FIGURA 43 – Evolução do Refugo x Retrabalho na Planta São Carlos 99

FIGURA 44 – Investimento x Horas de treinamento per-capita 101

FIGURA 45 – Evolução dos índices de falhas por ano 102

FIGURA 46 – Cronograma do trabalho prático realizado 104

FIGURA 47 – Mapa do fluxo de valor do estado atual do EA111 105

FIGURA 48 – Fases do processo de fabricação de motores 107

FIGURA 49 – Produção de motores entre janeiro e junho de 2003 108

FIGURA 50 – Mapa do fluxo de valor proposto para a situação futura 110

FIGURA 51 – Modelo de cartão *kanban* utilizado no setor de a usinagem 112

FIGURA 52 – Quadro *Kanban* 114

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Resultados obtidos através da implantação da MPT 28

TABELA 02 – Comparação entre o *layout* celular e funcional 30

TABELA 03 – Benefícios de uma célula de manufatura 35

TABELA 04 – Orientação para determinar o número de operadores 39

TABELA 05 – Porcentagem de perdas no processo de *setup* 46

TABELA 06 – Principais problemas resolvidos pelo trabalho em equipe 53

TABELA 07 – Ferramentas de suporte para os programas da produção enxuta 63

TABELA 08 – Ferramentas da produção enxuta e seus focos de atuação 64

TABELA 09 – Elementos do DMS x técnicas e ferramentas da produção enxuta 76

TABELA 10 – Aplicação das técnicas e ferramentas da produção enxuta pelos SCP apresentados 87

TABELA 11 – Trajetória da indústria nos anos 90 89

TABELA 12 – Motores montados no EA111 entre janeiro e julho de 2003 108

LISTA DE SIGLAS

ABS	*Alcoa Business System*
ASME	*American Society of Mechanical Engineers*
CEP	Controle Estatístico de Processo
CQ	Círculo de Qualidade
DMS	*Delphi Manufacturing System*
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
EUA	Estados Unidos da América
GM	General Motors
GMO	Grupo de Gestão de Mudança Organizacional
JIT	*Just In Time*
MPT	Manutenção Produtiva Total
NUMA	Núcleo de Manufatura Avançada
RAP	Relatório de Análise de Problema
SCP	Sistema Corporativo de Produção
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SMED	*Single Minute Exchange of Die*
SPVW	Sistema de Produção Volkswagen
TG	Tecnologia de Grupo
TQM	*Total Quality Management*
TRF	Troca Rápida de Ferramenta
USP	Universidade de São Paulo
VDA	*Verband Der Automobilindustrie*
WIP	Work in Proces

SUMÁRIO

RESUMO vi

ABSTRACT vii

LISTA DE FIGURAS viii

LISTA DE TABELAS xi

LISTA DE SIGLAS xii

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 Contexto 1

1.2 Objetivo 4

1.3 Metodologia 4

1.4 Organização do Trabalho 5

2 PRODUÇÃO ENXUTA E O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO 7

2.1 Evolução Administrativa 7

2.2 O surgimento da produção enxuta 10

2.2.1 Transformações sócio-culturais e econômicas 11

2.2.2 Eliminação de desperdícios e os pilares da produção enxuta 13

2.3 Técnicas e ferramentas da produção enxuta 18

2.3.1 Organização do posto de trabalho 21

2.3.2 Melhoria contínua 23

2.3.3 MPT – Manutenção Produtiva Total 25

2.3.4 *Layout* celular 29

2.3.5 Produção balanceada e balanceamento da célula 36

2.3.6 Troca rápida de ferramenta 43

2.3.7 *Kanban* 46

2.3.8 Gestão Visual 50

2.3.9 Ferramentas e técnicas da qualidade 52

2.3.10 Mapeamento do fluxo de valor 58

2.3.11 Fornecimento *just-in-time* 61

2.4 Considerações finais sobre produção enxuta 63

3 SISTEMAS CORPORATIVOS DE PRODUÇÃO 66

3.1 Modelos de aplicação da produção enxuta 66

3.2 *Alcoa Business System* 66

3.3 *Delphi Manufacturing System* 73

3.4 Sistema de Produção Volkswagen 77

3.4.1 Elementos do SPVW 78

3.4.2 Matriz de Aplicabilidade e Abrangência 86

3.5 Considerações finais sobre SCP 87

4 CASO DE IMPLANTAÇÃO DO SCP DA VOLKSWAGEN 89

4.1 A Industria Automobilística e o Mercado Nacional 89

4.2 Breve Histórico da Empresa em Estudo 91

4.3 Caso: A Implantação do SCP da Volkswagen 92

4.3.1 Definição da Área Piloto em São Carlos 94

4.4 Sugestões para o SCP da Volkswagen 103

4.4.1 Construção do Mapa do Estado Atual 104

4.4.2 Construção do Mapa do Estado Futuro 109

4.4.3 Implantação Piloto do *Kanban* no Setor de Usinagem 112

4.5 Considerações Finais Sobre o SCP da Volkswagen 116

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS 118

5.1 Conclusão 118

5.2 Trabalhos Futuros 120

REFERÊNCIAS 122

ANEXO 1 128

CAPÍTULO 1
INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

Com a linha de montagem de Henry Ford no início do século XX, foi possível testemunhar a substituição da produção artesanal pela produção em massa, mudando completamente a maneira como seriam tratados os meios de fabricação, onde além da capacidade produtiva, o mercado também começou a exigir no decorrer dos anos: mais desempenho nos processos de distribuição e entrega dos bens fabricados, maior diversidade de produtos e serviços oferecidos e principalmente uma maior qualidade com um menor preço.

Essas novas exigências do mercado fizeram com que o setor de manufatura deixasse de ter uma posição apenas de fabricação para assumir uma posição estratégica dentro da empresa, proporcionando assim o surgimento de inúmeras estratégias de produção que transformaram esse setor em um importante diferencial competitivo, visando atingir os objetivos propostos pela alta administração das organizações.

Segundo Cerra e Bonadio (2000), Skinner foi o responsável pela formulação inicial de estratégia de produção, propondo que a produção seja levada à condição de área estratégica a fim de atender as necessidades de sobrevivência, crescimento e lucro das empresas.

Wright e Kroll e Parnell (2000) definem estratégia como sendo os planos traçados pela alta administração visando alcançar resultados consistentes com a missão e os objetivos gerais da organização.

Para Maximiano (2000), estratégia é o plano que dirige e delineia as maneiras de alcançar os objetivos de uma organização, sejam eles: recuperar uma empresa que se encontra em má situação, manter um bom desempenho, alcançar um novo patamar de resultados, crescer ou manter-se no mercado.

Partindo desse cenário, a primeira questão que o presente trabalho pretende mostrar, é que para uma empresa criar vantagem competitiva e sobreviver em um mercado de economia globalizada, é preciso considerar o setor de manufatura como sendo um importante foco estratégico, buscando continuamente o aperfeiçoamento de seus processos produtivos.

Como apresenta Correa e Gianesi (1993), a manufatura pode contribuir para a competitividade da empresa por meio de cinco pontos principais:

1. Fazer os produtos gastando menos que os concorrentes (vantagem de custo);
2. Fazer produtos melhores que os concorrentes (vantagem em qualidade);
3. Fazer produtos mais rápidos que os concorrentes (vantagem no tempo de resposta);
4. Entregar os produtos no prazo (vantagem em confiabilidade);
5. Ser capaz de mudar muito e rápido (vantagem em flexibilidade).

Para tentar alcançar esses objetivos, este trabalho apresenta e estuda o modelo de administração da produção desenvolvido pela Toyota, conhecido e amplamente divulgado no mundo ocidental por Produção Enxuta (*Lean Production*) (WOMACK e JONES, 1998). Essa ampla divulgação é facilmente percebida tanto pelos inúmeros congressos, seminários e programas acadêmicos que tratam exclusivamente desse assunto, como pela existência de grandes grupos de pesquisa/consultorias que se especializaram em produção enxuta no mundo, dos quais podem ser citados: *Lean Institute* (EUA, Brasil); *Lean Enterprise Research Centre* (*Cardiff Business School*), *Lean Manufacturing Certificate Program* (*University of Michigan*), *Shingijutsu Group* (Japão, EUA), *Lean Systens Group,* Grupo de Gestão de Mudanças Organizacionais (GMO) do Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA) da EESC-USP, e outros.

No Brasil, em função de mudanças que ocorreram no ambiente externo, muitas organizações estão sendo 'obrigadas' a reverem suas estratégias administrativas, como percebido através da figura 1. Entre essas mudanças, uma das mais significativas tem sido a valorização do setor de manufatura, onde algumas empresas estão fazendo uso de sistemas de produção com base nos princípios da produção enxuta (eliminar completamente os desperdícios do processo produtivo) como: o Alcoa Business System (ABS) da Alcoa Alumínio S.A. (GUIA DO ABS, 2000), o Delphi Manufacturing

System (DMS) da Delphi Automotive Systems (MANUAL DO DMS, 1999) e o Sistema de Produção Volkswagen (SPVW) da Volkswagen do Brasil S.A. (MANUAL DO SPVW, 2001), que serão apresentados no decorrer desse trabalho. Esses sistemas "particulares" destas empresas serão doravante chamados de Sistemas Corporativos de Produção (SCP).

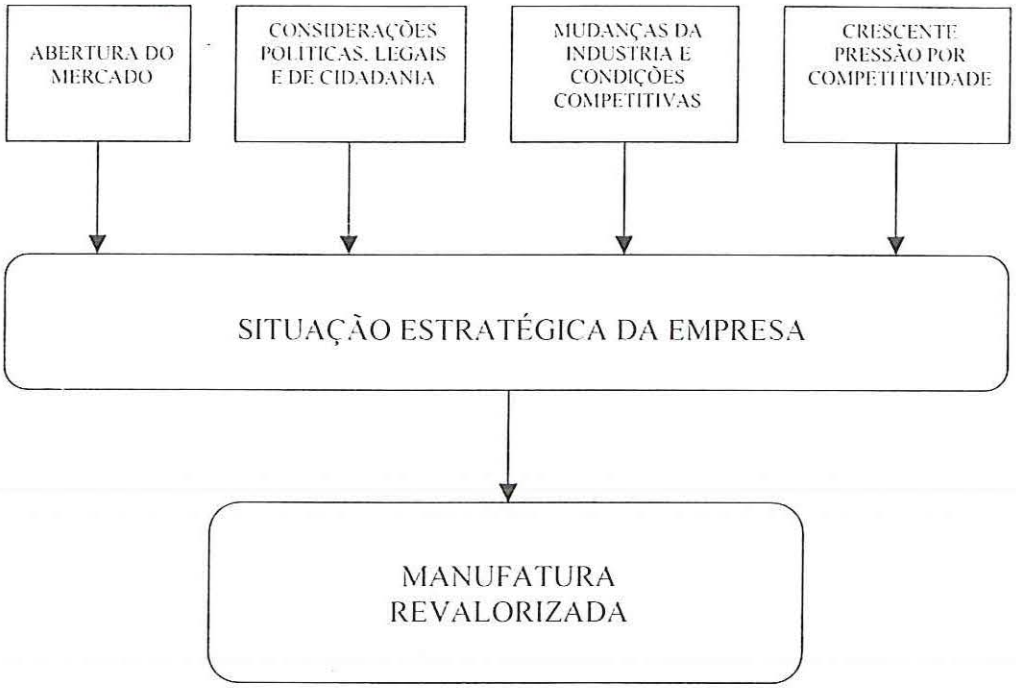


Figura 1: Revalorização da Manufatura. Fonte: Adaptado de Corrêa e Gianesi (1993) e Thompson e Strickland (2000)

Todas essas mudanças que estão ocorrendo caracterizam uma dura realidade para a indústria brasileira, que por anos a fio ditavam aos clientes as regras do jogo, mas que agora são obrigadas a competir com empresas preparadas para ouvir e atender as necessidades e exigências desses clientes, onde o preço, a qualidade e a variedade dos produtos são elementos essenciais para se obter uma vantagem competitiva diante dos concorrentes.

Esses aspectos permitem afirmar que a importância desse trabalho se dá tanto pela necessidade que a indústria manufatureira no Brasil tem por desenvolver vantagem competitiva que a possibilitem enfrentar de igual para igual as indústrias manufatureiras

de um mundo sem fronteiras, como permitir que elas continuem gerando empregos e divisas para o governo brasileiro, melhorando o bem estar econômico e social do país.

1.2 OBJETIVO

Através do problema apresentado para o estudo, esse trabalho tem como objetivo maior **apresentar algumas sugestões de melhoria ao SCP da Volkswagen do Brasil à luz dos conceitos da Produção Enxuta**, efetuando uma aplicação piloto desta sugestão.

Este estudo é ainda um esforço preliminar para confrontar os SCP que foram apresentados, com as principais técnicas e ferramentas da produção enxuta, mostrando que se esses SCP não estiverem completamente alinhados com os princípios da produção enxuta, o retorno dessas ações compreenderá apenas em melhorias em alguns pontos isolados da empresa, o que será irrelevante para a competitividade da organização como um todo.

1.3 METODOLOGIA

Já caracterizado o problema e determinado o objetivo desse trabalho, fica então definido qual a metodologia de trabalho para se atingir esse objetivo, que parte do levantamento bibliográfico sobre produção enxuta, a apresentação de alguns SCP, o detalhamento do SPVW e posterior estudo de caso/pesquisa-ação realizado na Volkswagen do Brasil – Fábrica de Motores de São Carlos, conforme observado através da figura 2.

Para apresentar o Sistema de Produção Enxuta e quais as suas vantagens, o primeiro passo dessa metodologia busca fazer através de um estudo bibliográfico o levantamento histórico sobre a evolução administrativa, chegando-se a necessidade da Toyota em desenvolver um novo Sistema de Produção diante das dificuldades pós-guerra em que se encontrava. Nesse primeiro passo serão ainda apresentadas as principais técnicas e ferramentas utilizadas dentro do Sistema de Produção Enxuta.

O próximo passo é apresentar os SCP utilizados por algumas empresas durante o processo de implantação dos princípios da produção enxuta e a posterior realização do estudo de caso/pesquisa-ação propriamente dito, onde foram coletadas informações sobre o processo de implantação do SCP na empresa em estudo.

No último passo dessa metodologia, é feita uma comparação entre os princípios da Produção Enxuta com a aplicação do SCP da Volkswagen, procurando

reconhecer as principais dificuldades apresentadas e algumas possíveis sugestões de melhorias feitas pelo autor desse trabalho, que além de pesquisador é também empregado dessa empresa. Por fim, é feito o fechamento e a conclusão do trabalho.

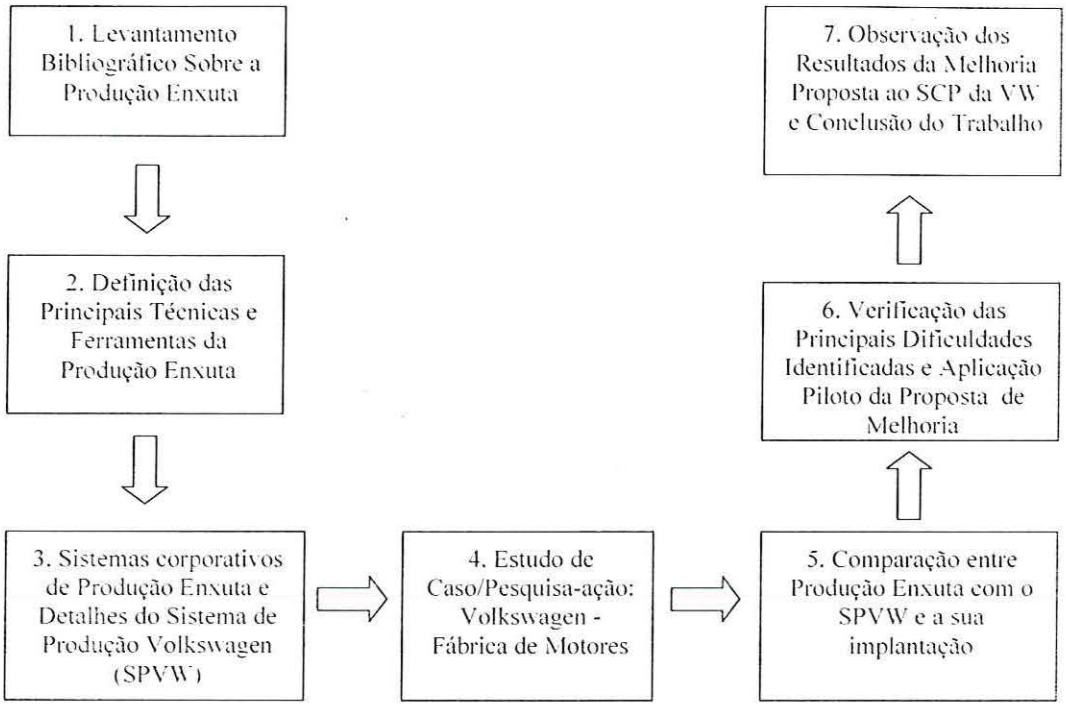


Figura 2: Metodologia de Trabalho

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em 5 capítulos. Esse primeiro capítulo é composto da contextualização, os objetivos a serem alcançados, a metodologia da pesquisa e a organização do trabalho.

No capítulo 2 – Produção Enxuta e o Sistema Toyota de Produção – é apresentado um conceito histórico do surgimento do sistema de produção desenvolvido pela Toyota no período pós-segunda grande guerra mundial e quais são suas principais técnicas e ferramentas de apoio.

No capítulo 3 – Sistemas Corporativos de Produção – é feito um levantamento sobre a maneira pela qual algumas empresas criaram sistemas corporativos próprios, almejando a obtenção de objetivos similares ao da produção enxuta. Será aqui

apresentado um detalhamento de um desses sistemas corporativos, a saber, o da Volkswagen do Brasil.

No capítulo 4 – Estudo de Caso: Volkswagen do Brasil – será feito uma descrição de como foi a implantação do SCP nessa empresa, mais especificamente na Planta de São Carlos, sendo feito uma comparação entre a abrangência desse sistema e as ferramentas de produção Enxuta detalhadas no capítulo 2.

No capítulo 5 – Conclusão e Trabalhos Futuros – são apresentadas as dificuldades encontradas na implantação do SCP da Volkswagen e as conclusões desse trabalho, mostrando alguns pontos importantes a serem considerados durante a implantação de sistemas similares ao sistema de produção enxuta, deixando como sugestão alguns temas que podem ser abordados na realização de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2
PRODUÇÃO ENXUTA E O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

2.1 EVOLUÇÃO ADMINISTRATIVA

Antes de falar sobre produção enxuta é preciso fazer um retrospecto sobre os avanços nos sistemas administrativos das empresas, onde após a Revolução Industrial passou a acontecer um êxodo rural, com os trabalhadores abandonando o campo e migrando para as cidades em busca de melhores situações de trabalho proporcionado pelo surgimento das indústrias.

Com a industrialização surgiram também inúmeros problemas relativos a administração, divisão de responsabilidades, falta de qualificação, conflitos entre operários e seus superiores entre outros, necessitando assim o desenvolvimento de técnicas que proporcionassem uma melhor administração dessas empresas.

Foi então que por volta de 1880, com a fundação da Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos (ASME – *American Society of Mechanical Engineers*) nasceu a *Escola da Administração Cientifica*, que segundo Maximiano (2000), foi desenvolvida em três fases, conforme observado na figura 3:

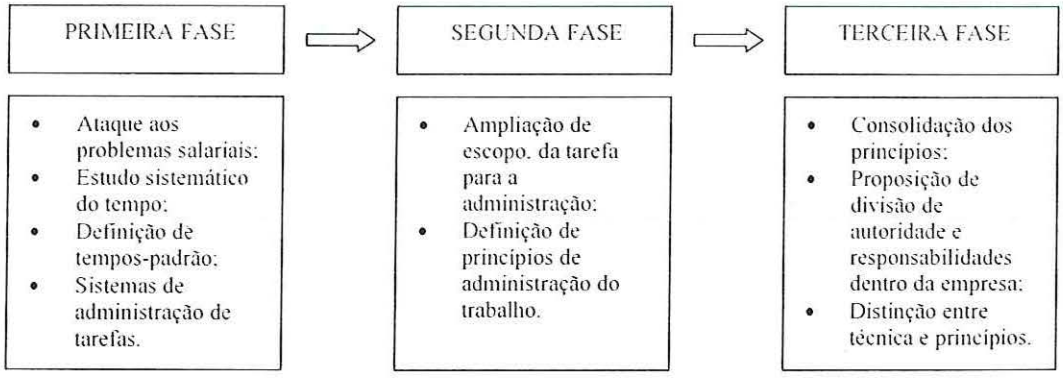


Figura 3: Os três momentos da administração científica (MAXIMIANO, 2000, p.163).

A maior preocupação da *Escola da Administração Científica* era melhorar a eficiência dentro das organizações, procurando assim obter o máximo de produtividade. Seu propulsor foi o engenheiro americano Frederick W. Taylor, que tirou do operário a tarefa de escolher a maneira como realizar seu trabalho, impondo um método planejado e padronizado, estabelecido por um profissional especializado no planejamento das tarefas (CHIAVENATO, 1994).

Taylor, através da decomposição das tarefas parcelou e fragmentou totalmente as tarefas de produção, separando o planejamento das atividades operacionais, subordinando assim o homem ao processo. Essa divisão proposta e implantada por Taylor, segundo Proscurcin (1995) se deu devido ao fato de Taylor acreditar que o homem era indolente por natureza e propenso ao menor esforço possível.

Para Kanaane (1999), os estudos de Taylor proporcionaram a divisão dos meios de produção, fazendo prevalecer o controle do trabalho por aqueles que administram e a especificação da execução do trabalho por aqueles que protagonizam, ficando assim configurada a apropriação dos meios de produção por uma classe pensante que subordina a classe executora.

Com base no pensamento taylorista e aproveitando os grandes resultados obtidos na intercambiabilidade de peças e na facilidade de ajustá-las entre si (principais conceitos da produção em massa), Ford conseguiu entre 1908 e 1913 diminuir o tempo médio das tarefas de 514 para 2,3 minutos. Já em 1913, com a sua nova fábrica de Highland Park, Ford criou a primeira linha de montagem móvel, fazendo com que os carros passassem por toda a fábrica enquanto os trabalhadores ficavam parados em um único posto de trabalho, diminuindo ainda mais o tempo médio de tarefa por montador, agora de 2,3 para 1,19 minuto, consagrando assim o surgimento da chamada Produção em Massa (WOMACK, JONES e ROOS, 1990).

Com o desenvolvimento da produção em massa e a produção do modelo T, a Ford chegou a uma marca superior a 50 % do mercado americano, e se tornando posteriormente a maior fabricante mundial da industria automobilística, servindo rapidamente em modelo padrão de organização para todas as empresas do mundo.

Como afirma Maximiano (2000) foi Henry Ford quem elevou ao mais alto grau os dois princípios da produção em massa, que é a fabricação de produtos não diferenciados em grande escala e o trabalhador especializado (figura 4).

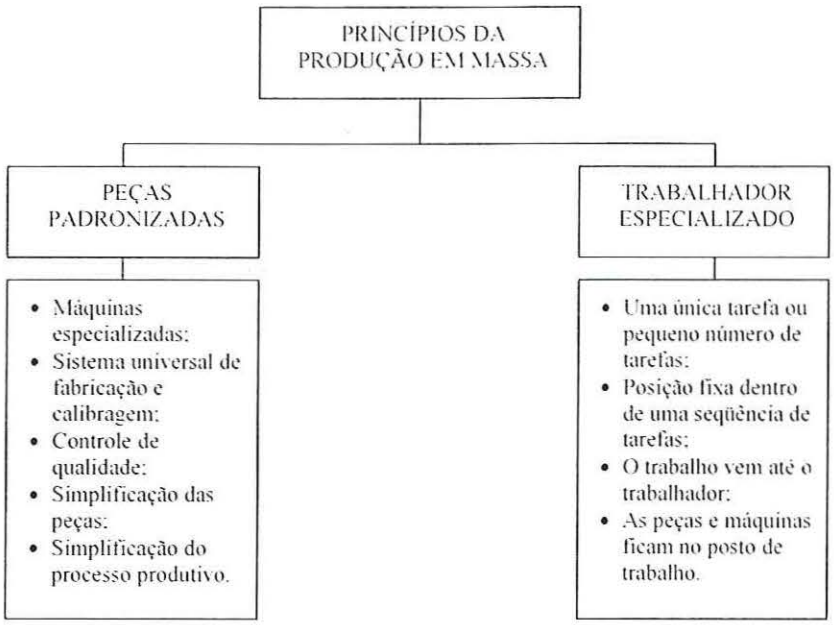


Figura 4: Princípios da produção em massa (MAXIMIANO, 2000, p. 176).

Esperava-se que, com a combinação entre os estudos de tempos e movimentos com a tecnologia da produção em massa, todos os problemas de produtividade como: aumento da eficiência, redução de custos e melhor qualidade do trabalho estariam resolvidos, fato esse que acabou não acontecendo, uma vez que os índices de absenteísmo e rotatividade de pessoas começaram a apresentar números cada vez maiores, conforme relatam Vieira e Garcia (2001), "A rotatividade era elevada. Em 1913 a Ford precisava de 13 mil funcionários, mas contratava 50 mil ao ano".

Womack, Jones e Roos (1990) e Wood Jr. (1995) citam que Alfred Sloan, presidente da General Motors, foi um complemento necessário à Ford. Por volta de 1925, Sloan desenvolveu na GM divisões descentralizada de fabricação para resolver o problema da administração que as grandes empresas enfrentavam com as novas técnicas de produção, e diversificou a linha de produtos com o objetivo de atender todas as camadas sociais, opondo-se ao pensamento de Ford que fabricava um único tipo de produto.

Segundo Maximiano (2000), os princípios da Administração Científica com as implementações de Ford e Sloan formam a base do modelo americano de administração de empresas industriais (figura 5).

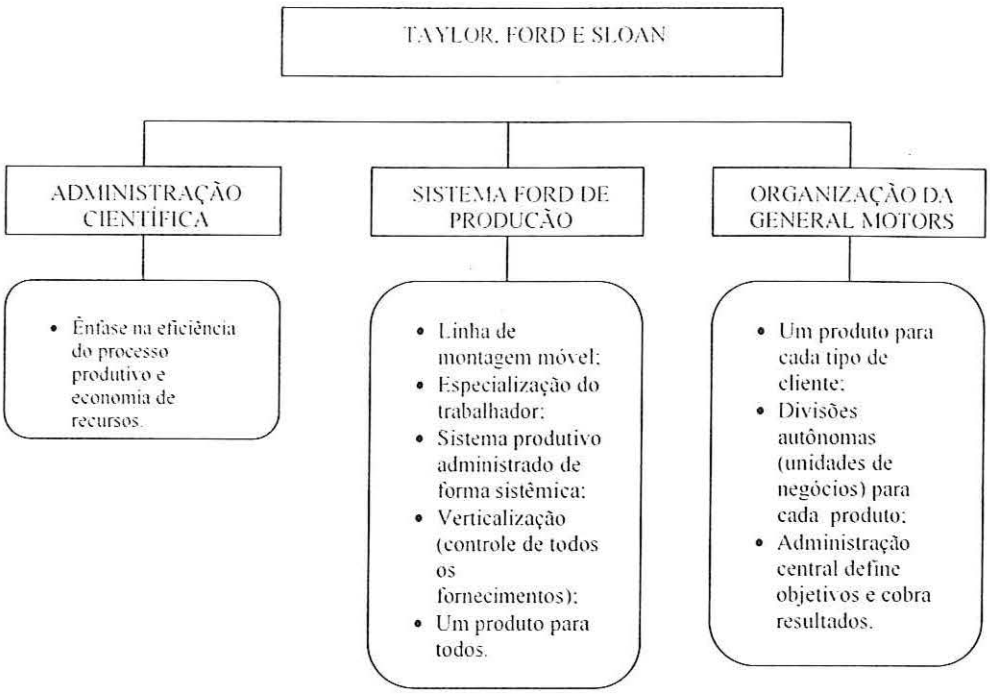


Figura 5: Modelo americano de administração de empresas (MAXIMIANO, 2000, p.181).

Mesmo com as constantes visitas realizadas na fábrica da Ford em Detroit no início do século XX, a completa disseminação dos princípios da produção em massa somente foi consagrada com o término da segunda guerra mundial, onde empresas automobilísticas européias conseguiram obter valores de produção compatível com a produção norte-americana.

2.2 O SURGIMENTO DA PRODUÇÃO ENXUTA

Produção Enxuta (*Lean Production*), *Ohnoismo* ou simplesmente Sistema Toyota de Produção, são os nomes pelo qual ficou conhecido o sistema de produção desenvolvido no Japão, mais especificamente pela própria Toyota, e que buscava encontrar uma melhor maneira de administrar seus processos de fabricação diante das dificuldades sócio-econômicas em que o Japão atravessava no pós-guerra, tendo como premissa básica à completa eliminação dos desperdícios.

Para melhor compreensão de como foi o surgimento do Sistema Toyota de Produção, ele foi dividido neste trabalho em duas partes: a primeira é relativa as transformações sócio-culturais e econômicas que ocorreram no Japão com o término da guerra, enquanto a segunda parte é referente à eliminação de desperdícios e os pilares da Produção Enxuta.

2.2.1 TRANSFORMAÇÕES SÓCIO-CULTURAIS E ECONÔMICAS

No mesmo período em que as indústrias européias começavam a fazer usos da produção em massa, grandes mudanças também começaram a acontecer no Japão, onde diante de uma crise financeira que ocorreu por volta de 1946 dentro da Toyota, o relacionamento entre capital e trabalho passou a ser tratado de uma forma diferenciada, com os trabalhadores passando a ter emprego vitalício, salário crescente conforme o tempo de serviço e bônus vinculado à rentabilidade da empresa.

Murata e Harrison (1992) acreditam que a lealdade entre capital e trabalho proveniente do emprego vitalício é que proporcionou o sucesso japonês, pois no Japão, os trabalhadores sabendo de sua segurança e estabilidade no trabalho, procuravam expor mais suas idéias através dos círculos de controle de qualidade, opondo-se ao sistema ocidental que considera os empregados apenas como mais um componente de toda a máquina produtiva, conforme apresentados através das figuras 6a e 6b.

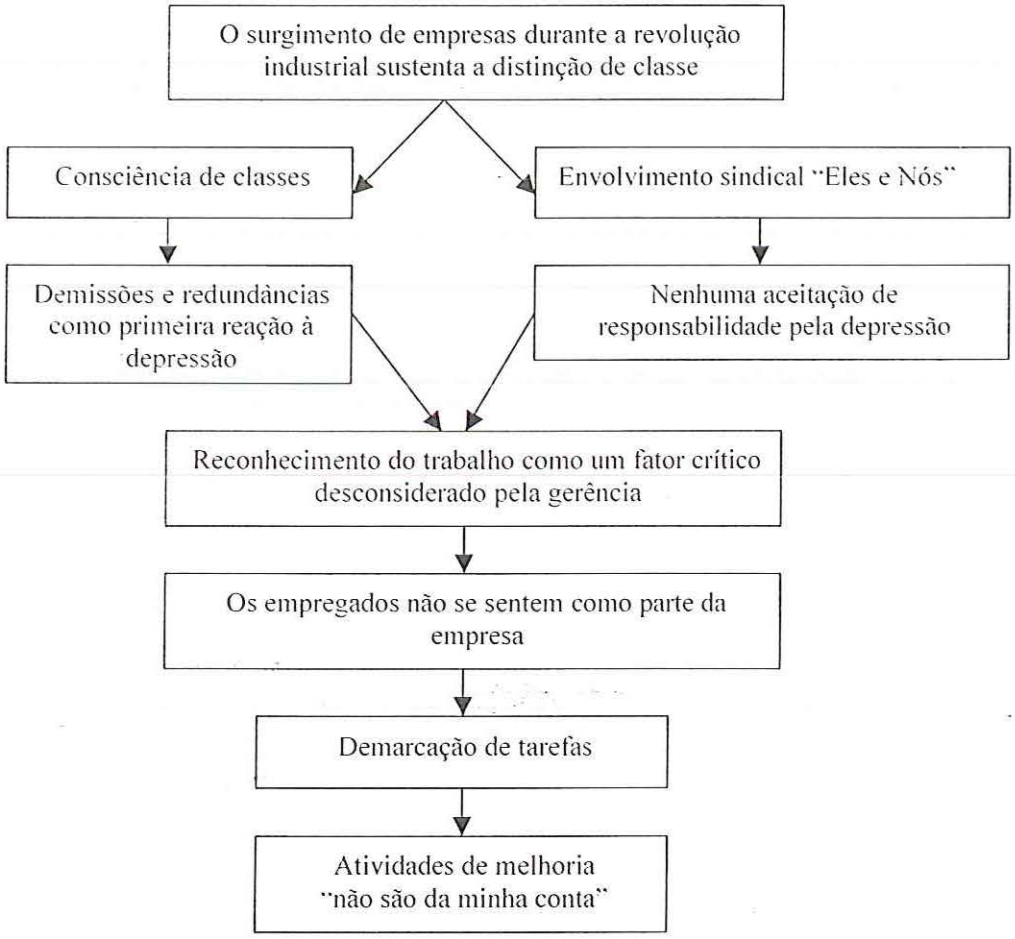


Figura 6a: Modelo Ocidental de relacionamento no trabalho (MURATA e HARRISON, 1992, p.9)

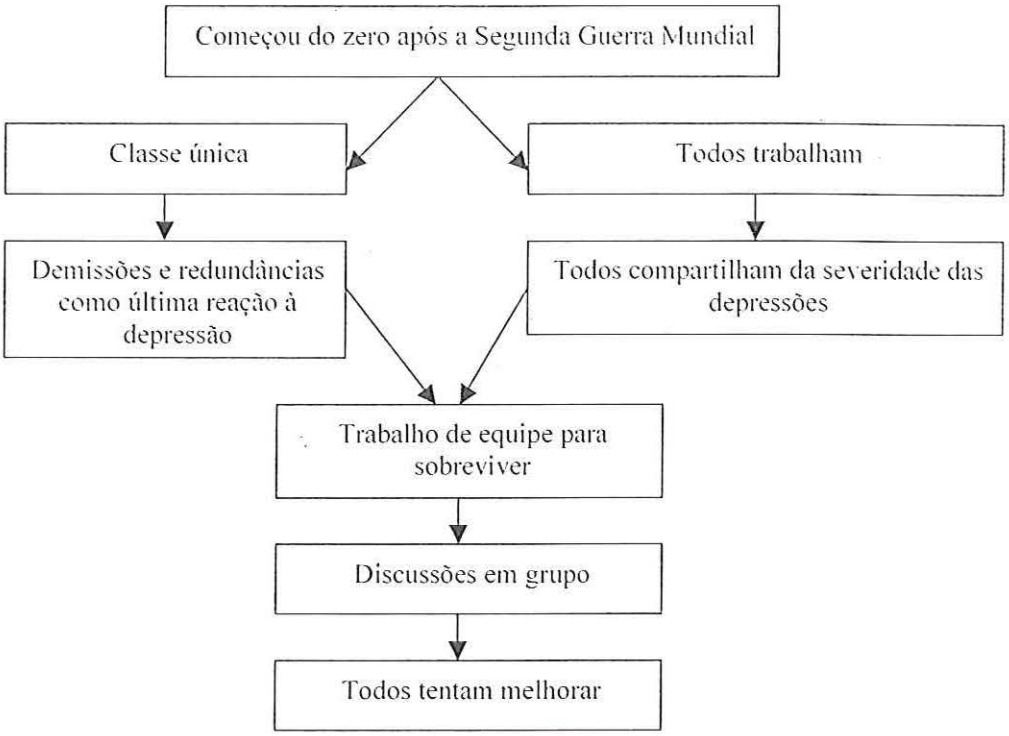


Figura 6b: Modelo Japonês de relacionamento no trabalho (MURATA E HARRISON, 1992, p.9)

Segundo Engel (1982), a orientação de trabalho no Japão é fortalecida através de uma política empresarial de emprego vitalício, onde os japoneses são educados pelos pais e pela escola a buscarem sempre o bem-estar e o sucesso de seu país, procurando trabalhar sempre mais e com maior qualidade.

O modelo japonês de lealdade no trabalho e conseqüente aumento da qualidade, não é proveniente apenas em função do emprego vitalício, mas sim com base em uma premissa de desenvolvimento contínuo dos empregados, que são continuamente treinados no próprio posto de trabalho (*on-the-job*).

Enquanto no ocidente a qualidade advém de mais teste e não de trabalhadores produzindo qualidade superior, mais os japoneses acreditam que a alta qualidade advém da participação dos trabalhadores, com um aprimoramento contínuo do planejamento e dos processos de fabricação (OUCHI, 1986).

De acordo com Womack et al (1990), Ohno sabendo que a força de trabalho era agora um custo fixo, e que teria que aproveitar o melhor de seus recursos humanos por um período de 40 anos, resolveu aproveitar além da força física dos trabalhadores, usar também seus conhecimento e experiências para melhorias e solução de problemas.

2.2.2 ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS E OS PILARES DA PRODUÇÃO ENXUTA

Womack e Jones e Roos (1990) e Wood Jr. (1995) ressaltam que após Eiji Toyoda, engenheiro da Toyota, visitar e estudar cada palmo de Rouge, o mais eficiente complexo fabril de produção em massa do mundo, percebeu ser possível melhorar o sistema de produção existente na Toyota, mas que seria difícil apenas copiar e aperfeiçoar o modelo americano, devido à situação em que o Japão se encontrava após o término da segunda guerra mundial (mercado doméstico era limitado, economia devastada, entre outros).

Então, Eiji Toyoda e Taichi Ohno concluíram que a aplicação 'pura' da produção em massa não funcionaria nesse país, sendo eles 'obrigados' a criarem um novo sistema de produção que passou a ser chamado de Sistema Toyota de Produção, sendo para Black (1998) apenas uma extensão do Sistema Fordista, mas concebido para trabalhar com grandes ou baixos volumes de produtos, onde a produção seria puxada a partir da demanda.

O Sistema Toyota de Produção, segundo Kamikihara (2003), surgiu da idéia de olhar o fluxo de produção na ordem inversa, onde o processo posterior busca no processo anterior apenas aquilo que será utilizado, na quantidade e no tempo necessário.

Segundo Womack e Jones e Roos (1990), outra observação feita por Ohno, que visitara Detroit várias vezes após a guerra, foi que o sistema de produção em massa era cheio de *muda* (palavra japonesa que tem o significado de desperdício).

Segundo Maximiano (2000) após visitarem a fábrica da Ford nos anos 50, Ohno e Toyoda concluíram que o maior produto de Henry Ford era o desperdício de recursos (esforço humano, materiais, espaço e tempo).

Dentro do campo organizacional, toda atividade que não agregue valor ao produto final, ocasionando desperdícios de esforços, materiais e tempo são considerados *muda* (IMAI, 1996, WOMACK e JONES, 1998).

Ohno, sabendo das limitações de sua empresa, tentou identificar esses desperdícios e procurou trabalhar no sentido de minimizá-los ao máximo, através de uma administração simples e eficiente, que buscava uma melhor otimização do capital, equipamento e principalmente da mão-de-obra.

Segundo Corrêa e Gianesi (1993), Imai (1996), Ribeiro (1986) e Womack e Jones (1998), as sete categorias de desperdícios identificados por Ohno foram:

1. Desperdício pelo excesso de produção:
   É toda produção realizada no sentido de antecipar a demanda, prevendo a requisição de produtos no futuro, tendo como resultado o excesso de inventário;
2. Desperdício pelo excesso de estoque:
   Todo e qualquer produto mantido em estoque não agrega valor ao produto, resultando em um maior custo operacional, ocupando mais espaço, exigindo equipamento adicional entre outros;
3. Desperdício pelo excesso de refugos e retrabalhos:
   Os problemas de qualidade são um dos maiores responsáveis pelos desperdícios dentro do processo de fabricação, gerando refugo de materiais, disponibilidade de mão-de-obra para tratar os refugos e a necessidade de inspeção;
4. Desperdício pelo excesso de movimentação:
   É todo movimento corporal de uma pessoa não diretamente relacionado à agregação de valor, e estão presentes nas mais variadas operações de uma empresa;
5. Desperdício pelo excesso de processo:
   Está relacionado ao uso indevido da tecnologia ou a um projeto inadequado, resultando em desperdício dentro do processo produtivo;
6. Desperdício pelo excesso de espera:
   Acontece sempre que o trabalho de um operador fica em compasso de espera devido a desequilíbrios no processo de fabricação (falta de peças, paralisação de máquina, falta de informação etc);
7. Desperdício pelo excesso de transporte:
   É a movimentação excessiva de bens ou informações, resultando em aumento do *lead time* de fabricação e do custo do produto, devendo por isso ser eliminadas ou reduzidas ao mínimo possível.

Essas perdas identificadas por Ohno são totalmente visíveis nas empresas de produção em massa, e através do pensamento enxuto elas sofrem ações no sentido de serem minimizadas ou até mesmo eliminadas do processo produtivo, tornando possível

atender as expectativas dos clientes quanto à qualidade dos produtos, custo e cumprimento dos prazos de entrega.

Womack, Jones e Roos (1990) relatam que em sua visita à fábrica da Toyota de Takaoka, foi possível comparar a situação encontrada com a situação da fábrica da General Motors (GM) de Framingham, percebendo que: o número de pessoas trabalhando era o estritamente necessário para a produção, com todo trabalhador realmente agregando valor ao carro, o estoque para cada trabalhador era mínimo, com as peças chegando à linha de montagem de hora em hora, além de que ao final da linha de montagem praticamente não existia área de reparo, com os carros saindo direto da linha de produção para a expedição.

O fato de que as peças chegam ao processo produtivo apenas em sua hora de uso, conforme relatado, fez com que esse sistema passasse a ser erroneamente conhecido no ocidente como Sistema *Just-In-Time* (JIT) ou *Kanban* (GHINATO, 1995).

Mas para Shingo (1996), caracterizar o Sistema Toyota de Produção como um simples método JIT ou *Kanban* indica um total desconhecimento da verdadeira essência desse sistema, uma vez que a total eliminação do desperdício está na raiz do sistema, determinando que:

"O LUCRO = PREÇO DE VENDA – CUSTO, não sendo mais possível aceitar a equação tradicional de PREÇO DE VENDA = CUSTO + LUCRO".

Segundo Kamikihara (2003), o Sistema Toyota de Produção é muito mais abrangente do que o JIT, pois desde a época de Sakichi Toyoda (fundador da empresa) o objetivo mais importante sempre foi aumentar a eficiência da produção através da eliminação consistente e completa dos desperdícios.

A Produção Enxuta, como qualquer outro sistema de produção existente, também depende de algumas técnicas de apoio para sua sustentação, e, segundo Coriat (1994) e Ohno (1988) essa sustentação se dá através da boa implementação de dois pilares que buscam a total eliminação do desperdício: *Autonomação* e JIT.

Ainda segundo esses autores, JIT e *Autonomação* são definidos como:

- JIT: é um meio através do qual as partes necessárias só chegam em seu ponto de uso apenas na quantidade necessária e no tempo

necessário, possibilitando trabalhar com um inventário bem próximo de zero;

- *Autonomação*: também conhecido como *Jidoka* ou automatização com um toque humano, é o princípio pelo qual uma máquina automática é capaz de interromper seu processo sempre que ocorrer qualquer anomalia, não devendo ser confundido apenas com automação, na qual não há nenhum sistema de verificação automático contra erro, permitindo que ocorra uma falha no processo e só seja percebida após a produção em massa de itens defeituosos.

Para Godinho Filho (2001), através do JIT é possível obter a sincronização das operações e a eliminação dos estoques, enquanto que a autonomação serve de apoio ao JIT para não permitir que unidades defeituosas passem de um processo para outro.

Além desses dois pilares apresentados, é necessário considerar também um terceiro ponto que também é de extrema importância para o sucesso desse sistema no Japão: A prática de um imenso respeito para com as pessoas, uma vez que o sucesso do Sistema de Produção Enxuta é extremamente dependente do comprometimento de todos os trabalhadores da empresa.

Godinho Filho (2001) afirma ainda que um dos pontos que ajudaram a sustentar a estrutura da produção enxuta no Japão foi o entendimento da companhia como uma comunidade, onde o empregado apresentava um alto grau de envolvimento e comprometimento com a empresa, sendo possível assim um melhor aproveitamento das habilidades desses trabalhadores.

Segundo Womack, Jones e Roos (1990), uma das primeiras implementações feitas por Ohno dentro da Toyota, foi agrupar os trabalhadores em grupo, junto com um líder, dando-lhes responsabilidade sobre uma série de tarefas como limpeza e pequenos reparos, com o líder participando do processo produtivo, substituindo sempre que necessário algum trabalhador ausente, algo jamais visto dentro do sistema de produção em massa.

Quando esses grupos começaram a funcionar conforme o previsto por Ohno, passaram a se reunir para discutir melhorias no processo de produção, com a liberdade de parar à linha de montagem caso detectassem qualquer anormalidade no processo, evitando assim o acumulo de retrabalhos e aumento dos custos operacionais, como havia sido observado na Ford.

Para Wellins e Byham e Wilson (1994), a partir do momento que é compartilhado mais responsabilidade e respeito com todos os trabalhadores, eles freqüentemente se empenham mais, são mais atuantes e se comunicam melhor, oferecendo assim mais oportunidade de encontrar melhores soluções e implementá-las de forma mais rápida e objetiva.

Segundo Monden (1984) e Proscursin (1995), o respeito à condição humana torna constante o ganho de produtividade, possibilitando maior facilidade na manutenção e aprimoramento dos sistemas de manufatura.

Para Imai (1996), as atividades de envolvimento dos funcionários, elevação do moral, autodisciplina, círculos da qualidade, sugestões e *empowerment* das pessoas, são o alicerce de toda atividade de manufatura. A figura 7 apresenta de forma simplificada esses três pontos de sustentação da produção enxuta.

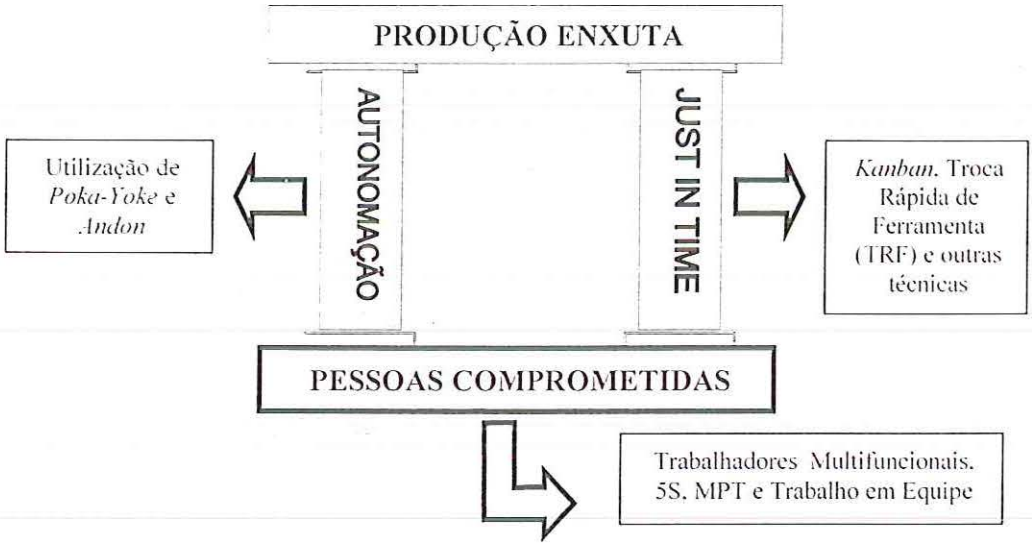


Figura 7: Princípios do Sistema de Produção Enxuta. (Adaptado de CORIAT, 1994 e IMAI, 1996)

Na implantação do Sistema de Produção Enxuta, o respeito para com as pessoas é primordial para que tenhamos um grupo de trabalhadores totalmente comprometidos e dispostos a compartilhar dos objetivos das empresas, principalmente pelo fato de que grande parte das atividades de melhoria deve ser realizada pelos próprios trabalhadores do chão de fábrica, quebrando assim o paradigma de que essa mão-de-obra só é capaz de dar retorno através da execução de serviços braçais e já pré-determinados pela cúpula pensante das organizações.

2.3 TÉCNICAS E FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Mesmo já tendo uma vasta aplicação do Sistema de Produção Enxuta no mundo, algumas empresas brasileiras ainda apresentam uma certa deficiência em compreender o verdadeiro sentido que esse modelo de produção tem, que para Fernandes *et al.* (1998) é o fato da produção enxuta combinar as vantagens da produção artesanal e em massa, mas evitando ao mesmo tempo a rigidez da produção em massa e os altos custos da produção artesanal, com o objetivo principal de trazer a responsabilidade do processo para a base da pirâmide organizacional.

Segundo Bozzone (2002), os conceitos chaves para se compreender a produção enxuta são o sistema de produção puxada, o fluxo contínuo, a eliminação de desperdícios, a qualidade na fonte e a busca por melhorias contínuas.

Maestrelli, Simon e Batocchio (2002) citam que a produção enxuta é um composto de quatro programas chaves, a saber: controle de inventário, garantia da qualidade, máximo rendimento dos equipamentos e fábricas focalizadas.

Já para Womack e Jones (1988), o pensamento enxuto é enxuto por fazer cada vez mais com cada vez menos (menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço), tornando o trabalho mais satisfatório e possibilitando um *feedback* imediato para transformar desperdício em valor, oferecendo ao mesmo tempo cada vez mais aquilo que os clientes desejam, sendo preciso para isso considerar cinco princípios básicos:

1. **Valor:** é aquilo que os clientes estão dispostos a pagar por um determinado produto conforme a suas necessidades, cabendo as empresas determinar quais são essas necessidades e procurar satisfaze-la da melhor maneira possível, cobrando por isso um preço específico, com os lucros sendo aumentados em função de melhorias contínuas dos processos e qualidade dos produtos e da redução dos custos;
2. **Cadeia de Valor:** É a divisão do processo produtivo em três pontos: os que efetivamente geram valor, os que não geram valor mas são importantes durante o processo e aqueles que não agregam valor algum ao processo, devendo ser eliminados imediatamente. Para se obter uma completa eliminação dos pontos que não agregam valore preciso olhar

para todo o processo produtivo desde a criação do produto até a entrega do produto final;

3. **Fluxo:** É fazer com que as etapas restantes, e que criam valor, fluam, exigindo para tanto uma completa mudança na mentalidade das pessoas, que terão que deixar de lado a idéia de que a produção por departamentos é a melhor alternativa.
4. **Produção Puxada:** É a capacidade que a empresa tem em desenvolver, produzir e entregar os produtos conforme a necessidade dos clientes, acabando com a necessidade de grandes estoques, permitindo assim inverter o fluxo produtivo: fazendo com que os produtos não mais sejam empurrados para os consumidores, e sim puxados por eles conforme as suas necessidades, possibilitando assim a redução de custos, esforços, tempos e espaços;
5. **Perfeição:** É a realização da produção enxuta, onde com base em um processo produtivo transparente e com todos os elementos que compõem a cadeia produtiva tendo conhecimento desse processo, é possível buscar continuamente melhores formas de se criar Valor para o cliente.

Conforme observado, a produção enxuta é uma forma de administração da produção que busca uma contínua redução dos custos através da eliminação de desperdícios, procurando ao mesmo tempo ser flexível para atender as necessidades de demandas variadas e suprir as expectativas de um alto padrão de qualidade exigido pelos clientes, sendo necessário à utilização de uma série de técnicas e ferramentas que servirão de apoio na busca desses objetivos, e que fazem parte dos dois pilares de sustentação desse sistema: JIT e *Autonomação*, que se completam na busca da eliminação dos desperdícios identificados por Ohno, e no conseqüente aumento dos lucros para as organizações.

Muitas dessas ferramentas a serem apresentadas são tratadas por algumas empresas como sendo sistemas independentes, onde em alguns casos é possível observar a utilização do JIT como sendo a principal ferramenta do Planejamento e Controle da Produção (PCP), mas sem se preocuparem com os princípios de troca rápida de ferramenta ou com o sistema de manutenção produtiva total.

Dentro do pensamento enxuto, é importante lembrar que para o perfeito funcionamento desse sistema as empresas devem se esforçar ao máximo para implantar

de forma correta e ao tempo certo cada uma das técnicas e ferramentas que são utilizadas dentro da produção enxuta, procurando obter uma completa interação entre elas, permitindo obter no final um maior lucro, conforme pode ser observado através da figura 8.

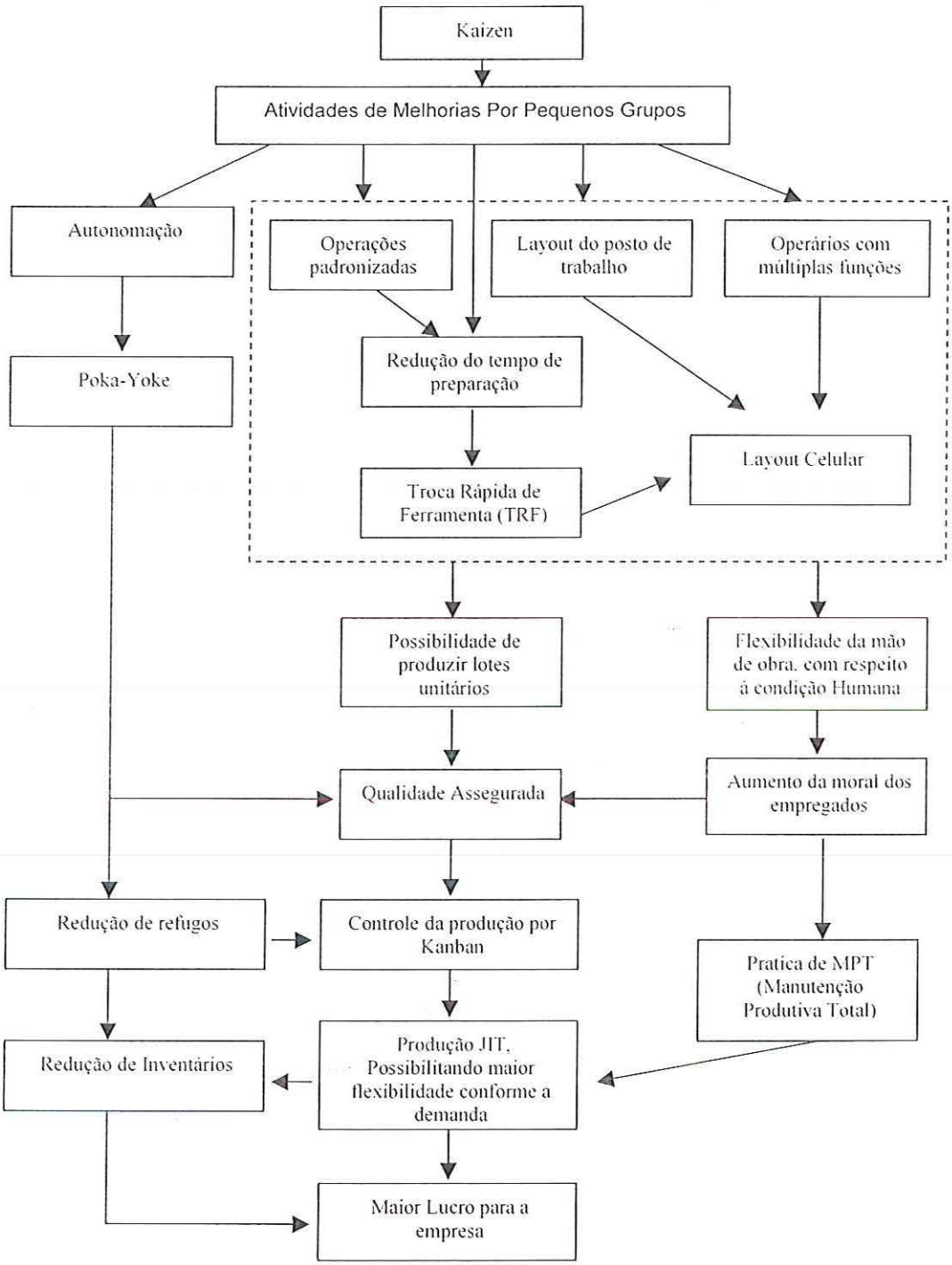


Figura 8: Visão holística do Sistema de Produção Toyota (Adaptado de OHNO, 1988)

Através da figura 8 é possível identificar algumas das principais técnicas e ferramentas Do Sistema Toyota de Produção na visão de Ohno (1988), e que junto com outras técnicas e ferramentas mais recentemente desenvolvidas (como por exemplo o mapeamento do fluxo de valor) e de igual importância para a implantação do sistema de produção enxuta, serão discutidas a seguir.

2.3.1 ORGANIZAÇÃO DO POSTO DE TRABALHO

O ponto mais básico na implantação do Sistema de Produção Enxuta é com certeza a organização do local de trabalho, sendo essa uma das primeiras atividades proposta por Ohno dentro da Toyota.

Para praticar a organização do posto de trabalho, foi desenvolvida a técnica dos 5 "S", que constitui numa maneira simples de atender a necessidade de organização do posto de trabalho, preparando os funcionários para uma mudança de cultura empresarial, onde os trabalhadores do chão de fábrica passarão a ter muito mais responsabilidade do que simplesmente ficar operando determinado equipamento. Os 5 "S" são originários de cinco palavras japonesas, que segundo Imai (1996) são:

- **SEIRI:** Separar tudo que é necessário dentro da empresa e descartar tudo que for desnecessário, seguindo uma básica de separar tudo que não vai ser utilizado num período de trinta dias, incluindo máquinas, moldes, matrizes, ferramentas, refugos, matéria-prima e outros itens;
- **SEITON:** Organizar tudo que sobrar após a realização do SEIRI, classificando todos os itens por sua utilidade e arrumando-os adequadamente, a fim de minimizar o tempo e esforço de busca, precisando para isso designar um local e a quantidade para cada item.;
- **SEISO:** É a limpeza do local de trabalho, abrangendo máquinas, ferramentas, chão, paredes e outras áreas. É primordial na implantação da MPT, pois através da limpeza das máquinas os operadores podem encontrar diversos defeitos como vazamentos ou parafusos soltos, que uma vez identificados são facilmente resolvidos;
- **SEIKETSU:** Significa a prática de higiene pessoal, usando uniformes de trabalho, óculos de segurança, luvas e sapatos sempre em bons estados de conservação, além de manter o trabalho de seiri, seiton e seiso continuamente;

- **SHITSUKE:** É o desenvolvimento da autodisciplina, criando o hábito diário de praticar as atividades de 5 "S" na rotina de trabalho.

Após a implantação dos 5 "S", deve ser estabelecido pela gerência alguns padrões para cada uma dessas etapas, para confirmar se todos estão realmente envolvidos no progresso dessas atividades de melhoria, que trarão como resultados um ambiente de trabalho mais limpo, agradável e seguro, revitalização da moral e motivação dos funcionários e por fim, a eliminação de *muda* (necessidade de se ficar procurando ferramentas, liberação de espaço entre outras).

Para Takahashi e Osada (1993), a implantação e sucesso dos 5 "S" está ligada a três pontos chaves:

- **Disciplina no ambiente de trabalho:** É melhorar o nível de gerenciamento através de parâmetros que avaliam se todos obedecem às regras estabelecidas;
- **Ambiente de trabalho limpo:** Limpar o equipamento e o local de trabalho, conscientizando as pessoas a criar um ambiente de trabalho onde tudo seja bem cuidado e limpo;
- **Criação de um ambiente de trabalho propício ao gerenciamento visual:** Ações adotadas para a prevenção de erros, através da criação de medidas que possibilitem detectar e corrigir facilmente os erros através da padronização dos 5 "S".

Através da implantação dos 5 "S", todos os trabalhadores assumem as responsabilidades que lhe foram atribuídas, criando um ambiente de trabalho onde todos podem participar com maior dedicação e diligência.

Segundo Takahashi e Osada (1993, p. 126), "...nada importante funciona bem quando as práticas dos 5 'S' não estão sendo executadas, seja a segurança e prevenção de acidentes, a eficiência, a qualidade ou a prevenção de falhas de equipamentos", confirmando assim o motivo pelo qual a boa implantação dos 5 "S" pode determinar o sucesso da implantação da Produção Enxuta.

2.3.2 MELHORIA CONTÍNUA

Sempre que uma empresa busca maior vantagem competitiva, significa que ela está buscando uma melhoria dentro do seu processo, de forma a obter um diferencial na qualidade dos produtos e serviços oferecidos ao consumidor final.

Segundo Imai (1994), esse conceito de melhoria, que no Japão é chamado de *kaizen*, é o mais importante ponto da administração japonesa, sendo a chave para o sucesso de suas empresas, pois está baseado no envolvimento de todos dentro da organização (tanto os gerentes como os operários) na busca de melhorias contínuas, servindo como um guarda-chuva para as demais práticas desenvolvidas pelas empresas desse país (figura 9).

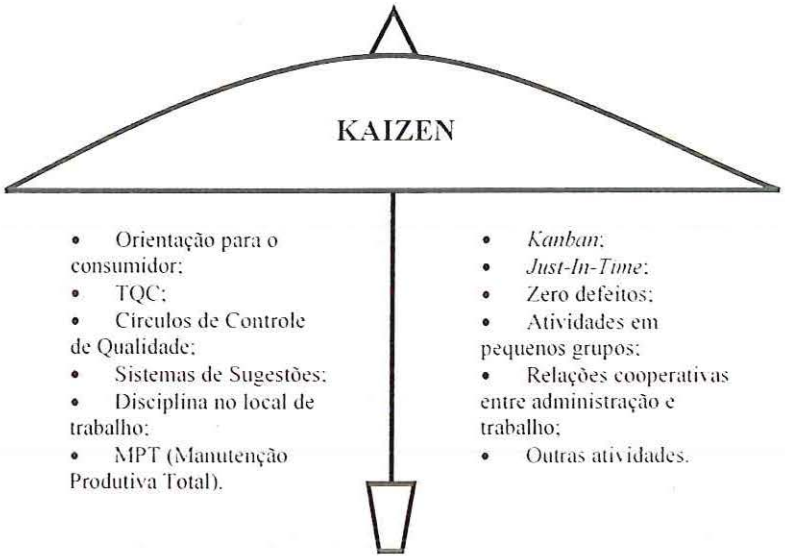


Figura 9: O guarda-chuva do *Kaizen* (IMAI, 1994, p.4).

Como afirmam Womack e Jones (1998), para a implantação do pensamento enxuto, o princípio fundamental é a transparência, onde o desdobramento da política opera em um processo aberto, destinado a alinhar pessoas e recursos com tarefas de melhoria, proporcionando que os próprios trabalhadores do chão de fábrica passem a participar e contribuir no processo de melhoria contínua.

Para Imai (1994), as principais atividades de melhoria contínua dentro das atividades de negócios estão relacionadas à Qualidade, Custo e Distribuição (Entrega), e quando bem cumpridas significa a total satisfação dos clientes.

Segundo Bozzone (2002), a melhoria contínua é uma metodologia dirigida através do monitoramento das medidas de desempenho combinada com uma perseguição cíclica de melhoria, conforme observado na figura 10.

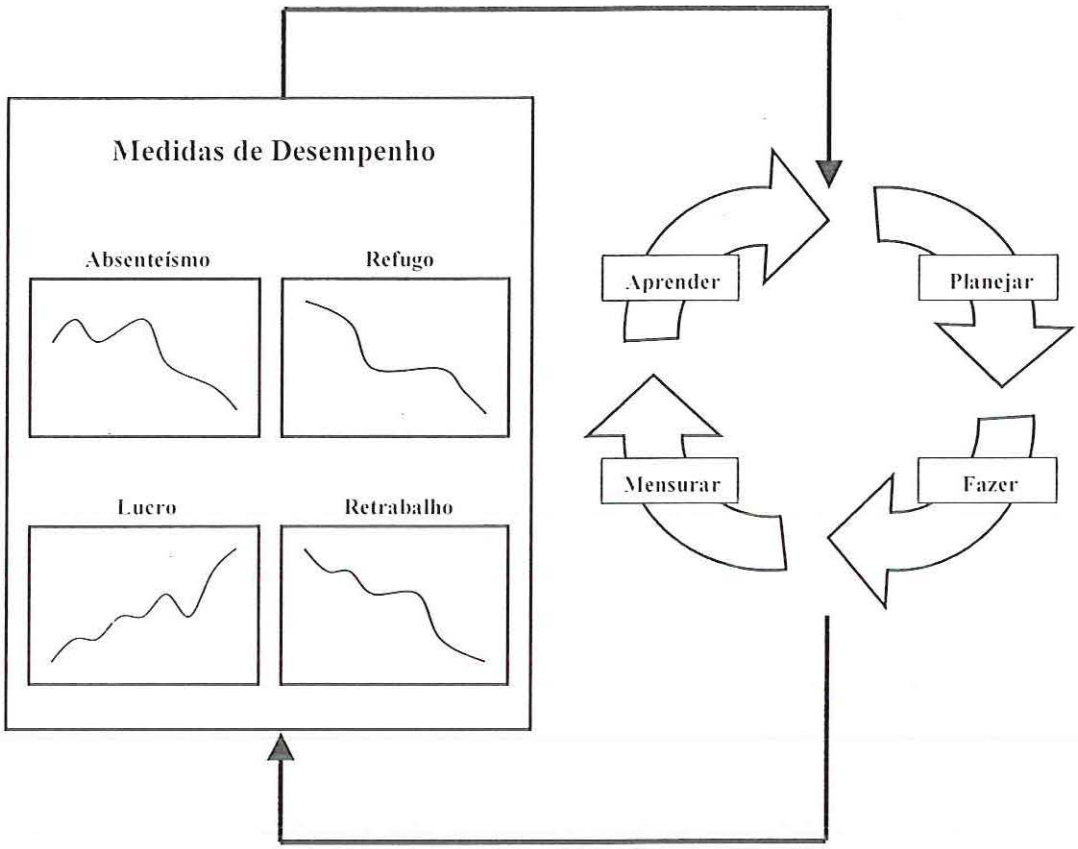


Figura 10: Ciclo da Melhoria Contínua (BOZZONE, 2002, p. 86).

O processo de melhoria contínua deve enfatizar a melhoria através de uma abordagem de baixo custo, baseada no esforço humano, moral, comunicação treinamento, trabalho em equipe e outros fatores que não necessitam de um alto investimento para acontecerem, possibilitando assim melhorar ao mesmo tempo a produtividade e a qualidade dos produtos fabricados, sem afetar os objetivos financeiros, uma vez que na sua grande maioria as soluções são de fácil implantação e representam baixo custo para a empresa.

2.3.3 MPT – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Um dos grandes problemas enfrentados pelas organizações sempre foi as paradas imprevistas por quebra de máquinas e equipamentos, problemas esses que são compensados pelas gerencias através de um alto índice de estoque e horas extras, tendo como resultado um acréscimo nos custos operacionais, representado pelo desperdício gerado através de maior espaço físico para armazenamento de materiais em processo e produtos acabados, mão de obra ociosa enquanto na realização da manutenção dos equipamentos parados, e outros.

Esse alto estoque acaba mascarando os verdadeiros problemas que a organização tem, entre eles as excessivas quebras de máquinas. Dentro da filosofia *Just-In-Time*, que é um dos pilares da Produção Enxuta, temos que abaixar esses estoques para que os problemas apareçam e sejam então tomadas às devidas ações corretivas. Através da figura 11, é apresentado como os estoques podem estar encobrindo esses problemas.

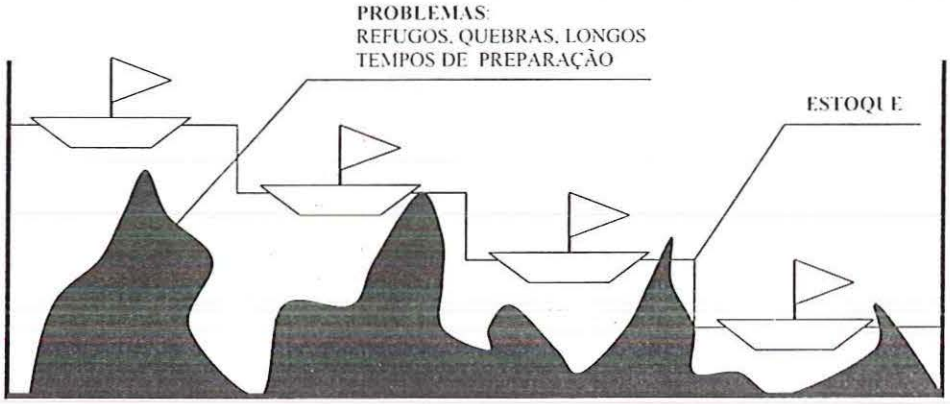


Figura 11: Redução dos estoques para expor os problemas do processo (Adaptado de CORRÊA e GIANESI, 1993, p. 58)

No sistema de produção enxuta esse alto índice de estoque é inaceitável, e para conseguir atender a demanda com um baixo volume de estoque sem sofrer conseqüências devido a quebras inesperadas de máquinas e equipamentos, é importante que seja previsto dentro do tempo de programação da produção um espaço para a checagem e manutenção desses equipamentos.

Esse espaço reservado para a manutenção deve ficar sob responsabilidade dos próprios trabalhadores responsáveis pela produção, que com base em informações contidas num *check list* verificam se o equipamento está realmente em condições de uso ou se é preciso ser feito algum tipo de reparo, dando se a essa tarefa o nome de Manutenção Produtiva Total (MPT).

Segundo Takahashi e Osada (1993), a MPT é uma atividade de manutenção que envolve o conjunto de todos os empregados da organização, abrangendo desde a alta administração até os operários da linha de produção, no sentido de voltarem sua atenção para todos os equipamentos da fábrica.

A MPT é uma evolução da Manutenção Preventiva, e segundo Nakajima* (1988 apud BLACK, 1998, p.180) teve os seguintes estágios:

1950s: Manutenção Preventiva – estabelecimento de funções de manutenção;

1960s: Manutenção Produtiva – reconhece a importância da confiabilidade, manutenção e rentabilidade econômica no projeto da fábrica;

1970s: Manutenção Produtiva Total – atingir a eficiência na manutenção produtiva através de um sistema compreensível baseado no respeito aos indivíduos e na participação total do empregado.

Para Black (1998), Mirshawka e Olmedo (1994) e Takahashi e Osada (1993), os cincos objetivos principais da MPT são:

1) Garantir a eficiência global dos equipamentos;
2) Estabelecer um sistema completo de manutenção produtiva, para todo o período de vida útil do equipamento;
3) Ter o apoio de todos os departamentos envolvidos no plano de elevação da capacidade instalada;
4) Envolver todas as pessoas da organização;
5) Incentivar os princípios de trabalho em equipe para consolidar ações de melhoria continua, participação nos círculos de qualidade e manter a motivação.

---

* NAKAJIMA, S. (1988). Introduction to TPM. Cambridge: Vozes apud BLACK, J.T. (1998). *O projeto da fábrica com futuro.* Porto Alegre: Arte Médica. p.180.

Através da MPT os operadores têm uma maior participação na preservação dos seus meios de trabalho, que são as máquinas e equipamentos, garantindo assim um volume de produção constante e com alto índice de qualidade, uma vez que além de evitar quebras, a MPT preveni também a produção de itens fora do padrão através da checagem dos dispositivos que travam as peças nas máquinas.

Quando um equipamento quebra, isso representa apenas o efeito de um problema, que se tivesse sido bem observado através dos sintomas que foram aparecendo, e tomada às devidas ações corretivas, evitaria qualquer parada inesperada do equipamento.

Para Mirshawka e Olmedo (1994), o que se espera da MPT é justamente atacar na causa raiz dos problemas, e que ficam na parte de baixo do *iceberg* da manutenção, conforme apresentado na figura 12.

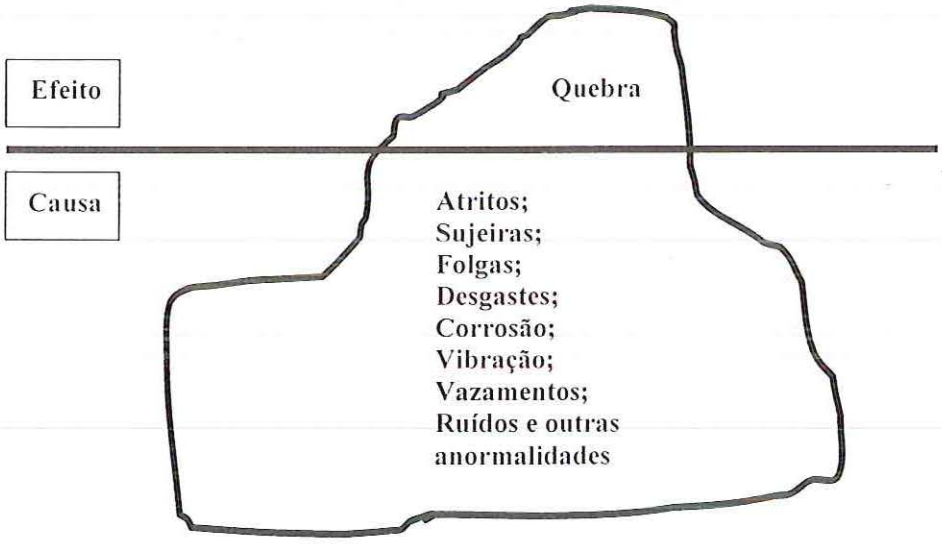


Figura 12: Problemas que a MPT vai estar atacando (MIRSHAWKA e OLMEDO, 1994, p.29)

Segundo Black (1998), para se desenvolver e implementar um programa de MPT dentro de uma organização é preciso seguir os doze passos traçados por Nakajima:

- Passo 1: Anunciar a decisão gerencial de introduzir MPT;
- Passo 2: Lançar uma campanha educacional;
- Passo 3: Criar organizações para promover MPT;
- Passo 4: Estabelecer as políticas e metas básicas da MPT;
- Passo 5: Formular um plano mestre para o desenvolvimento da MPT;
- Passo 6: Realizar o início da MPT;
- Passo 7: Melhorar a eficácia de cada parte do equipamento;
- Passo 8: Desenvolver um programa de manutenção autônomo;
- Passo 9: Desenvolver um programa de manutenção planejado para o departamento de manutenção;
- Passo 10: Conduzir treinamento para melhorar as habilidades de operação e manutenção;
- Passo 11: Desenvolver um programa inicial de gerenciamento do equipamento;
- Passo 12: Perfeita implementação da MPT e aumento dos níveis de MPT.

Através da MPT pretende-se aumentar a produtividade, melhorar a qualidade dos produtos fabricados, reduzir os custos operacionais entre outros, conforme podemos analisar através da Tabela 1.

TABELA 1 – Resultados obtidos através da implantação da MPT

Item	Taxa de melhoria
Produtividade	Aumento de 50 a 200 %
Qualidade	Diminuição de até 100% dos defeitos
Custos Operacionais	50 a 80%
Estoques (*WIP*)	Redução de até 90%
Moral	Aumento de até 500%

Fonte: Mirshawka e Olmedo (1994, p.6)

Como o Sistema de Produção Enxuta procura trabalhar com o menor estoque possível, podendo parar toda uma cadeia produtiva caso ocorra alguma paralisação muito prolongada em qualquer máquina dentro dessa cadeia, as atividades de MPT passam a ser de extrema importância para uma boa implementação desse sistema, pois ao mesmo tempo em que consegue a redução de quebra dos equipamentos através de freqüentes inspeções realizadas pelos operadores, também promove uma maior elevação da moral desses trabalhadores.

Para Mirshawka e Olmedo (1994), sem uma cultura voltada para o desenvolvimento do valor humano, que gere a satisfação pela própria empresa e na qual o empregado também possa projetar alguma expectativa positiva para a sua carreira, todo e qualquer programa motivacional para MPT será fadado ao insucesso.

2.3.4 LAYOUT CELULAR

Dentro do 'pensamento enxuto', o maior objetivo para o processamento de materiais dentro das organizações é que eles tenham um fluxo contínuo sempre que possível, evitando assim excesso de WIP, ou na sua impossibilidade, trabalhar com um sistema de supermercado para puxar a produção conforme a necessidade. Para se atender a esse pensamento, foi desenvolvido por Shingo na Toyota o *layout* celular, que na visão de Black (1998) tem como pontos básicos à divisão dos processos de fabricação em grupos de família de peças ou produtos, onde as peças movem-se pela célula uma por vez e com o controle de inventário sendo feito através do sistema de produção puxada (*kanban*). Seu formato de 'U', permiti que os trabalhadores realizem várias operações movendo-se de máquina para máquina sem perder muito tempo.

Segundo Parsaei e Mital (1992), o layout celular é a maior implementação da filosofia de produção, tendo como principio de trabalho a classificação de famílias de produtos que utilizam praticamente os mesmos processos de fabricação, substituindo assim o *layout* funcional.

Para Rother e Harris (2002), a célula é um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos de forma tal que exista uma grande proximidade entre os processos, possibilitando um processamento de ordem seqüencial e de forma a se ter um fluxo contínuo. As vantagens obtidas através do *layout* celular em função do *layout* funcional são inúmeras, mas que antes de serem relatadas é preciso conhecer as principais diferenças entre esses dois sistemas (Tabela 2).

Tabela 2: Comparação entre o *layout* celular e funcional

Fatores	*Layout* Celular	*Layout* Funcional
Estoque	Um problema, todo esforço deve ser feito para minimizar o estoque.	Um recurso. Ele protege contra erros de previsão, problemas de máquinas e atrasos nas entregas dos fornecedores. Quanto mais estoque mais segurança.
Tamanho dos Lotes	Manter a redução no tamanho dos lotes. A menor quantidade é desejada tanto para a fabricação quanto para peças a serem compradas.	É determinado através de formulas que calculam o melhor entre o custo dos estoques e o custo de setup.
Setups	Elimina-los sempre que possível, ou então reduzi-los a trocas extremamente rapidas, de forma a permitir a fabricação em pequenos lotes e grande variedade de produtos.	Baixa prioridade. O máximo de saída é a meta normal. Raramente tem ideias e esforços para atingir uma mudança rápida.
Fornecedores	Fornecedores são células afastadas, que fazem parte do time. São esperadas entregas diárias e múltiplas de todos os itens, com os fornecedores cuidando das necessidades dos clientes e o cliente tratando os fornecedores como uma extensão da fábrica.	Não respeita a posição dos fornecedores. A existência de múltiplos fornecedores é a regra principal.
Qualidade	Zero defeitos é o objetivo. Se a qualidade não é atingida, melhorias devem ser feitas. Progressos contínuos das pessoas e dos processos é a meta.	Uma porcentagem de refugo e defeitos é tolerável. Com base em levantamento histórico é prevista a quantidade de refugo, e planejado a quantidade extra a ser produzido para cobrir essas perdas.
Manutenção de Equipamentos	Constante e eficaz. Quebras de máquinas e falhas devem ser eliminadas.	Conforme requisitado. Não é critico porque há estoque a disposição.
Trabalhadores	O cliente interno. Mudanças não são feitas até que seja alcançado um consenso. O envolvimento do empregado é critico.	Gerenciado por ordens. Novos sistemas são instalados a despeito dos trabalhadores, não graças a eles. Medidas são usadas para determinar se os trabalhadores estão ou não trabalhando conforme o planejado.

Fonte: Black (1998, p.68)

Segundo Black (1998,) o *layout* funcional (*job shop*) é caracterizado por grandes variedades de componentes e máquinas de uso genérico, de forma que as máquinas são agrupadas por função (um local só para torno, outro só para fresadoras etc) e as peças são encaminhadas pela fábrica em pequenos lotes para as várias máquinas, conforme apresentado na figura 13.

Para Corrêa e Gianesi (1993), no *layout* funcional ou por processo, os fluxos de materiais são variáveis e os roteiros de produção são diversos, correspondendo a diferentes produtos, movimentação intensa de materiais e com os recursos agrupados por função (locais específicos para cada tipo de máquina).

Seguindo os princípios de perdas identificadas por Ohno dentro do Sistema Toyota de Produção, é percebido facilmente o quanto é gasto com movimentação de material, inventário e espaço físico dentro do arranjo funcional, com um excessivo uso

de empilhadeiras e carrinhos manuais para transportar e estocar o grande volume de materiais em processo e produtos acabados.

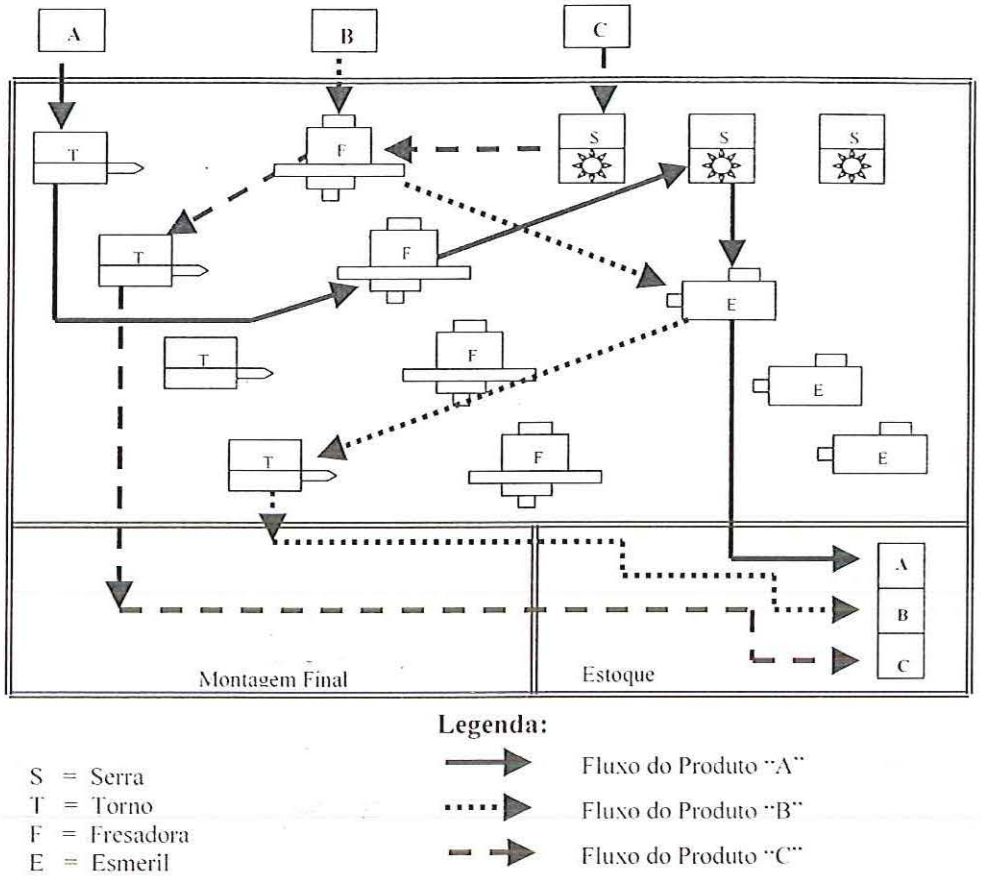


Figura 13: Modelo de arranjo funcional.

Conforme apresenta Black (1998), uma das principais preocupações no *layout* funcional é identificar as restrições no sistema e trabalhar para eliminá-las, permitindo filas de materiais em processo, podendo assim evitar paradas quando houver algum problema de abastecimento da operação.

De acordo com Corrêa e Gianesi (1993), devido as grandes distâncias a movimentar e o processamento de vários produtos diferentes pelo mesmo equipamento dentro do *layout* funcional, é necessário à produção em lotes, gerando filas, maior estoque em processo e maior *lead time* de produção.

Um dos pontos mais importantes no processo de transformação de um *layout* funcional em celular é a definição das famílias de produtos a serem processados, onde as similaridades no projeto e na fabricação entre as peças agrupadas em uma mesma célula de manufatura permite redução do tempo de *setup*, utilização de ferramental padronizado e a redução dos tempos de deslocamento das peças.

Segundo Parsaei e Mital (1992), na implantação do *layout* celular são normalmente encontrados dois problemas complexos:

1) a identificação das máquinas que formarão a célula e suas famílias;
2) o quanto será economizado com as alterações de melhoria.

Para Black (1998), na reestruturação do sistema funcional em um sistema celular, é preciso desenvolver uma técnica conhecida por Tecnologia de Grupo (TG), que é o agrupamento de peças componentes de projeto em processos que tenham a mesma similaridade ou seqüência de processamento, formando assim uma determinada família de produto, sendo que a determinação das famílias de peças é uma das primeiras atividades a ser desenvolvida para transformar o sistema funcional em celular.

Segundo Corrêa e Gianesi (1993), na formação de células é necessário à existência de equipamentos dedicados ao processamento de determinada família de produto, dispostos segundo o roteiro de fabricação característico dessa família, mas não esquecendo que as células para serem economicamente viáveis em longo prazo devem ser:

- flexível em relação ao *mix* de capacidade;
- suficientemente grande para que a ausência de um trabalhador não interrompa sua operação;
- suficientemente pequena para que os operadores se identifiquem com a célula na qual trabalham e conheçam bem seus produtos e equipamentos.

Os benefícios esperados com a implantação do *layout* celular são muitos, podendo ser desde benefícios da ordem operacional e financeira como na satisfação social que ocasiona aos trabalhadores.

Para Parsaei e Mital (1992), esses benefícios podem ser exemplificados através de:

- **Redução do tempo de fabricação**, alcançado em função da aproximação física entre as máquinas dentro do *layout* celular, com as distâncias a serem percorridas pelas peças em processo serem bem menor do que no sistema funcional;
- **Redução no tempo de fila**, que é o tempo de que um grupo de peças espera para poder ser processado em determinada máquina ou de espera pelo transporte para ser levada ao próximo processo. No *layout* celular esse tempo é menor em função da melhor programação de utilização dos grupos de peças e das máquinas, bem como a existência um número menor das partes envolvidas em cada família de produto que está em processo;
- **Redução no custo do estoque em processo**, que é determinado pelo tempo que esse produto é mantido no chão de fábrica antes de se tornar um produto acabado, levando se em conta três parâmetros: o valor da matéria prima, o valor de cada processamento e o tempo total de processamento. Como no *layout* celular o WIP é menor em função da redução do tempo de fila, os custos também se tornam menores;
- **Maior satisfação no trabalho**, é o maior benefício social proporcionado no projeto de fabricação celular, que é alcançado através da satisfação dos trabalhadores pelo fato de terem um envolvimento completo na fabricação de determinado produto, diferente do que acontece no processo funcional onde as tarefas são realizadas em operações separadas.

Nesse processo de reestruturação da organização física dos equipamentos, as células de manufatura passam a operar como se fossem sub-fábricas dentro da própria fábrica, entendendo-se que cada processo posterior é um cliente, devendo então ser respeitado os prazos de entrega e qualidade predeterminados.

Conforme observado através da figura 14, é preciso que os trabalhadores sejam multifuncionais, com capacidade de se adaptarem rapidamente aos novos processos produtivos e serem aptos para operarem mais de uma máquina, pois quando o volume de produção é baixo, um único operador trabalha em todas as máquinas da

célula, e conforme vai aumentando a demanda, um novo balanceamento é feito colocando se mais trabalhadores para estarem operando as máquinas dentro da célula.

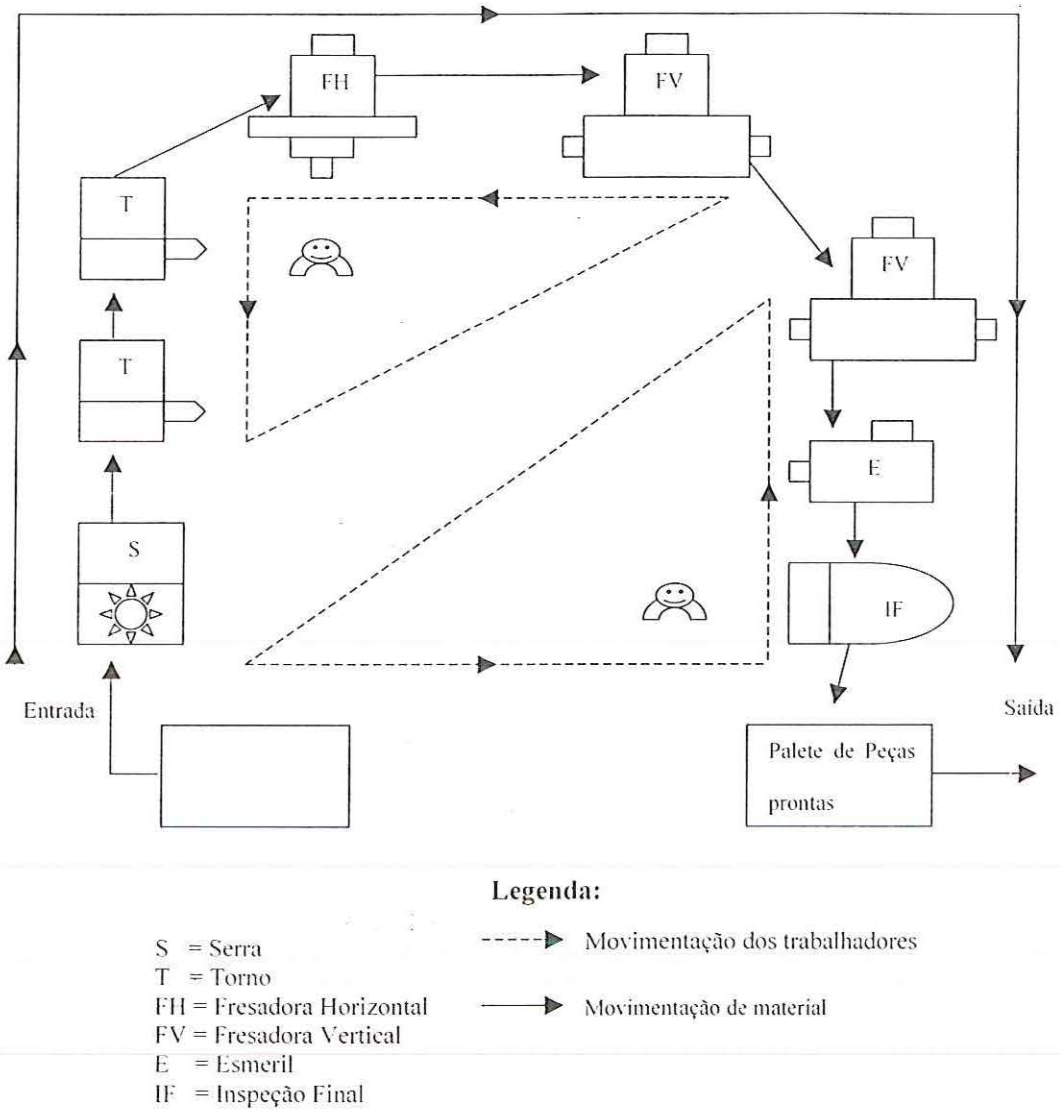


Figura 14: Modelo de *layout* celular

Segundo Black (1998), uma das principais características das células de produção são a sua flexibilidade, que podem ser caracterizadas em:

- Flexibilidade na mudança de projeto do produto, refletindo na capacidade da companhia colocar rapidamente novos produtos no mercado;

- Flexibilidade na mudança do *MIX* de produção, que é decorrente em função da demanda do cliente pelo produto.

Já para Parsaei e Mital (1992), uma das principais características do sistema celular é a maior satisfação por parte do trabalhador da célula, que se sente mais envolvido com o processo produtivo.

Conforme Lima e Lobo (2002), o mais importante do *layout* celular é que além de possibilitar o fluxo contínuo, ele permite também a redução de custos, uma vez que com a proximidade das máquinas e com a utilização dos conceitos de autonomação é possível que um único operador trabalhe em mais de um equipamento.

Muitos são os ganhos proporcionados com a implantação do *layout* celular, que vão desde um melhor cumprimento dos prazos de entregas, proporcionando redução de multas contratuais por atraso de entregas até melhoria de qualidade dos produtos acabados, proporcionando assim uma melhor imagem da empresa diante do mercado.

Internamente, os benefícios ocasionados pela implantação do sistema de fabricação celular estão relacionados a: redução do Tempo de processamento, redução de material em processamento, redução de espaço físico, aumento da utilização de equipamentos entre outros, e que são apresentados por Parsaei e Mital (1992), com base nos estudos de realizados por Wemmerlov e Hyer em 1989, conforme observado através dos dados da Tabela 3.

TABELA 3: Benefícios de uma célula de manufatura

Tipo de benefícios	Porcentagem de melhoria		
	Média	Min.	Max.
Redução do tempo de processamento	45.6	5.0	90.0
Redução do WIP	41.4	8.0	80.0
Redução na manipulação de matériais	39.3	10.0	83.0
Melhoria na satisfação do trabalho	34.4	15.0	50.0
Redução no número de instalações	33.1	10.0	85.0
Redução do tempo de setup	32.0	2.0	95.0
Redução do espaço	31.0	1.0	85.0
Melhoria da qualidade	29.6	5.0	90.0
Redução do inventário de prod.acabados	29.2	10.0	75.0
Redução no custo de trabalho	26.2	5.0	75.0
Aumento na utilização dos equipamentos	23.3	10.0	40.0

Fonte: Parsaei e Mital (1992)

Para Corrêa e Gianesi (1993) e Black (1998), quando é utilizado o *layout* celular, a fábrica transforma praticamente todas as seções em pequenas linhas de produção, produzindo continuamente e integradas entre si através de um estoque de ligação controlado por um sistema *kanban*, figura 15.

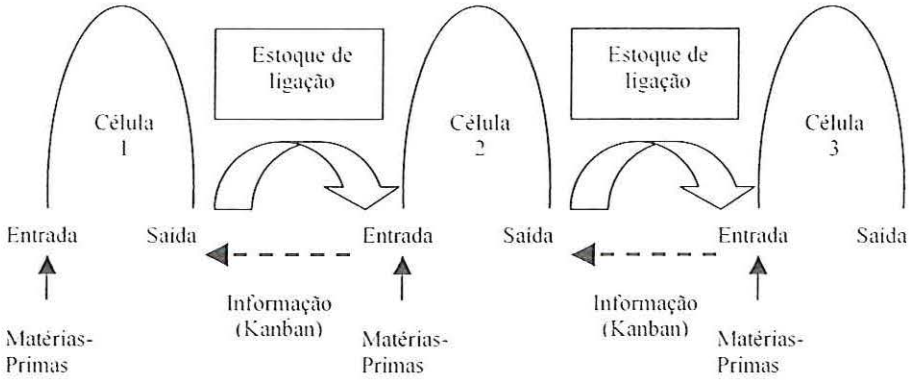


Figura 15: Sistema de interligação entre células de manufatura (BLACK, 1998, p.107)

Esse estoque de ligação existente entre as células pode ser minimizado através da prática da Manutenção Produtiva Total (MPT) e do aperfeiçoamento do sistema de troca de ferramentas.

Com a substituição do *layout* funcional pelo celular é possível reduzir os custos operacionais e eliminar desperdícios no processo produtivo, tornando a empresa mais enxuta e competitiva diante da necessidade de atender as expectativas dos clientes.

2.3.5 PRODUÇÃO BALANCEADA E BALANCEAMENTO DA CÉLULA

Uma das vantagens do *layout* celular se dá pela flexibilidade que ele tem em acompanhar a demanda solicitada através do aumento ou diminuição da mão-de-obra trabalhando dentro da célula, sendo esse ajuste de produção conforme a demanda e o *mix* desejado chamado de Produção Balanceada, onde o volume de produção acompanha o *takt time*.

Segundo Imai (1996), Rother e Harris (2002) e Rother e Shook (1999), *takt time* é o tempo total de produção dividido pela demanda do mercado, sendo um valor teórico que informa o tempo necessário para fabricar um produto a cada processo, e se esse tempo não for respeitado estaremos gerando gastos desnecessários ao sistema produtivo. A fórmula para se calcular o *takt time* é:

$$\textit{Takt Time} = \frac{\textbf{tempo de trabalho disponível por turno}}{\textbf{Demanda do cliente por turno}}$$

Lima e Lobo (2002) lembram ainda que um equipamento capaz de produzir um lote de 100 peças em uma hora (teoricamente uma peça a cada 36 segundos) não consegue atender a necessidade de um tempo de *takt* de uma célula de produção que precisa produzir uma peça a cada 55 segundos, inviabilizando dessa forma o fluxo contínuo de produção e criando um estoque de peças prontas.

Para um correto balanceamento da célula, além do *takt time* é preciso ter também um conhecimento sobre tempo de ciclo e *lead time*, que são conceitos fundamentais para se alocar ou retirar mão de obra dentro de uma célula.

Segundo Imai (1996) e Rother e Harris (2002), tempo de ciclo é a freqüência com que uma peça acabada sai do seu processo de fabricação, conforme é apresentado na figura 16.

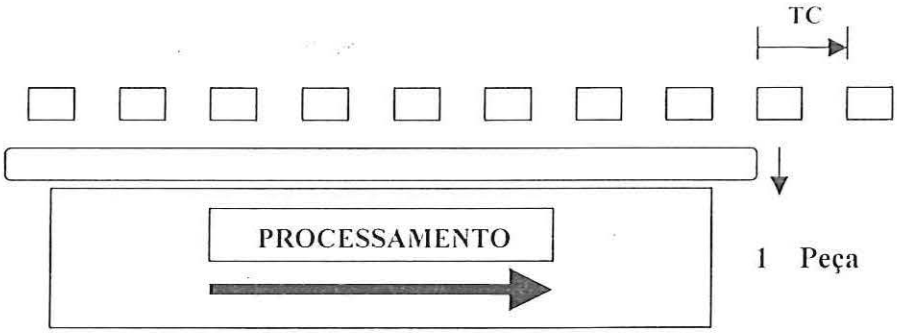


Figura 16: Representação de um tempo de ciclo

Para Rother e Harris (2002), o *lead time* é o tempo total que uma peça leva para mover se ao longo de todo um processo, do começo ao fim, conforme apresentado na figura 17.

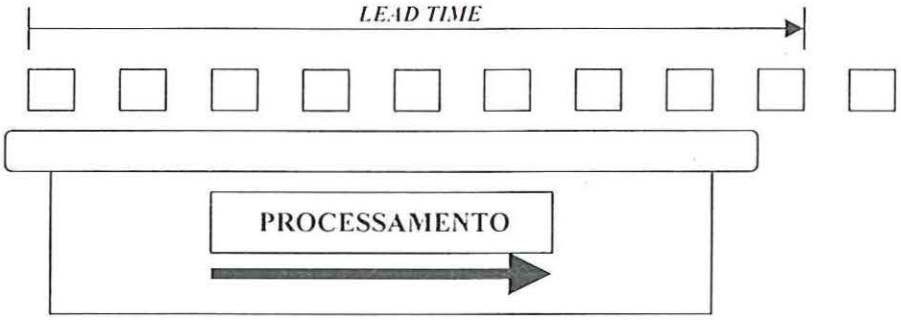


Figura 17: Representação do *Lead Time*

Dentro do pensamento da produção enxuta, o tempo de ciclo deve ser o mais próximo possível do tempo de *takt*, pois do contrario estaremos gerando algum tipo de desperdício, seja ele relativo ao excesso de produção (tempo de ciclo menor que o *takt time*) ou atraso na entrega (tempo de ciclo maior que o *takt time*), e é com esse objetivo que a célula precisa ser balanceada constantemente conforme as alterações da demanda.

Segundo Black (1998), os passos para se balancear uma célula são:

1) Balancear a taxa de produção com a taxa de consumo;
2) Ajustar a quantidade de mão-de-obra e os tempos de ciclo a cada célula ou estação até que os tempos se igualem o máximo possível do *takt time*.

Para se calcular o número necessário de trabalhadores dentro de uma célula de produção segundo Rother e Harris (2002), é preciso saber o conteúdo total de trabalho e o *takt time*, e então aplicar a formula:

$$\text{NÚMERO DE OPERADORES} = \frac{\text{CONTEÚDO TOTAL DE TRABALHO}}{\textit{TAKT TIME}}$$

Onde o conteúdo total de trabalho é a somatória de todos os tempos de operações que são gastos para se produzir determinada peça.

Através desses cálculos, podemos chegar a um número com casas decimais, e sendo óbvio que não podemos trabalhar com partes decimais de um operador, Rother e Harris (2002) aconselham seguir os valores determinados pela Tabela 4 para se chegar ao correto número de trabalhadores atuando dentro de uma célula.

TABELA 4: Orientação para determinar o número de operadores

Sobra a partir do cálculo do número de operadores	Orientação/Meta
< 0.3	Não adicione um operador extra. Aproveitar para praticar um *kaizen* e reduzir o desperdício e trabalhos não relevantes.
0.3 ~ 0.5	Ainda não adicionar um operador extra. Após duas semanas de operação da célula e do *kaizen*, avaliar cuidadosamente se os trabalhos não relevantes e desperdícios não podem ser eliminados.
> 0.5	Adicione um operador extra se necessário e mantenha a redução dos desperdícios e trabalhos não relevantes para eventualmente não ser necessário a presença desse operador na célula.

Fonte: Rother e Harris (2002, p.52)

Através da figura 18, é ilustrado um caso típico de balanceamento, mostrando a situação atual com os diferentes tempos de operação e a forma ideal de balanceamento, onde os tempos de operação ficam próximos ao tempo de ciclo necessário, e o balanceamento errado, com base na divisão igual das tarefas:

Através desse exemplo podemos aplicar os conceitos de Rother e Harris (2002) e fazer com que todas as pessoas envolvidas nesse trabalho realizem uma atividade de *kaizen*, com o objetivo de identificar alguma tarefa desnecessária e elimina-la do processo, desfazendo assim a necessidade de se ter '0,2 operador' participando do processo produtivo.

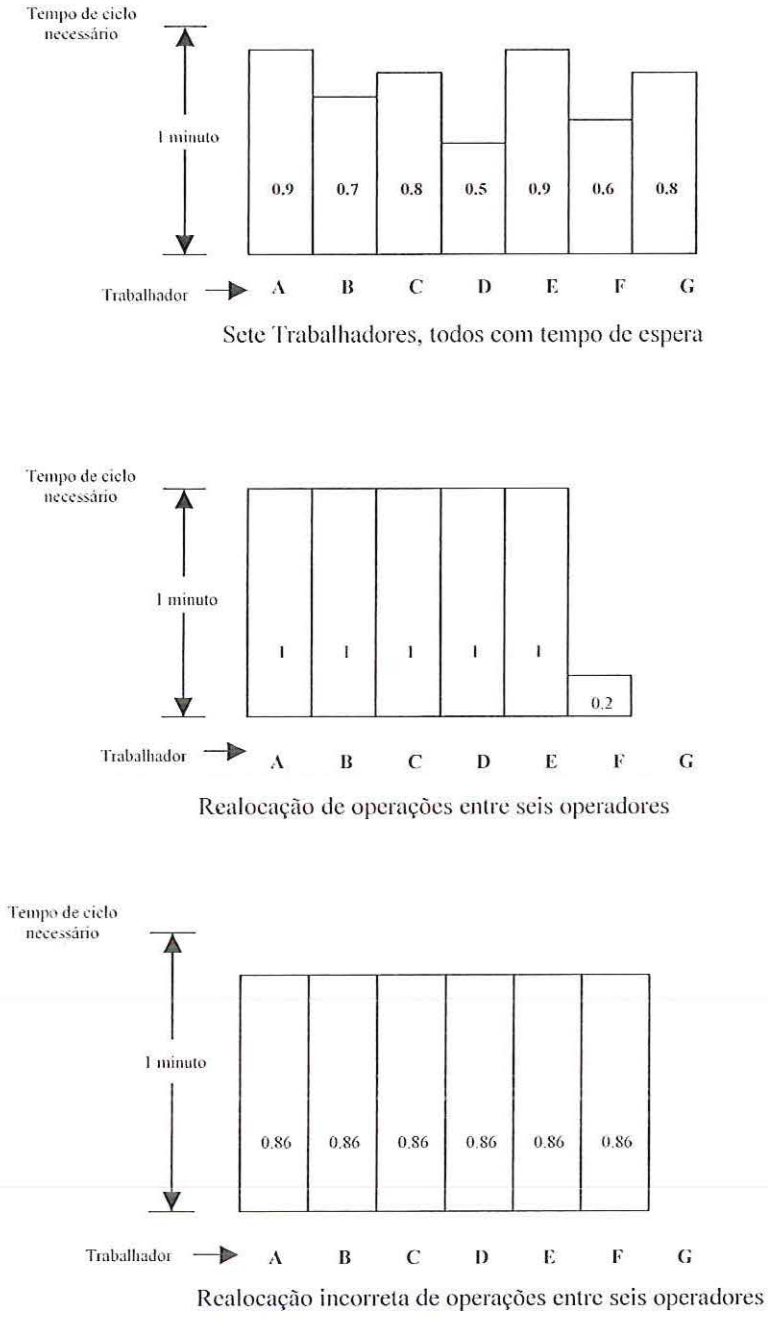
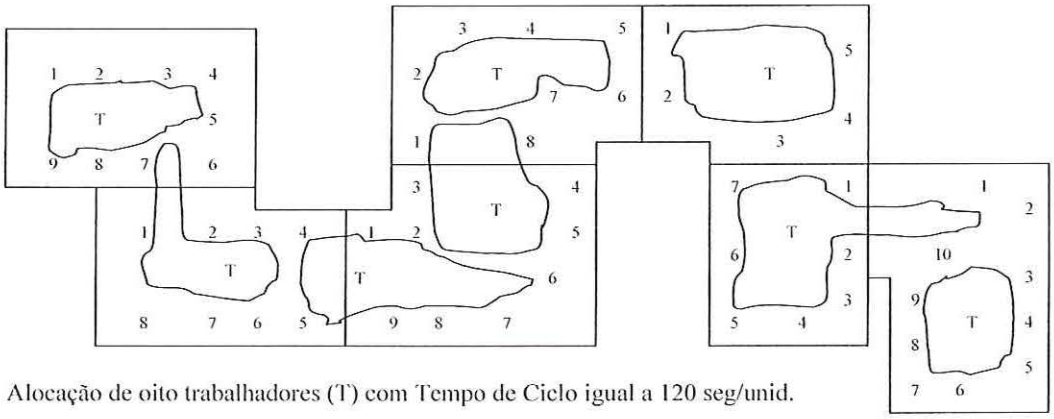


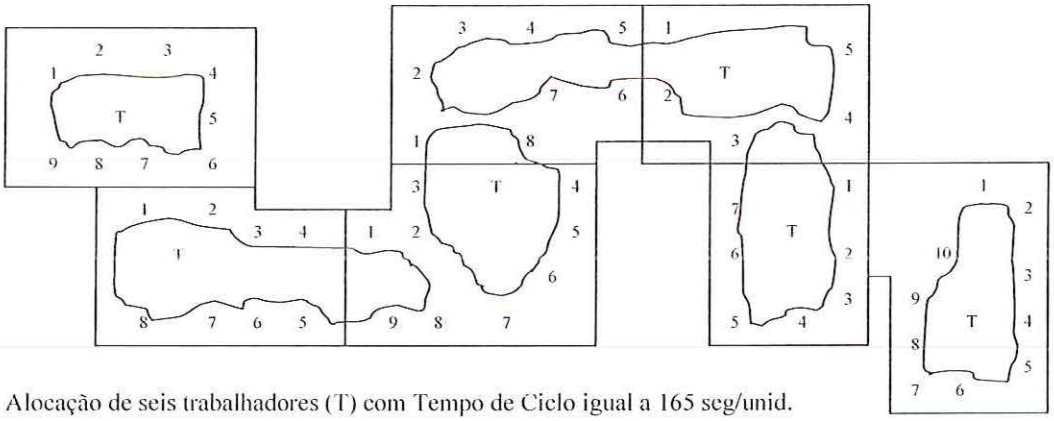
Figura 18: Organização dos trabalhadores em células de produção, Monden* (1993 apud BLACK, 1998, p.189)

* MONDEN, Y. (1983). Toyota Production System. Norcross: Vozes apud BLACK, J.T. (1998). *O projeto da fábrica com futuro.* Porto Alegre: Arte Médica. p.180.

Na figura 19, Black (1998) mostra como os trabalhadores podem ser alocados em uma determinada atividade produtiva (atuando em mais de uma célula), onde podemos perceber a diferença entre duas situações distintas: uma com maior demanda e conseqüentemente maior número de trabalhadores, e a outra onde em função da queda da demanda um número menor de trabalhadores passa a abranger uma quantidade maior de atividades entre essas células.



Alocação de oito trabalhadores (T) com Tempo de Ciclo igual a 120 seg/unid.



Alocação de seis trabalhadores (T) com Tempo de Ciclo igual a 165 seg/unid.

Figura 19: Alocação do número de Trabalhadores conforme a demanda (BLACK, 1998, p.105)

Enquanto o balanceamento da célula diz respeito ao número de trabalhadores atuando no processo produtivo em função do volume, a produção balanceada procura atender também o *mix* solicitado. Segundo Rother e Shook (1999), nivelar o *mix* de produção significa distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante o tempo disponível, sendo que quanto mais nivelado for o *mix* no processo puxador,

mais apta à empresa estará em responder às diferentes solicitações dos clientes com um pequeno *lead time* e com um baixo estoque de produtos acabados.

Nivelar o *mix* de produção contrapõe-se ao pensamento tradicional de produzir grandes quantidades de apenas um determinado produto para evitar perdas com *setup*, mas em contra partida, a produção em grandes lotes obriga a empresa a ter um estoque maior de produtos acabados para atender a um pedido do cliente que seja diferente do lote em processamento.

Para nivelar o *mix* e o volume de produção sem perder a noção do *takt time*, Rother e Shook (1999) recomendam a utilização de um quadro nivelador de carga (*heijunka box*), onde os cartões *kanban* são colocados nesse quadro em seqüência ao *mix* desejado por tipo de produto(figura 20).

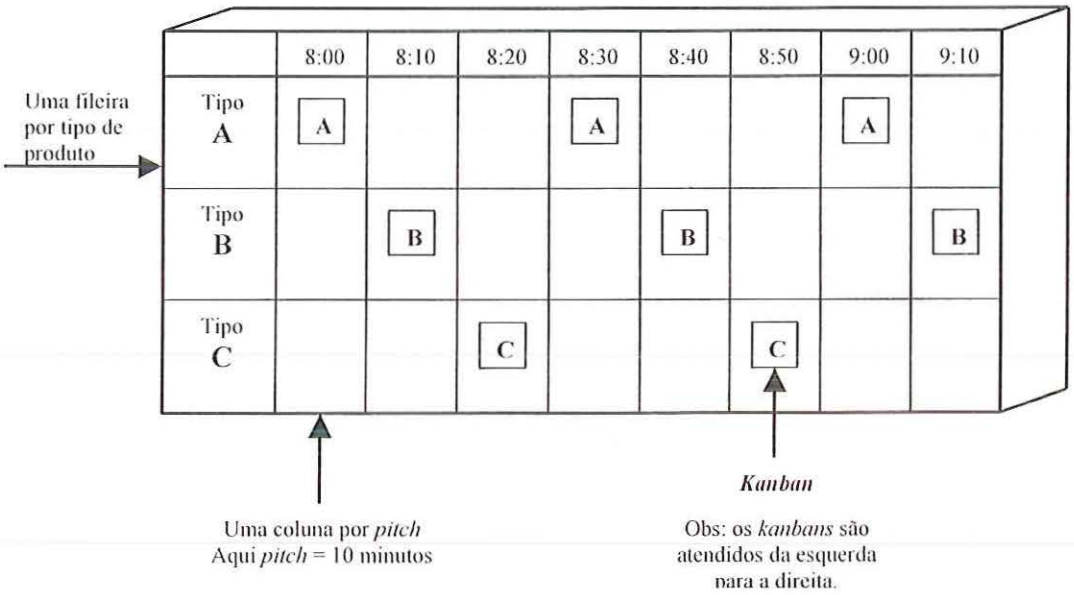


Figura 20: Quadro nivelador de carga (ROTHER e SHOOK, 1999, p. 52).

Na utilização do quadro nivelador de carga é preciso levar em consideração o *pitch* (quantidade de peças a serem transportadas/liberadas vezes o *takt time* por peça. Ex: para um *takt time* de 15 segundos e uma quantidade de peças a serem transportadas/liberadas de 40, o *pitch* é igual a 10 minutos).

Conforme observado, com a utilização do quadro nivelador de carga, o cartão *kanban* não indica apenas a quantidade a ser produzida, mas também o tempo necessário para se produzir essa quantidade.

Para se atingir esse nível de balanceamento exigido dentro do sistema de Produção Enxuta, é necessária a utilização de mão-de-obra flexível (com trabalhadores multifuncionais), se contrapondo à abordagem tradicional de que as tarefas dos trabalhadores devem ser fixas.

Segundo Corrêa e Gianesi (1993), utilizando-se trabalhadores multifuncionais, a linha de produção pode ser rebalanceada com mais facilidade, pois os trabalhadores podem ser deslocados para os pontos de maior carga de trabalho, sem que seja necessário um novo tempo de aprendizado para se atingir um aproveitamento ótimo da tarefa realizada.

Para Black (1998) ter trabalhadores multifuncionais significa que eles podem operar mais de um tipo de processo ou versões múltiplas do mesmo processo, estarem aptos a realizarem inspeção e manutenção do equipamento, além de serem capazes de diminuir os tempos de *setup,* ponto primordial para trabalhar com uma produção balanceada.

Muito mais do que simplesmente atender a demanda e reduzir custos operacionais, a flexibilidade de se ter trabalhadores multifuncionais proporciona um ambiente de trabalho mais saudável, uma vez que os trabalhadores deixam de exercer tarefas meramente repetitivas para abrangerem um número maior de atividades, permitindo a eles usarem de seu conhecimento sobre o local de trabalho para buscarem novas alternativas de melhoria dentro do processo produtivo.

2.3.6 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA

Com o objetivo de reduzir e simplificar as operações de *setup* (tempo entre a saída da última peça boa de um lote até a saída da primeira peça boa do próximo lote) dentro do processo de fabricação da Toyota, Shingo propôs uma metodologia chamada de *Single-Minute Exchange of Die* (SMED), e que segundo Fogliatto e Fagundes (2003), pode ser livremente traduzido por Troca Rápida de Ferramenta (TRF), onde os tempos são inferiores a 10 minutos.

Para Coriat (1994), o sistema de TRF se fez uma exigência absoluta dentro do Sistema Toyota de Produção, que tinha como grande desafio produzir acompanhando

toda a variação da demanda, não sendo mais possível ter a produção parada durante horas (ou até dias) para trocar as matrizes das ferramentas necessárias para se produzir à quantidade demandada.

Com a TRF é possível reduzir e simplificar o *setup*, eliminando a geração de sucata e retrabalho, e reduzindo o tempo de inspeção, contribuindo indiretamente na redução da frustração dos operadores, que devem ser envolvidos e treinados na metodologia de redução de *setup* (BLACK, 1998 e FOGLIATTO e FAGUNDES, 2003).

A aplicação do conceito de TRF é extremamente essencial para os objetivos estratégicos das organizações, contribuindo com a redução do *lead time* e dos níveis de estoque em processo, possibilitando assim a produção JIT. Segundo Shingo (1996) as etapas conceituais para uma TRF são:

1) Separar *Setup* Interno (que só pode ocorrer com a máquina parada) de *Setup* Externo (que pode ser executado com a máquina em operação);
2) Transformar *Setup* Interno em Externo;
3) Melhorar implacavelmente cada operação do *Setup* Interno e do Externo.

Para Black (1998, p.131), as atividades típicas de um *setup* são: "trocar as ferramentas da máquina ou equipamento, produzir algumas peças, inspecionar estas peças, ajustar a máquina, fabricar outra amostra, medir, ajustar e assim por diante, até que peças de qualidade aceitável sejam produzidas", podendo essas atividades gerar refugo e retrabalho, sendo excelentes pontos a serem melhorados através do sistema de TRF, conforme podemos perceber na figura 21.

Shingo (1996) aborda algumas ações de melhoria que podem ser feitas para se reduzir o tempo de *setup*:

1) **Uso de gabaritos intermediários**, que ajuda a reduzir o tempo de *setup* interno, uma vez que através desse principio, enquanto um gabarito está sendo usado na peça em processo, outro é utilizado para preparar a próxima peça;
2) **Operações paralelas**, é a utilização do trabalho conjunto entre dois operadores em processos que são utilizadas grandes máquinas, no sentido

de evitar grandes perdas na movimentação do operador em torno da máquina;

3) **Dispositivos funcionais de fixação,** são dispositivos capazes de fixar ferramentas e gabaritos num único movimento;

4) **Eliminação de ajustes,** os ajustes são responsáveis por 50% do tempo total de *setup* (conforme podemos perceber através dos dados da Tabela 5), e devem portanto ser eliminados, e não apenas reduzidos.

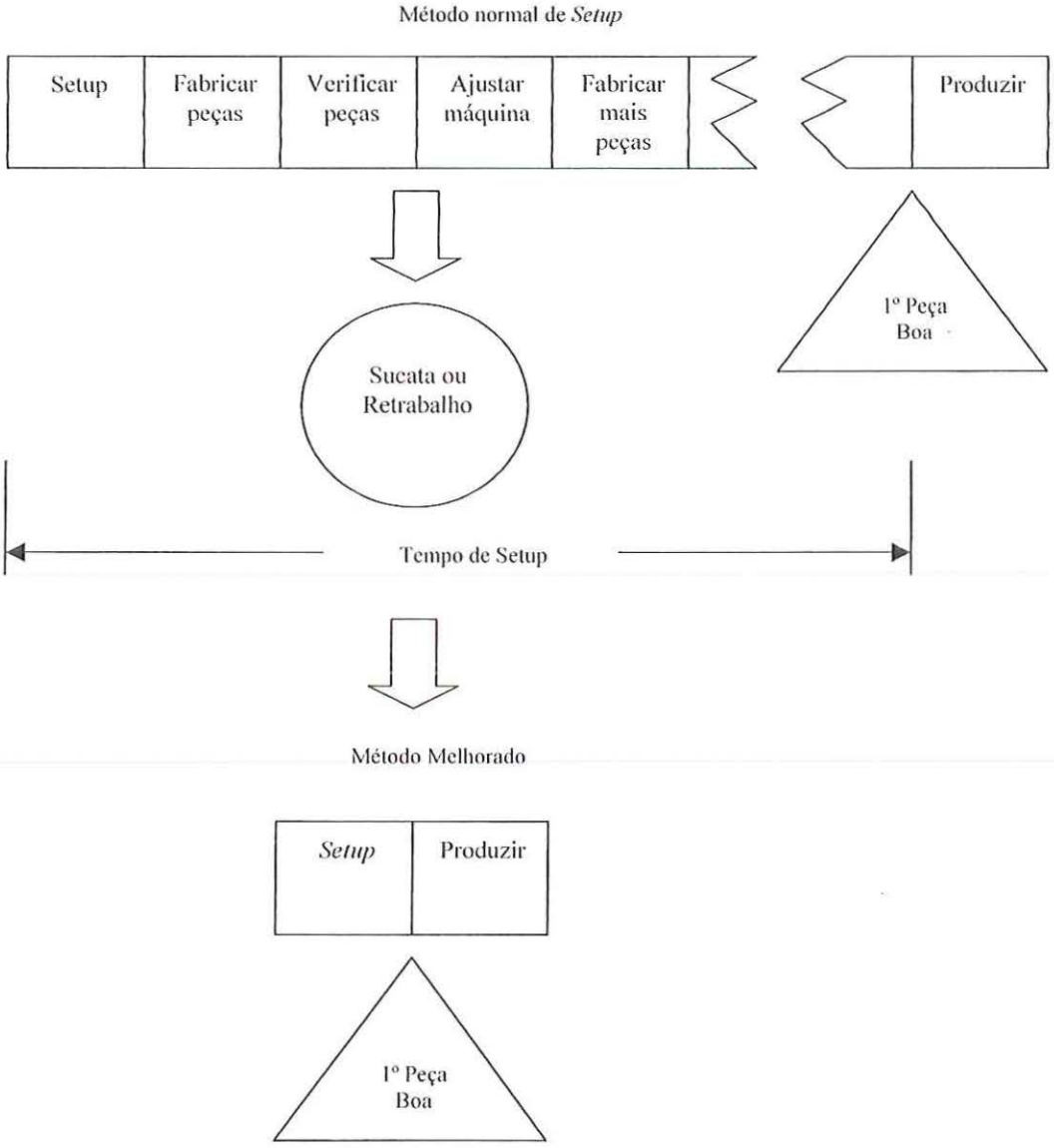


Figura 21: Melhoria do *setup* através da redução de atividades desnecessárias (BLACK, 1998, p.131)

TABELA 5: Porcentagem de perdas no processo de *setup*

Atividade	Proporção do tempo (%)
1. Preparação da peça, ferramenta de corte, matrizes, instrumentos de medição, limpeza, verificação etc.	30%
2. Fixação e remoção de ferramenta de corte	5%
3. Centragem, verificação das dimensões, regulagem das condições de processamento	15%
4. Usinagem de prova, ajuste	50%

Fonte: Shingo, (1996, p. 311)

Através das informações levantadas, percebemos que a redução do *setup* proporciona grandes benefícios para uma organização que está implantando o Sistema de Produção Enxuta, como: a possibilidade de trabalhar em lotes pequenos, ter flexibilidade para atender as variações de demanda, redução de estoque e refugos entre outros.

Segundo Ohno (1988), ensinar os trabalhadores sobre a redução de lotes e tempos de *setup* através de repetitivos treinamentos *on-the-job*, levou a Toyota nos anos 50 a reduzir seus tempos de *setup* para menos de uma hora, e às vezes até para menos de quinze minutos, mostrando um total comprometimento dos trabalhadores com as necessidades de mudanças que a empresa estava atravessando.

Conforme Shingo (1996), o método JIT, que é um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, não teria sido desenvolvido, se o sistema TRF não existisse.

2.3.7 KANBAN

O *kanban* é um termo japonês que significa cartão, sendo usado na Toyota como uma ferramenta gerencial de controle da produção que foi desenvolvida com base nos princípios de reposição dos supermercados norte-americanos, e que tem como objetivo minimizar os estoques.

O *kanban* trabalha de forma inversa ao sistema tradicional de produção (onde cada setor recebe sua ordem de produção e 'empurra' os itens fabricados para o processo seguinte, sendo assim chamado de produção empurrada), pois através de um controle visual conseguido através do uso do Cartão *kanban*, um processo só começa a

fabricação de um determinado item quando recebe um sinal de que esses itens já foram consumidos, determinando então a produção puxada.

De acordo com Moura (1992), o *kanban* é um dos elementos essenciais para a implantação do sistema JIT, que é um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, uma vez que reduz o tempo de espera, diminui os estoques, melhora a produtividade e interliga todas as operações em um fluxo uniforme e ininterrupto.

O *kanban* acaba sendo uma forma simples de controlar a produção, assegurando a existência de materiais suficientes para dar continuidade no processo produtivo, garantindo que apenas as peças necessárias no processo seguinte serão fabricadas.

Segundo Corrêa e Gianesi (1993) e Moura (1992), o sistema *kanban* mais difundido é o de dois cartões, sendo um denominado de *kanban* de produção (que é responsável por disparar a produção de um pequeno lote) e o outro de *kanban* de transporte (que autoriza a movimentação do material pela fábrica), onde cada um deles tem suas próprias informações contidas nos cartões (figura 22).

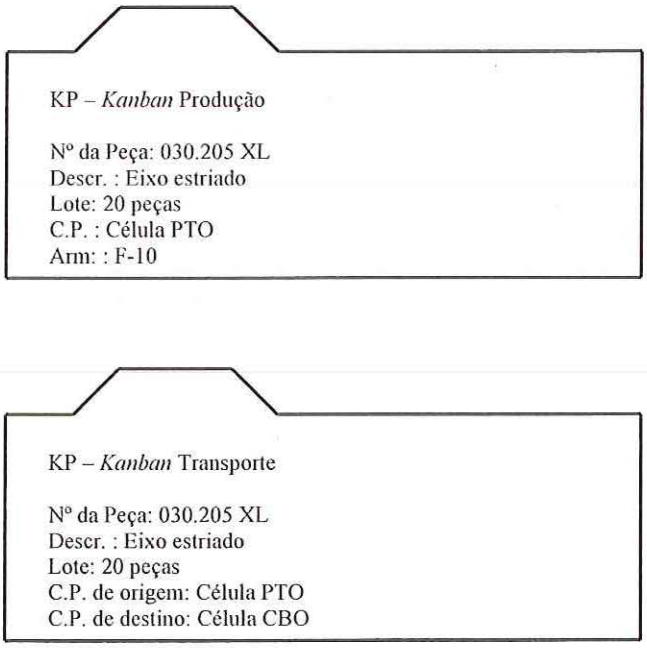


Figura 22: Modelo de *kanban* de Produção e Transporte (CORRÊA E GIANESI, 1993, p.91)

Para Ribeiro (1986), o cartão *kanban* é responsável pela comunicação e funcionamento de todo o sistema de produção, não existindo um modelo padronizado de

cartão, mas que deve no mínimo ter as informações necessárias para a perfeita operação conforme as características de cada empresa, estando de uma forma geral relacionada a:

- Nome e código da peça;
- Nome e localização das seções de origem e destino;
- Localização da área de estocagem (supermercado);
- Quantidade representada no cartão e total do lote de produção;
- Número seqüencial do cartão e número total de cartões do item em questão;
- Tipo de container;
- Tempo total de processo e tempo por operação.

Os fluxos do cartão de produção e do cartão de transporte podem ser melhor compreendidos através da figura 23, onde é representada a interligação entre dois centros produtivos.

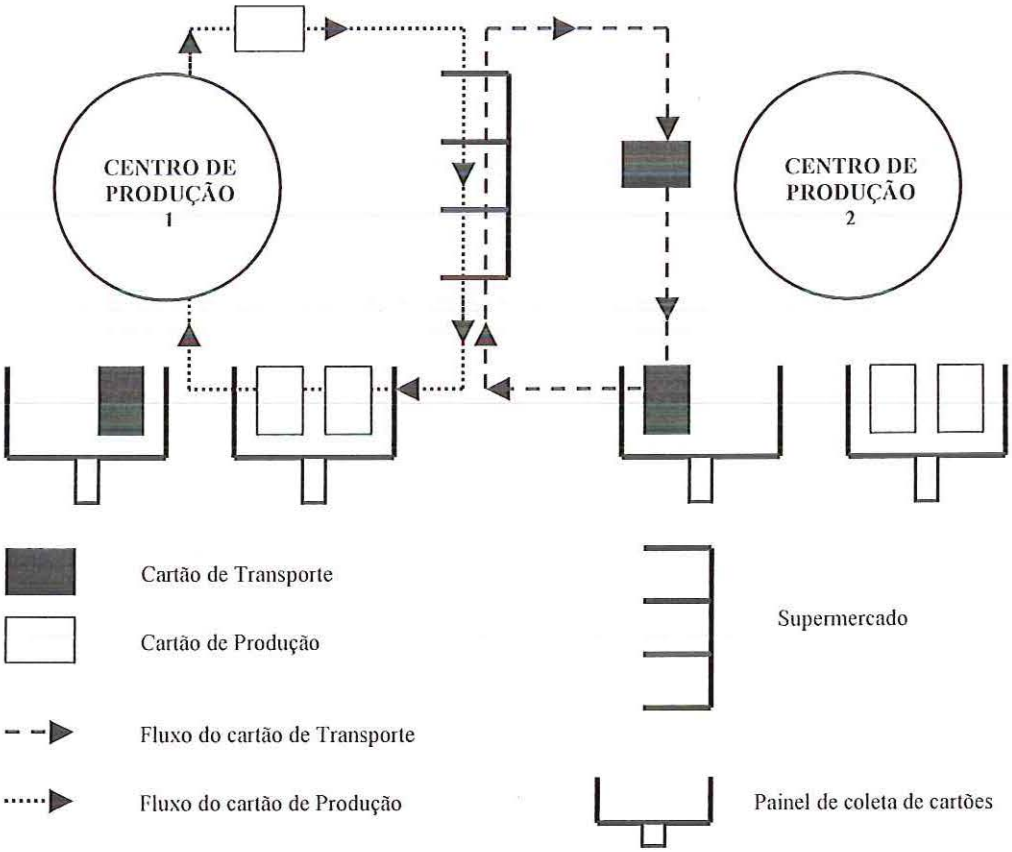


Figura 23: Funcionamento do sistema *kanban*

Rother e Shook (1999) recomendam que antes de se partir para a implantação de um sistema puxado por supermercado é preciso ter certeza de que realmente não é mais possível de se trabalhar com um fluxo contínuo.

Muitas são as fórmulas para se calcular o número de cartões *kanban,* levando em consideração fatores como a demanda, margem de segurança e outros, mas existe uma fórmula bem simples que é dividida em apenas dois passos (FELD, 2001):

1º Passo:

Quantidade no supermercado = (taxa de produção estabelecida no período x *Lead Time* de reposição) / Tempo disponível no período

2º Passo:

Número de cartões *kanban* = Quantidade no supermercado / Tamanho do container

Através dessa fórmula, tanto o *lead time* como o tempo disponível no período deve ser calculado em horas, onde o tempo disponível é o tempo livre para o trabalho (já descontado os tempos de refeição, manutenção e outros).

A pior situação dentro do sistema controlado por *kanban* é quando o painel de coleta de cartões se encontra cheio, ocasionando o risco de parar algum processo posterior, sendo preciso corrigir esse problema de forma imediata. Para tanto, Moura (1992) sugeri a aplicação algumas ações por parte dos operadores, como:

- Identificar as causas que levaram as peças à situação crítica no painel;
- Aprender trocas-rápidas e ajustes de máquinas;
- Melhorar as técnicas de preparo e ajustes de máquinas, para reduzir o tempo de *setup*;
- Aprender noções sobre CEP (Controle Estatístico de Processo);
- Praticar a MPT;
- Desenvolver técnicas/métodos de melhorias no posto de trabalho.

Para Ribeiro (1986) na implantação do sistema *kanban* é preciso dar muita atenção na parte de treinamento do pessoal diretamente envolvido, com a preparação de manuais bem elaborados que facilitem tanto na hora das pessoas tirarem suas duvidas como no processo de divulgação do novo sistema, pois apesar de ter um funcionamento

extremamente simples, a operacionalização do *kanban* está fortemente baseada na parte comportamental.

De acordo com Feld (2001, p.74), "A maior parte das implementações de *kanban* que não dão certo falham na questão de disciplina ou de treinamento, e não por causa de cálculos errados".

Moura (1992) considera que o *kanban* foi desenvolvido para propiciar uma maneira mais clara de se observar o fluxo de produção e os níveis de *Work In Process* (WIP), procurando estimular todos dentro da organização a descobrirem meios para melhorar a produtividade, considerando a participação dos operários vital para o funcionamento do *kanban*, uma vez que todo o sistema é operado pelo empregado que está diretamente ligado ao chão de fábrica.

2.3.8 GESTÃO VISUAL

No Sistema de Produção Enxuta, é vital que cada processo seja atendido sempre que solicitado, evitando assim que toda a cadeia produtiva seja interrompida de forma inesperada. Para atingir com sucesso aos prazos de atendimento sem ser prejudicada com a redução dos estoques, a Toyota desenvolveu um sistema de gerenciamento pelos olhos, onde tudo que está acontecendo no setor produtivo é facilmente percebido por todos os funcionários.

Segundo Godinho Filho (2001), a gestão visual é extremamente importante para o sistema de produção enxuta, pois deixa claro para os empregados como está a situação da companhia, e principalmente, como eles próprios estão se saindo em relação a tudo que é esperado deles por parte da companhia.

Para Imai (1996), a gerencia visual dentro de uma empresa deve abranger os 5 "M": Mão-de-obra, Máquina, Material, Método e Medição, onde qualquer anormalidade relacionada a esses itens deve ser apresentada visualmente.

- Mão-de-obra: Através de gráficos que são atualizados diariamente pelos próprios trabalhadores referentes a absenteísmo e participação nos Círculos de Qualidade e através de uma folha onde é anotada a versatilidade de todos os trabalhadores do setor;
- Máquinas: Através da autonomação e sistemas *poka-yoke*, que interrompem o processo produtivo assim que alguma anomalia

acontece, indicando o problema através da utilização de *andon* (lâmpadas de sinalização), além de indicadores de níveis de lubrificação, freqüência de troca, tipo de lubrificante e outros;

- Material: Utilização de *kanban* para indicar o fluxo de materiais e se a quantidade em estoque é coerente com o programado;
  Identificação de todos os locais reservados para o armazenamento de materiais;
- Métodos: Através de folhas que ficam afixadas em todos os postos de trabalho, indicando a correta maneira de se executar determinado processo, identificando pontos de verificação da qualidade e o que fazer quando ocorrer variações;
- Medições: Com o uso de etiquetas que mostram todas as datas de validade dos equipamentos que necessitam com freqüência passar por um processo de calibração (torquimetros, paquímetros etc);
  Através de gráficos de controle de qualidade, refugo, custos de produção etc.

Segundo Moura (1992), os sistemas de gerenciamento visual podem servir para dois fins diferentes:

- **Identificação de problemas**: São lâmpadas vermelhas, amarelas e verdes, que mostram visualmente a posição de um posto de trabalho ou uma máquina e qual a sua situação, ou ainda ser uma simples lâmpada ligada a um dispositivo *poka-yoke.*
- **Quadro da meta de produção diária**: Que são geralmente quadros suspensos onde o valor da produção é constantemente atualizado durante o turno, confrontando a produção real com a prevista.

Conforme Imai (1996), os principais alvos do gerenciamento visual são tornar os problemas visíveis, manter o contato com a realidade e esclarecer os alvos de melhorias, ou seja, ajuda a identificar os problemas e a ressaltar a discrepância entre o alvo e a realidade atual.

2.3.9 FERRAMENTAS E TÉCNICAS DA QUALIDADE

Para uma boa implementação do sistema de produção enxuta se faz necessário à garantia da Qualidade na Fonte, onde quem produz é responsável por garantir a qualidade do produto (e não um departamento específico de inspeção), conseguindo dessa forma reduzir os índices de refugo e retrabalho, tendo como conseqüência o aumento dos lucros.

Nesse aspecto, a Administração da Qualidade Total exerce grande influência nos setores industriais, fazendo com que uma aplicação eficaz do seu conteúdo possa resultar em fortes aumentos da eficácia organizacional, fazendo com que o conceito de qualidade seja ampliado, ultrapassando os limites da simples qualidade do produto e passando a envolver a melhoria de todos os aspectos de desempenho de produção e como essa melhoria deve ser administrada.

Para Shiba (1997), cada empresa pode encontrar seu próprio caminho para implementar a Administração da Qualidade Total mas devem seguir quatro conceitos que representam uma revolução no pensamento Administrativo, conforme representado na figura 24.

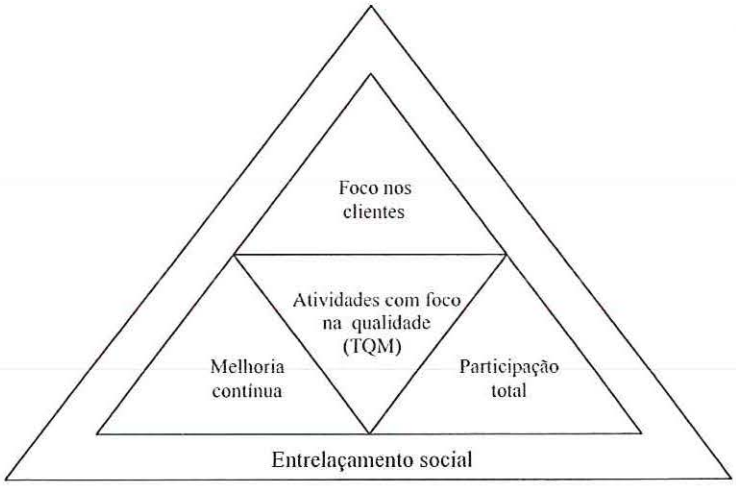


Figura 24: Revoluções no Pensamento Administrativo (SHIBA, 1997, p.26)

1) Foco nos clientes: Devem ser capazes de reagir rapidamente às necessidades cambiantes do cliente e concentrar seus recursos em atividades que o satisfaçam;
2) Melhoria contínua: é a melhoria dos processos de forma a resultar em produtos e serviços de maior qualidade, utilizando se para isso de uma abordagem científica que permita mensurar os resultados;

3) Participação total: é à busca do comprometimento de todas as pessoas da organização, pois a capacidade de todos deve ser utilizada se a empresa quiser realizar melhorias contínuas e buscar a satisfação do cliente;
4) Entrelaçamento social: é a participação do aprendizado social, compartilhado com outras empresas, evitando a reinvenção de métodos, permitindo implementar práticas de qualidade mais rapidamente e criar uma cultura da qualidade na realização dos negócios.

Segundo Muhlemann e Oakland e Lockyer (1992), o TQM contribui para que uma organização seja verdadeiramente eficaz, pois com esse conceito cada parte dela, cada departamento, atividade, pessoa e nível trabalham em conjunto, onde todas as atividades afetam-se e são afetadas entre si.

Na implantação dessa forma de gerenciamento da qualidade, que visa garantir a qualidade na fonte, é preciso observar alguns aspectos importantes a serem considerados:

- **TRABALHO EM EQUIPE**

O Trabalho em Equipe (também conhecido por Círculo de Qualidade – CQ) é à base do sistema de qualidade japonês, e segundo Moscovici (1994) e Pearce e Ravlin (1987) parte da opinião de que um determinado grupo seja qualificado o suficiente para compreender seus objetivos e alcança-los de forma compartilhada, através de uma comunicação verdadeira e de muito respeito entre seus membros.

Segundo Black (1998), Engel (1982) e Imai (1994) inicialmente o trabalho em equipe não tinha como objetivo principal melhorar/resolver os problemas existentes no processo produtivo (Tabela 6), mas sim proporcionar um melhor ambiente de trabalho.

TABELA 6: Principais problemas resolvidos pelo Trabalho em Equipe

Qualidade do produto
Trabalho burocrático
Comunicações
Serviços
Processos e métodos
Redução de sucata
Produtividade
Redução de custos
Atrasos na produção

Fonte: Black (1998, p.163)

Para Godinho Filho (2001), o trabalho em equipe está baseado em um time de trabalhadores capazes de tomar algumas decisões relativas aos trabalhos que realizam, fazendo com que a empresa enxuta se torne menos hierarquizada.

Como as atividades do Trabalho em Equipe ocorrem de forma voluntária, cabe a gerencia confiar nas decisões e idéias dos trabalhadores, dando o apoio necessário para que as atividades desse grupo ocorram de forma a alcançarem seus objetivos, proporcionando assim um melhor resultado para a organização através de decisões tomadas no próprio chão de fábrica.

Como apresenta (1998) e Engel (1982), os principais objetivos do Trabalho em Equipe são:

- Desenvolver o conhecimento e habilidades dos trabalhadores;
- Introduzir um esforço de equipe entre trabalhadores, supervisores e gerentes;
- Melhorar a consciência de qualidade;
- Criar um ambiente de trabalho mais harmonioso, levando a uma moral mais alta;
- Encorajar o engajamento e contribuição às metas da corporação para maior qualidade e produtividade;
- Encorajar qualidades de liderança nos líderes do círculo;
- Melhorar as comunicações e ampliar o reconhecimento.

Com o passar dos anos, o Trabalho em Equipe foi evoluindo e passando a ter uma abrangência além das fronteiras setoriais, discutindo problemas pertinentes da organização como um todo, onde trabalhadores de diferentes setores passaram a se reunir na busca de soluções para os problemas globais da organização, e quando necessário, envolvendo também os fornecedores.

- **CEP**

Através do Controle Estatístico do Processo (CEP) existe um monitoramento contínuo do processo, e segundo Main (1994) Shewhart da AT&T foi o primeiro a afirmar que esse monitoramento em conjunto com uma análise estatística permitiria alcançar melhorias de qualidade nos produtos manufaturados.

Os dados utilizados no CEP são coletados durante a execução de um determinado processo e transferidos para uma carta de controle, onde são colocados diversos pontos situados entre uma linha média e duas linhas de limite (superior e inferior), conforme apresentado na figura 25.

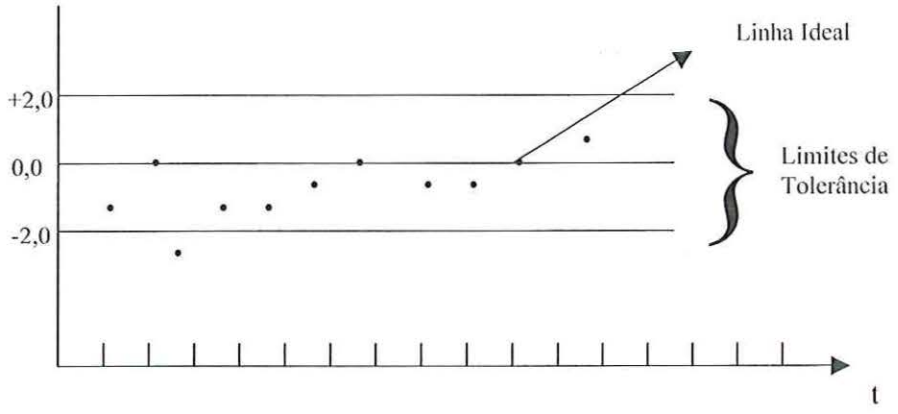


Figura 25: Diagrama de distribuição

Segundo Engel (1982), esses dados são normalmente coletados por profissionais do controle de qualidade, mas que quando feito pelos próprios trabalhadores produtivos proporcionam maior satisfação na busca de soluções, onde seriam feitas perguntas do tipo: por que a produção da máquina X está muito próxima do limite inferior da tolerância? Ajudando assim a trabalhar a inteligência dos participantes do grupo.

- **ANÁLISE DE PARETO**

Técnica desenvolvida no final do século XIX pelo italiano Vilfredo Pareto, sendo também conhecida como regra dos 80/20. É uma forma gráfica de determinar quais são os problemas prioritários, devendo seguir os seguintes passos para a sua elaboração:

1) Decisão sobre a área a ser investigada;
2) Decisão sobre o período de tempo;
3) Coleta dos dados;
4) Desenvolver o Gráfico da Análise de Pareto, levando em consideração o custo final e não o número de falhas;

5) Desenvolver a Curva de progresso.

O Gráfico de Pareto, conforme apresentado na figura 26, apresenta os problemas de um setor de forma clara, permitindo uma fácil compreensão por parte de todas as pessoas.

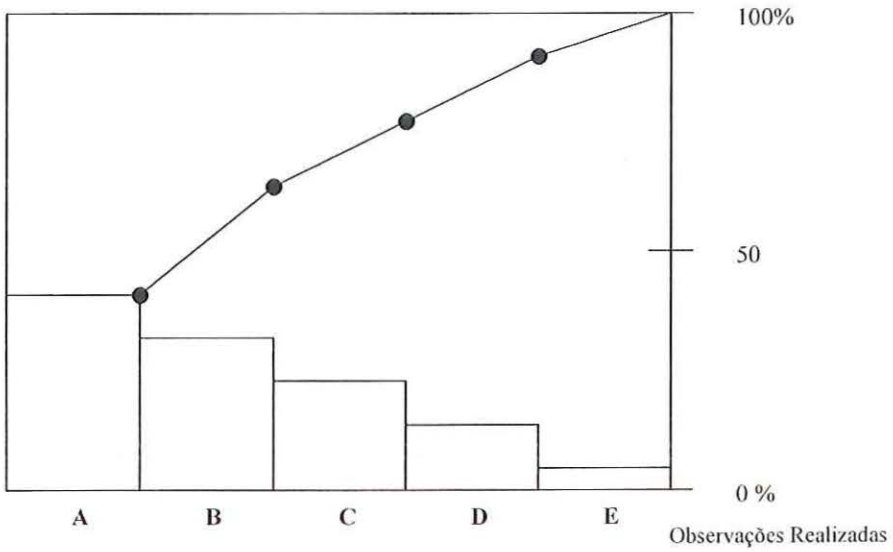


Figura 26: Gráfico de Pareto

Para Engel (1982) a importância do Gráfico de Pareto é tão grande que é usada em empresas do mundo inteiro, mostrando de forma simples que atacando uma média de 20% dos problemas estaremos resolvendo aproximadamente 80% das dificuldades.

- **BRAINSTORMING**

O *Brainstorming* é um termo de origem inglesa utilizado para gerar idéias através de uma discussão em grupo, com o objetivo de descobrir a causa de um problema e sua possível solução.

Segundo Engel (1982), as regras básicas para a pratica do *Brainstorming* são:

1) Todo participante deve expor sua idéia sem constrangimento;

2) Todas as idéias devem ser aceitas pelos participantes do grupo, buscando sempre dar estimulo para identificar a causa e a solução do problema discutido;
3) Críticas devem ser evitadas;
4) Quanto maior o número de idéias melhor para o grupo.

Esse tipo de debate, que é geralmente muito curto, consegue identificar e solucionar de forma simples e a um custo quase que zero inúmeros problemas relativos à qualidade e produtividade.

➢ DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

É um método que consiste em separar as causas dos efeitos, e "foi desenvolvida pelo Professor Kaoru Ishikawa em meados de 1950, sendo por isso também conhecido como Diagrama de *Ishikawa* ou então por Espinha de Peixe, devido à forma em que é representado" (IMAI, 1996, p. 112). As principais causas relacionadas por Ishikawa foram os chamados 4 'M's: Mão de obra, Máquina, Material e Método, mas que com o tempo ganharam mais dois 'M's, Medição e Meio-ambiente.

Conforme ilustrado na figura 27, o problema fica descrito em uma caixa do lado direito de uma folha, e as possíveis causas ficam do lado esquerdo, unindo-se ao problema como se fosse realmente uma espinha de peixe.

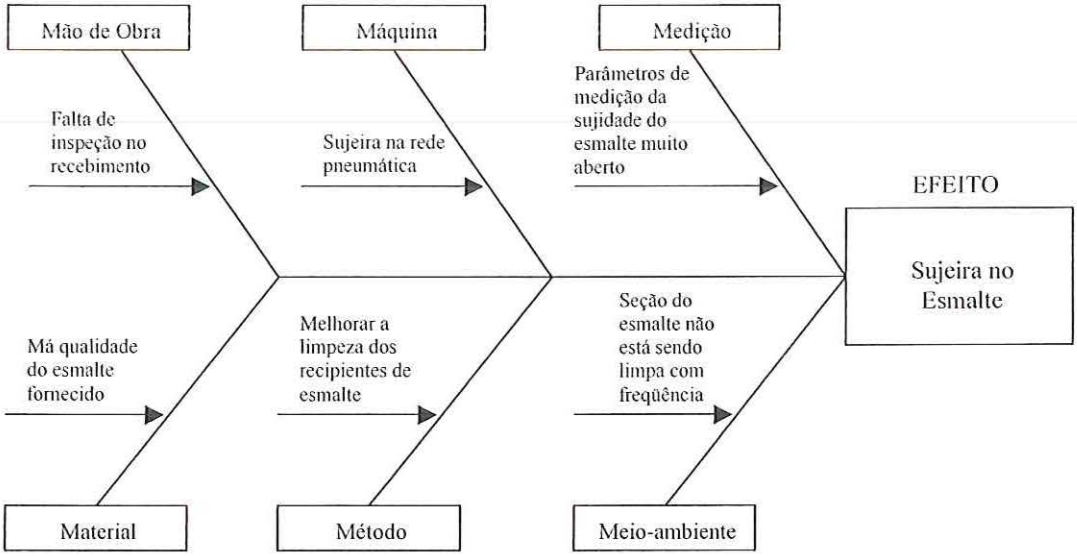


Figura 27: Diagrama de Causa e Efeito

Segundo Black (1998) o Diagrama de Causa e Efeito é um dos métodos mais eficientes para melhorar a qualidade, pois ele serve de foco para a discussão e permite que todos conheçam o tópico do problema, evitando assim o desvio da conversa do grupo.

- **POKA-YOKE**

É uma técnica de garantia da qualidade que foi desenvolvida no Japão nos anos sessenta, onde a idéia principal é mostrar que o ser humano é passível de cometer erros, e que esses erros podem ser facilmente detectados e corrigidos através da utilização de alguns mecanismos muito simples (SHINGO, 1997).

Segundo Lima e Lobo (2002), a utilização de dispositivos a prova de erro se fez necessário devido ao objetivo de atingir níveis elevados de qualidade com baixíssima incidência de defeitos, o que não era possível simplesmente utilizando-se o controle estatístico de processo.

Na utilização de *Poka-Yoke* é preciso saber que durante o processo produtivo erros podem acontecer, mas que um defeito é resultado de permitir que esses erros sejam localizados apenas na mão dos clientes. Os defeitos são completamente evitáveis através da descoberta e correção imediata dos erros que ocorrem no processo produtivo.

2.3.10 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

O Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*), é uma ferramenta da Produção Enxuta utilizada para melhor visualizar e entender todo o processo de manufatura de um produto, desde a matéria-prima até a venda do produto acabado e do fluxo de informações, utilizando-se para isso apenas de lápis e papel (ROTHER e SHOOK, 1999).

Através do Mapeamento do Fluxo de Valor, é possível identificar os desperdícios no processo produtivo e traçar uma visão futura desse processo, onde todos os problemas detectados serão atacados e corrigidos de forma a garantir a implementação de um fluxo que realmente agregue valor ao produto final.

Segundo Rother e Shook (1999), além do Mapeamento do Fluxo de Valor ser uma ferramenta simples de ser usada, ela também nos ajuda a:

- Visualizar além dos processos individuais, enxergando o fluxo como um todo;
- Identificar as fontes de desperdícios no fluxo de valor;
- Ter uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura;
- Tornar visíveis as decisões sobre o fluxo;
- Enxergar a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material, entre outras vantagens.

Ao se modelar o Mapeamento de Fluxo de Valor, Rother e Shook (1999) aconselham a: dividir o processo em famílias de produtos que tenham etapas similares e que utilizem equipamentos comuns durante sua fabricação, devendo se então desenhar o mapa do estado atual com base nas informações coletadas diretamente no chão de fábrica, para enfim desenhar o mapa do estado futuro.

Através da figura 28 é possível perceber que durante esse processo existe uma contínua atualização de informações entre o mapeamento do estado atual e futuro.

O último passo é traçar um plano de implementação resumido de como se espera sair do estado atual e atingir o estado futuro proposto.

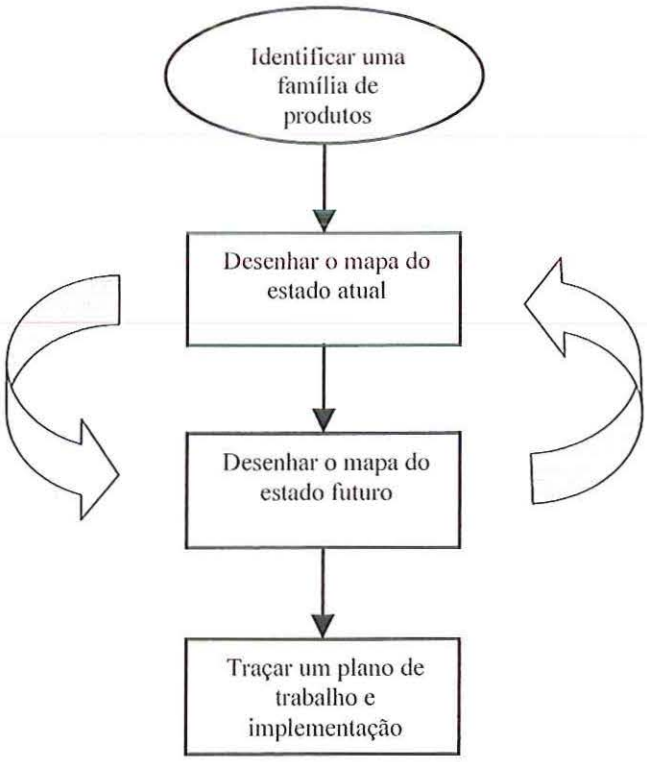


Figura 28: Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor (ROTHER e SHOOK, 1999, p.12)

Segundo Ferro (2001), ao se modelar o mapa do fluxo de valor não deve ser colocado informações desnecessárias, tais como o custo dos estoques, as distâncias entre as estações de trabalho etc, uma vez que essas informações apenas poluem o mapa e dificultam a visualização das partes essenciais

Para desenhar o Mapa do Estado Atual e Futuro é utilizado um conjunto de ícones que irão representar cada etapa/operação existente no processo (Vide Anexo 1), devendo para isso ser feito um trabalho porta-a-porta dentro da planta a ser mapeada, que segundo Rother e Harris (2002), precisa ser feito de forma cordial, onde a pessoa responsável por coletar os dados deve: apresentar-se, explicar o que está fazendo, evitar tomar notas na frente dos operadores sem esclarecer o que está escrevendo, além de nunca se esquecer de dizer obrigado ao terminar o trabalho. O mapa do fluxo de valor pode ser melhor compreendido através da figura 29, que representa um mapa do estado atual, com um sistema de produção empurrado.

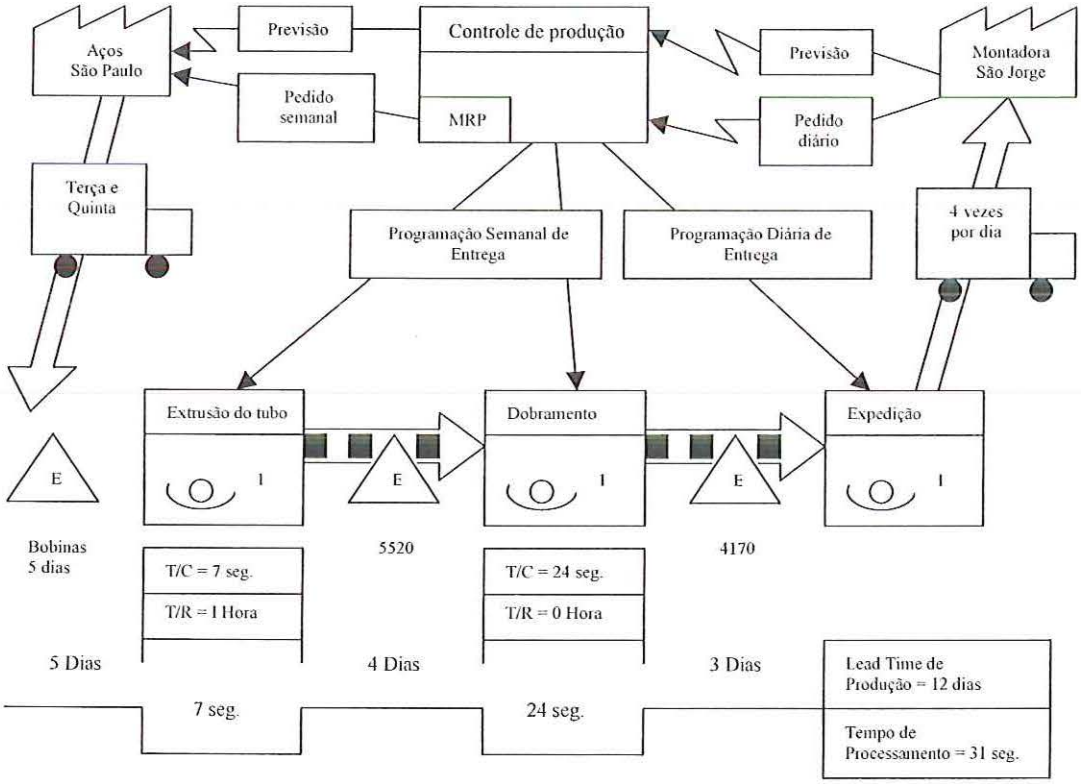


Figura 29: Mapeamento Do Fluxo de Valor (Adaptado de ROTHER e HARRIS, 2002)

Feito esses passos, uma grande parte do trabalho já foi realizado na busca de se melhorar o Fluxo de Valor, é preciso agora elaborar um plano para a implementação das melhorias definidas a fim de se atingir com sucesso o estado futuro, e isso pode ser feito com a divisão do mapa do estado futuro em "*loops*", devido ao fato de ser extremamente difícil de se implementar os pontos de melhoria de uma única vez em todo o processo, e seguindo os seguintes procedimentos sugeridos por Rother e ShooK (1999): produzir conforme o *takt time*, desenvolver um fluxo contínuo sempre que for possível ou usar um controle de supermercado (*kanban*) quando houver uma interrupção desse fluxo, enviar ordens de produção para um único ponto do processo produtivo, nivelar o *mix* de produtos acabados no processo puxador e desenvolver a habilidade de fazer toda parte todo dia (tempo gasto entre o início de produção do lote de um modelo de produto, e o início do próximo lote desse mesmo produto).

Com todos esses passos já traçados, inicia-se dentro da empresa um processo de melhoria contínua, que segundo Rother e Shook (1999) deve conter um plano anual do fluxo de valor que estará mostrando exatamente o que está planejado a fazer e quando fazê-lo, etapa por etapa, com metas mensuráveis e pontos de checagem claros, com prazos reais e com o responsável pela avaliação já definido.

Por fim, é preciso garantir que o grupo responsável pela promoção enxuta esteja atuando diretamente no chão de fábrica, puxando a responsabilidade para si e liderando as mudanças, com o objetivo maior de resolver os problemas mas sem desviar a atenção das necessidades reais da organização e dos clientes, procurando assim ajudar em todas as funções do negócio, não se limitando apenas as atividades de manufatura.

Para tanto, Ferro (2001) ressalta a importância da participação da alta direção das empresas no sentido de deixar claro para todos a prioridade em se alcançar o estado futuro desenhado, expondo suas expectativas de prazos para implementação e alocação dos recursos necessários.

2.3.11 FORNECIMENTO JUST IN TIME

Quando uma empresa começa a trabalhar com os princípios da produção enxuta, que tem entre os seus fundamentos a redução do *lead time* gasto para realizar um determinado produto ou serviço, é preciso que além das técnicas e ferramentas aplicadas dentro do processo de fabricação ela também leve em consideração a importância de se envolver os fornecedores dentro desse processo, os quais também

deverão estar preparados para trabalharem com fornecimentos baseados na demanda real.

Para atender essa mudança é necessário o desenvolvimento de uma política de relacionamento entre cliente e fornecedores de insumos estratégicos que seja baseada num processo de confiança, onde esses fornecedores também começam a trabalhar com uma produção JIT e com Qualidade Assegurada, garantindo assim pontualidade nas entregas e eliminando a necessidade de inspeção de recebimento por parte da empresa cliente.

Segundo Womack e Jones (1988), todas as empresas que participam da cadeia produtiva de um determinado produto devem-se tratar como iguais, tendo como inimigo comum o desperdício e seguindo os seguintes princípios:

- Definir valor conjuntamente por família de produtos, junto com o custo alvo baseado na percepção de valor do cliente;
- Todas as empresas devem trabalhar juntas para identificar e eliminar os desperdícios até que se concretizem as metas de custo-alvo geral e retorno sobre o investimento de cada empresa;
- Com a concretização dos custos-alvo, as empresas ao longo da cadeia devem imediatamente realizar novas análises, a fim de identificar outras fontes de desperdícios e definir assim novas metas;
- Toda empresa participante tem o direito de examinar todas as atividades de todas as empresas relevantes da cadeia de valor como sendo parte da busca conjunta de desperdício.

Para Cerra e Bonadio (2000), a relação entre cliente-fornecedor deve seguir o principio de parceria, já que a eficiência de um dos pilares da produção enxuta (JIT) se baseia primeiramente pelo suporte e coordenação dos fornecedores, permitindo assim realização de entregas freqüentes, essenciais para a viabilização do JIT, fazendo com que essa parceria traga vantagens para os dois envolvidos: cliente e fornecedor.

Conforme Battaglia (2003), o funcionamento adequado de sistemas enxutos só é possível quando existe cooperação entre empresas de uma mesma cadeia de valor, sendo que essa cooperação só é factível quando existe confiança na relação ente elas, onde o risco não deve ser eliminado aumentando-se o número de fornecedores.

Esse tipo de relacionamento não acontece sem que haja esforços de ambas as partes envolvidas, sendo preciso assumir compromissos de longo prazo e com engajamento mútuo para enfrentar os problemas e dificuldades que surgirem, pois só assim será possível alcançar os benefícios almejados com essa parceria: redução contínua dos custos, aperfeiçoamento da qualidade e melhor eficácia nos processos existentes na cadeia e valor.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A PRODUÇÃO ENXUTA

Através desse capítulo foi possível apresentar de uma forma geral que todo o contexto do sistema de produção enxuta está baseado na correta aplicação dos métodos e ferramentas que contribuem para a sua operacionalização, conforme é resumido no modelo apresentado por Maestrelli e Simon e Batocchio (2002) na tabela 7, que mostra o programa a ser cumprido e as ferramentas de suporte para a sua realização.

Tabela 7: Ferramentas de suporte para os programas da produção enxuta

PROGRAMA	FERRAMENTAS
Controle de inventário	Sistema *just in time* (JIT)
Garantia da Qualidade	Gerenciamento total da qualidade (TQM)
Rendimento máximo dos equipamentos	Manutenção produtiva total (MPT)
Fábricas focalizadas / unidades independentes	Manufatura celular e sistemas de troca rápida de ferramenta
Princípio da busca contínua por melhorias	Mapeamento do fluxo de valor

Fonte: Maestrelli e Simon e Batocchio (2002, p. 281)

Dentre essas ferramentas, é importante ressaltar a importância que o mapeamento do fluxo de valor tem no desenvolvimento de um programa de produção enxuta, pois permite identificar as principais fontes de desperdícios ao mesmo tempo em que estabelece prioridades de ação conforme os principais critérios de competitividade considerados segundo Correa e Gianesi (1993): custo (CT), qualidade (QA), tempo de resposta (TR), confiabilidade (CO) e flexibilidade (FL).

Na tabela 8 são apresentadas as principais ferramentas da produção enxuta que foram estudadas nesse trabalho, procurando apresentar quais são os focos de atuação de cada uma delas, de acordo com os autores referenciados.

Tabela 8: Ferramentas da produção enxuta e seus focos de atuação

Ferramentas da Produção Enxuta	Foco					Referência
	CT	QA	TR	CO	FL	
Organização do Posto de Trabalho		X		X		Imai, (1996); Takahashi e Osada (1993)
Produção Puxada/*Kanban*	X		X		X	Moura (1992); Ribeiro (1986)
TRF/SMED	X		X		X	Coriat (1994); Shingo (1996)
Qualidade na Fonte	X	X	X		X	Shingo (1997); Lima e Lobo (2002); Shiba (1997)
Layout Celular	X	X	X	X	X	Parsaei e Mital (1992); Rother e Harris (2002); Black (1998)
Manutenção Produtiva Total	X	X		X		Black (1998); Mirshawka e Olmedo (1994)
Trabalho em Equipe	X	X			X	Black (1998); Engel (1982)
Trabalhadores Multifuncionais		X	X		X	Corrêa e Gianesi (1993); Black (1998)
Mapeamento do Fluxo de Valor	X		X			Rother e Shook (1999); Ferro (2001)
Produção Balanceada / *Takt Time*			X		X	Rother e Harris (2002); Rother e Shook (1999)
Gestão Visual		X				Godinho Filho (2001); Moura (1992)
Melhoria Contínua	X	X	X			Womack e Jones (1998); Bozzone (2002); Imai (1994)
Autonomação	X	X				Lima e Lobo (2002), Ohno (1988)
Produção JIT	X				X	Kamikihara (2003); Coriat (1994);
Suprimentos JIT	X	X	X	X	X	Womack e Jones (1988); Cerra e Bonadio (2000)

Através dos focos apresentados na Tabela 8, percebe-se que a estratégia de manufatura adotada pelo sistema de produção enxuta busca alcançar maior vantagem competitiva para as empresas não apenas pela garantia da qualidade dos produtos e/ou serviços prestados, mas também procurando atender ao tempo de resposta esperado pelo mercado consumidor, dando uma especial atenção à eliminação dos desperdícios existentes no processo produtivo e conseqüente redução dos custos necessários para se garantir essa qualidade e tempo de resposta esperado.

Segundo Womack e Jones (1988) o sistema de produção enxuta constitui em uma forma viável de obter redução de custos, permitindo ao mesmo tempo diminuir os *lead times* da produção e do lançamento de produtos, melhorando a qualidade e oferecendo aos clientes exatamente o que eles querem e exatamente quando eles querem, permitindo projetar, pedir, produzir e entregar mercadorias em uma escala de produção menor, por meio de equipes de produto dedicadas, sem pagar o preço da escala ou do custo do investimento.

Por fim, vale ainda ressaltar que o sistema de produção enxuta, apesar de ter sido desenvolvido para atividades industriais, pode também ser aplicado em diversos outros tipos de atividades, inclusive no setor de escritórios, como tem sido observado nas unidades brasileiras da Alcoa Alumínio S.A. e da Bosch (HERZOG, 2003), que estão utilizando os princípios da produção enxuta nas áreas de RH, compras, contas a pagar entre outras.

CAPITULO 3
SISTEMAS CORPORATIVOS DE PRODUÇÃO

3.1 MODELOS DE APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA

Como o sistema de produção enxuta está relacionado a um modelo de gestão estratégica da produção, é necessário que seus objetivos estejam alinhados com o objetivo maior da empresa. Para não perder esse foco, algumas empresas tem criado seus próprios sistemas corporativos de produção (SCP) com base nos princípios da produção enxuta, mas seguindo um modelo determinado conforme suas próprias necessidades e limitações.

Para a implantação desses sistemas corporativos o maior desafio das organizações é o fato de mudar uma cultura tradicionalmente acostumada a trabalhar com os princípios da produção em massa para uma cultura voltada para a contínua eliminação dos desperdícios, que é o foco principal da produção enxuta e o objetivo maior das empresas que estão aplicando esse tipo de gerenciamento e controle da produção. Numa tentativa de deixar claro como essas empresas estão atuando, será apresentado o SCP de três multinacionais atuantes no mercado brasileiro: Alcoa Alumínio S.A., Delphi Automotive Systems e Volkswagen do Brasil Ltda, sendo que nesta última será realizado ainda um estudo de caso.

3.2 ALCOA BUSINESS SYSTEM

A Alcoa Alumínio S.A. é uma das maiores subsidiárias da Alcoa Inc.(empresa fundada nos Estados Unidos em 1888 e líder mundial no setor de alumínio, com um faturamento global de US$ 20,2 bilhões em 2002). Presente no Brasil desde 1965, a Alcoa emprega aproximadamente 6.000 funcionários, sendo responsável pela produção de aproximadamente 25% de todo alumínio primário produzido no Brasil.

Entre seus diversos produtos, a Alcoa fabrica alumínio primário, chapas, pó de alumínio, produtos químicos etc, estando a sua atuação alicerçada nos seus princípios e valores, onde procurar atender as expectativas de seus clientes, acionista, funcionários e da comunidade onde atua, tendo como estratégia global crescer com lucratividade, excelência operacional e liderança no mercado.

Para atingir esses objetivos a Alcoa está fazendo uso do seu sistema corporativo de produção, o *Alcoa Business System* (ABS), que busca através de princípios básicos atingir o estado ideal em todos os seus processos, sejam eles de fabricação, recursos humanos, financeiros ou outro qualquer, utilizando para isso um sistema de medição que procura direcionar todas as suas decisões.

As principais diferenças entre o sistema corporativo da Alcoa e os tradicionais sistemas de produção em massa são:

- Fazer apenas para o uso "x" fazer para estoque
- Eliminar desperdícios "x" Desperdícios embutidos e amplamente aceitos
- As pessoas sustentam o sistema "x" Habilidades humanas são subutilizadas

Entre as metas a serem alcançadas através de seu sistema corporativo, a Alcoa busca uma melhor qualidade de seus produtos a um menor custo, reduzir o *lead time* de fabricação de seus produtos, melhorar a saúde, segurança e o meio ambiente, existindo para isso um sólido alinhamento entre essas metas e os métodos utilizados para alcança-las. A figura 30 apresenta os principais elementos utilizados no sistema corporativo da Alcoa.

Segundo o Guia do ABS (2000) o sistema ABS está baseado em três pontos chaves:

1. Fazer Para o Uso: é seguir a determinação do cliente, onde os produtos são fabricados nas quantidades e tempos por eles determinados. São as solicitações dos clientes que determinam os volumes de produção, contribuindo assim para a redução dos estoques de material em processo, produtos acabados e matéria-prima.

2. Eliminar Desperdícios: é a busca contínua pela eliminação dos desperdícios e perdas durante o processo de fabricação, sendo necessário para tanto realizar um completo estudo sobre a rede de processos e operações que compõem a estrutura produtiva.
3. As Pessoas Sustentam o Sistema: as pessoas são consideradas a base do sistema ABS, contribuindo com resultados positivos e espontâneos na busca e implementação de melhorias.

Sistema Alcoa de Produção

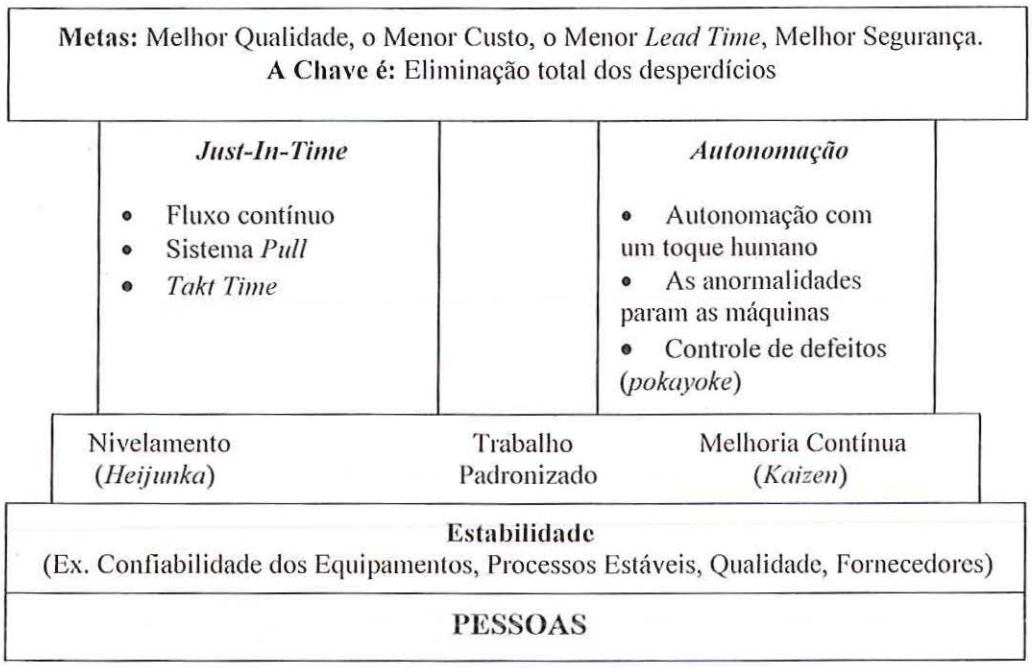


Figura 30: Sistema Alcoa de Produção (GUIA DO ABS, 2000, p.8)

Dentro de seu sistema corporativo, a Alcoa define o uso de quatro regras básicas que devem orientar seus projetos, operações e processos:

Regra 1: Atividades – são as atividades que agregam valor ao produto, estando dividida em quatro categorias (máquina, processo, pessoa e saída) que visam produzir com qualidade, padronização das melhores formas de trabalho, facilidade em se achar a solução para os problemas entre outros.

Regra 2: Conexão – é a interligação entre as suas atividades, onde existe o pedido do cliente, a resposta do fornecedor e a ligação entre eles com uma comunicação binária (sim/não), permitindo respostas simples e rápidas.

Regra 3: Fluxo – o fluxo durante o processo de fabricação deve ser simplificado, tornando possível atingir o *lead time* previsto e evitando operações que trabalham com bifurcações e *loop,* onde cada produto ou serviço deve seguir por um caminho simples e pré-estabelecido.

Regra 4: Melhoria – a busca por melhorias que levem ao estado ideal (produzir sem defeitos, sob demanda, sem desperdícios etc) deve ser constante e estruturada, cabendo a empresa providenciar treinamentos que capacitem as pessoas na busca dessas melhorias.

Para atingir os objetivos propostos através do ABS, a Alcoa faz uso dos seguintes princípios e ferramentas da produção enxuta:

***Housekeeping* – 5S**

Existe dentro da Alcoa uma constante preocupação em se manter o ambiente de trabalho sempre limpo e bem organizado, onde todo o material desnecessário é descartado (reciclado, doado ou então sucateado, quando não é possível de ser reutilizado), devendo em seguida ser identificado e organizado todos os itens considerados importantes.

A limpeza no ambiente de trabalho também é outro importante conceito praticado pela empresa, onde a eliminação de fontes de sujeira e a padronização dos hábitos, normas e procedimentos servem como base para se atacar e resolver os problemas identificados.

Fluxo Contínuo

É a busca por um processo onde os trabalhadores operam em harmonia com a linha de produção, com cada produto fabricado sendo passado para o processo seguinte, sem o acumulo de material em processo entre as diversas etapas de fabricação existente dentro da empresa, utilizando-se para isso a aplicação do *layout* celular com o tempo de processamento determinado conforme o *takt time.*

Trabalho Padronizado

O conceito de Trabalho Padronizado praticado pela empresa diz respeito a maneira mais eficaz de executar um trabalho, principalmente no que diz respeito aos requisitos de Segurança, Ergonomia e Meio Ambiente, Qualidade e Volume de

Produção, tendo como objetivo básico identificar e eliminar as sete categorias de desperdícios identificados por Ohno dentro do Sistema Toyota de Produção. A seqüência para a realização do trabalho padronizado pode ser observada através da figura 31.

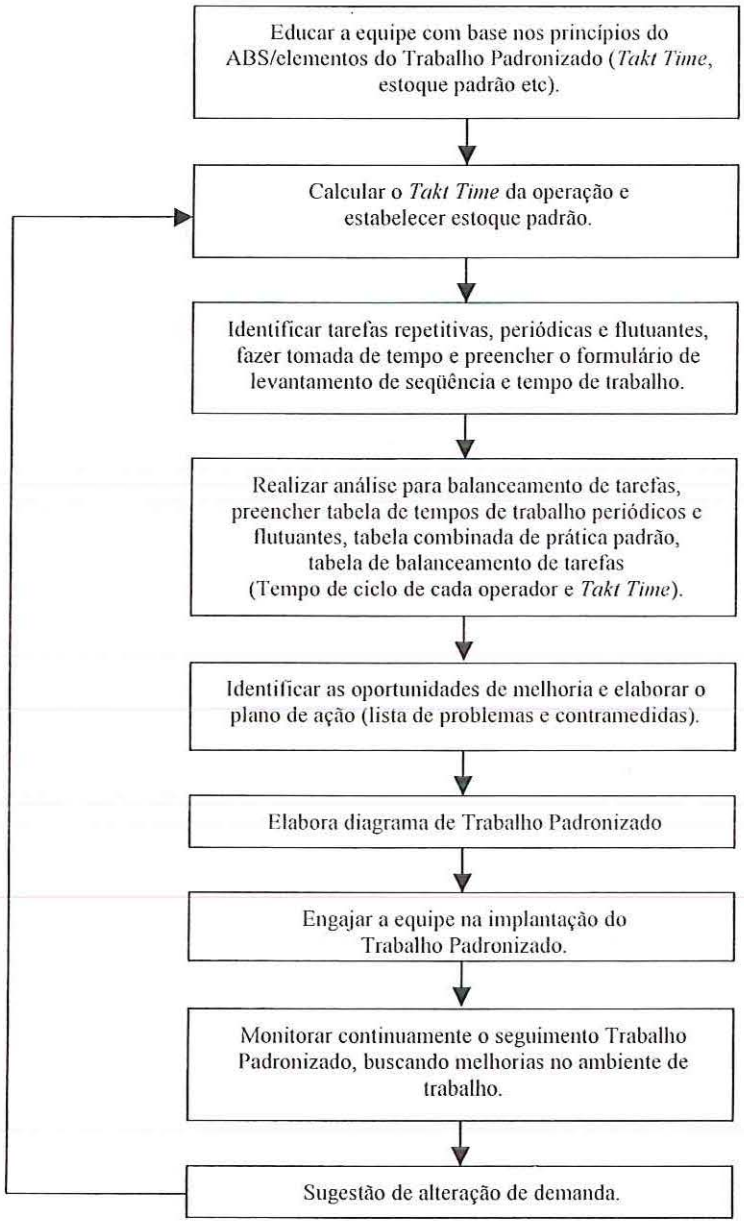


Figura 31: Seqüência para implantação do trabalho padronizado (GUIA DO ABS, 2000, p.22)

Melhoria contínua – *Kaizen*

É uma ferramenta simples e eficiente para uma contínua identificação, implementação e validação de oportunidades de melhoria, devendo ser feito de forma estruturada e com as seguintes etapas:

1. Identificação do objetivo do *kaizen* (alinhamento com os requisitos do negócio para aquela área).
2. Formação do time.
3. Análise da situação atual.
4. Geração de idéias (*brainstorming*).
5. Seleção de contramedidas e elaboração de plano de ação.
6. Implementação/execução.
7. Avaliação do processo *kaizen*.
8. Apresentação dos resultados.

Balanceamento e Sistema Puxado de Produção

O balanceamento é feito através da distribuição uniforme do trabalho realizado dentro do um processo produtivo, levando se em consideração o *Takt Time*. Através do balanceamento é possível evitar o desgaste excessivo de um único operador ou máquina, facilitando assim a determinação de prazo para os clientes (que é quem determina a quantidade e a velocidade de produção da fábrica – Sistema de Produção Puxada, controlado por *kanban*).

Através do Sistema de Produção Puxada, a Alcoa procura alcançar os seguintes benefícios:

- Evitar o excesso de produção;
- Tornar os problemas visíveis;
- Simplificar a programação da produção;
- Tempo de entrega do produto altamente previsíveis;
- E, um curso fixo e manuseio sincronizado dos materiais.

Autonomação - *Jidoka*

É o princípio de qualidade na fonte, sendo considerado um dos pilares do ABS. Consiste em facultar à máquina a autonomia de interromper o processo sempre que algo de anormal seja detectado ou quando o volume de produção planejado foi

atingido, evitando-se assim que peças defeituosas sejam passadas a diante no processo de produção, facilitando a localização da causa de defeitos e eliminando a fase de inspeção no final do processo.

Com a autonomação é utilizado também o controle visual (*andon*), onde problemas ocorridos com as máquinas ou relativos a dificuldade encontrada por algum operador na realização do seu trabalho são rapidamente apresentados a todas as pessoas do setor através de lâmpadas sinalizadoras, que imediatamente procuram corrigir o problema detectado.

Nivelamento da Produção

É o fundamento principal do ABS, onde através da uniformização da produção é possível adaptar-se as flutuações da demanda, produzindo uniformemente vários produtos em pequenas quantidades todos os dias, minimizando assim a necessidade de estoque entre os processos produtivos e o inventário de produtos, permitindo assim que os processos e fornecedores anteriores também tenham maior facilidade para realizar seus planejamentos de produção. Para atender as flutuações da demanda o conceito de troca rápida de ferramenta é altamente aplicado durante o processo produtivo, onde durante uma operação de *setup* praticamente não existe perdas para ajustes, sendo possível produzir peças boas imediatamente após a troca de ferramenta.

Pessoas

O Sistema ABS é totalmente dependente do envolvimento de todas as pessoas da organização, pois são elas que colocam em prática todas as ferramentas apresentadas, sendo necessário para isso que exista sempre um trabalho em equipe, onde entre outras coisas é preciso ter:

- Confiança e respeito;
- Aprendizado contínuo;
- Congruência – necessidade das pessoas e necessidades da empresa;
- Comunicação aberta;
- Ambiente de trabalho propício;
- Trabalhadores multiespecializados;
- Seleção rigorosa para contratar e desenvolver pessoas.

Atualmente o ABS é considerado o diferencial competitivo da Alcoa, onde com a sua implantação e uso, todas as unidades estão conseguindo eliminar os

desperdícios e melhorar as condições de trabalho, sendo possível otimizar as funções e concentrar a atenção nas reais necessidades dos Clientes. No Brasil a Alcoa tem servido também de *Benckmarking* para outras empresas no que diz respeito à manutenção produtiva total.

3.3 DELPHI MANUFACTURING SYSTEM

Com empresas espalhadas em 42 paises, a multinacional Delphi Automotive Systems é líder mundial em tecnologia de sistemas e componentes de eletrônica móvel e transportes, estando dividida em três setores de negócio; Dinâmica e Propulsão; Arquiteturas Térmicas, Elétricas e de Segurança; e Eletrônica e Comunicação Móvel, que fornecem amplas soluções de produtos para as várias necessidades dos clientes.

Para manter essa liderança, a Delphi faz uso do seu SCP, denominado de *Delphi Manufacturing System* (DMS), que busca através de seus 6 elementos melhorar sua competitividade através da eliminação de desperdícios, conforme apresentado na figura 32.

Figura 32: Elementos do DMS (MANUAL DO DMS, 1999).

De acordo com o Manual do DMS (1999), para que o sistema não seja prejudicado, devido principalmente a implantação de um ou dois elementos isoladamente, é recomendado que haja uma liderança com conhecimento de todo o sistema, capaz de fazer um planejamento efetivo do processo como um todo.

Nesse processo de implantação do DMS é formado um time composto por pessoas de diversas áreas (operadores, supervisores, engenheiros, programador logístico etc) e deve começar através da integração do Mapeamento do Fluxo de Valor e Avaliação de Falhas, onde com a correta aplicação do mapeamento do fluxo de valor fica simples priorizar sua realização, determinado onde e quando aplicar os 6 elementos mutuamente dependentes do DMS. Esse sistema é facilmente compreendido através dos seus 10 princípios operacionais, que podem ser definidos como sendo:

1. Ter como prioridade máxima a saúde e segurança de todos os empregados: a liderança na Delphi é comprometida em preservar a saúde e segurança de cada empregado, onde os programas de segurança devem ser bem implementados e utilizados no chão de fábrica, salvando vidas e prevenindo danos.
2. Melhorar agressivamente o tempo de resposta ao cliente: estando a empresa mudando de sua forma tradicional de produção empurrada para os princípios baseados na demanda, é preciso aumentar suas habilidades referentes ao tempo de resposta dado aos clientes. As organizações que não se adaptarem as exigências de melhoria contínua exigidas pelo mercado não terão como permanecer no mercado global.
3. Implementar qualidade na fonte: é a garantia da qualidade em todos os processos produtivos, evitando assim que produtos com defeito sejam enviados ao próximo cliente. Isso é possível através de equipamentos capazes de detectar o erro humano e com máquinas que interrompem o processo sempre que acontece alguma anormalidade.
4. Criar uma cultura organizacional de aprendizagem, que seja cooperativa na busca de melhoria contínua: é dar oportunidades de aprendizado em todos os níveis da organização, dando conhecimento a todos para transformar a cultura da organização, onde as pessoas passam a formar times de trabalho que buscam a melhoria contínua, sempre apoiado por um processo de

aprendizagem, onde os erros passam a representar uma nova oportunidade de melhoria.

5. Ter uma produção competitiva para qualquer volume e que seja flexível para qualquer pedido: a organização deve estar preparada para atender a qualquer pedido do cliente, substituindo-se os princípios da produção em massa por sistemas flexíveis de manufatura, onde as pessoas e os equipamentos devem estar preparados para mudanças que venham a ocorrer no volume ou *mix* de fabricação.
6. Estabelecer medidas de processo que contribuam com as metas empresariais: é ter um sistema de realimentação que ajude as pessoas em todos os níveis da organização a tomar as decisões com base em medidas já pré-estabelecidas através dos objetivos empresariais, fazendo com que cada individuo ou time de trabalho possa enfocar em alcançar suas metas e sabendo como eles estão apoiando as metas empresariais globais.
7. Dirigir o processo de transformação com uma liderança envolvida e educada: A liderança tem que incentivar a criação de um ambiente de mudanças que ganhe o apoio cooperativo da organização como um todo, onde devem ser apresentados uma visão clara desse processo, com incentivos formais e fornecimento dos recursos necessários para sustentar essas mudanças.
8. Definir e entender funções e responsabilidades: é a identificação da estrutura organizacional, onde as funções e responsabilidades de cada um são uma condição prévia para a transformação, permitindo que as pessoas tomem decisões dentro do limite de suas funções e que são consistentes com os objetivos empresariais globais.
9. Aperfeiçoar o sistema produtivo através da implementação equilibrada dos 6 elementos: Cada um dos elementos de apoio do DMS é complementado com os outros cinco elementos. Juntos, eles formam um sistema mutuamente dependente capaz de alcançar as metas empresariais e sustentar os lucros da empresa, sendo o sistema como um todo comparado a uma corrente, onde o elemento mais fraco define a capacidade do DMS.
10. Eliminar implacavelmente os desperdícios: A contínua busca e eliminação de desperdícios dentro dos processos produtivos visam reduzir os custos e

o tempo de *lead time*, melhorando a posição competitiva da empresa e assegurando o futuro da organização.

Para atingir seus princípios operacionais no processo produtivo, A Delphi faz uso de um sistema de resolução de problemas com base em: um método científico, composto de cinco passos (identificar, analisar, planejar, implementar e avaliar) e a técnica dos "cinco por quê", método de solução de problema que simplesmente pergunta "por que?" várias vezes (normalmente cinco vezes) até chegar a causa de raiz do problema, que uma vez determinada fica fácil implementar uma ação corretiva.

Uma vez identificado a causa raiz do problema, é colocado em prática o uso dos seis elementos do DMS, que foram criados como sendo um meio de prover todo o sistema para se atingir os objetivos propostos pela empresa, e são baseados em ferramentas e técnicas da produção enxuta, conforme observado na tabela 9.

Tabela 9: Elementos do DMS x Técnicas e Ferramentas da Produção Enxuta

Elemento DMS	Técnicas e Ferramentas da Produção Enxuta
1. Fluxo de Produção	Mapa do Fluxo de Valor, *Takt Time* e *Layout* celular.
2. Ambiente de envolvimento dos empregados	Atividades de pequenos grupos e *empowerment*.
3. Organização no local de trabalho	5 S e Gerenciamento Visual.
4. Qualidade	Qualidade na Fonte, *kaizen* e Controle Estatístico do Processo.
5. Disponibilidade Operacional	Manutenção Produtiva Total, Troca Rápida de Ferramenta, Gerenciamento Visual.
6. Movimentação de material	*Kanban*, Produção Balanceada, Sistema de Produção *Just In Time* e Suprimentos *Just In Time*.

Fonte: Manual do DMS (1999)

Com a aplicação desses elementos e as técnicas coligadas a cada um deles, a Delphi procurar resolver definitivamente todos os seus problemas e assim eliminar continuamente os desperdícios que ocorrem no seu processo produtivo, transformando a empresa mais competitiva a cada dia que passa.

3.4 SISTEMA DE PRODUÇÃO VOLKSWAGEN

Com a abertura do mercado brasileiro, a multinacional Volkswagen do Brasil Ltda (filial da Volkswagen Alemanha) uma das maiores indústrias automobilísticas instaladas no país resolveu criar para todas as plantas da América do Sul uma nova filosofia de trabalho, onde o trabalhador do chão de fábrica deixa de ser apenas operacional para ser um verdadeiro agente de mudanças e solução de problemas.

Essa nova filosofia de trabalho é chamada de Sistema de Produção Volkswagen (SPVW), e está baseada na integração dos empregados com o processo produtivo através de Equipes de Trabalho, visando:

- Assegurar maior competitividade diante da nova realidade do mercado automobilístico brasileiro e mundial;
- Buscar uma melhoria contínua para o processo, para a qualidade e para a produtividade;
- Criar um ambiente mais favorável ao trabalho em equipe, ao crescimento pessoal, à versatilidade de funções e à eficácia operacional;
- Transformar todo trabalhador em um agente de mudanças.

Através do SPVW, que aplica novos métodos, normas e ferramentas de trabalho padronizado, os empregados participam de forma significativa em seu ambiente de trabalho (que foi dividido em células de produção), contribuindo tanto para melhorias do processo como dos produtos.

Segundo o Manual do SPVW (2001) cada Célula de Produção tem como composição básica as seguintes funções e suas respectivas atribuições:

- Líder de Célula: Pessoa de nível superior responsável por administrar e organizar a célula, procurando otimizar os processos e realizar o desenvolvimento pessoal de todos os membros da equipe, fazendo a integração entre pessoas, tecnologia e processos;
- Monitor: Responsável por instruir os novos membros da Equipe de Trabalho e ser o canal de comunicação da célula, onde busca coordenar a aplicação e evolução das metas de acordo com as necessidades de

cada área, que deverá ser documentada durante as reuniões da equipe devendo ainda substituir os demais membros do grupo em caso de ausências eventuais;

- Operador: Assegurar a qualidade e o volume de produção, colocando em prática a organização do posto de trabalho e participando dos processos de melhoria contínua.

A implementação das Células de Produção visa a participação e integração dos empregados para realização de um determinado conjunto de atividades, ampliando-se progressivamente a autonomia e responsabilidade de seus integrantes, e buscando-se o desenvolvimento profissional dos trabalhadores através de:

- Elaboração de sugestões quanto aos métodos de realização do trabalho, distribuição interna de atividades, alocação de recursos existentes, processo produtivo, *layout* e condições de trabalho;
- Acréscimo paulatino de novas atividades mediante adequado treinamento prévio para os integrantes das Equipes de Trabalho.

Todos os dados técnicos e organizacionais necessários para o desenvolvimento das equipes e cumprimento dos objetivos estabelecidos são disponibilizados na própria Célula, podendo ser observado o desempenho das equipes em termos de: volume de produção, indicadores de qualidade, índice de absenteísmo, número de acidentes de trabalho, programas de treinamento e qualificação e demais dados necessários, e que devem ser discutidos pela equipe nas reuniões semanais realizadas dentro da jornada normal de trabalho, sem comprometer os objetivos de qualidade e produtividade

3.4.1 ELEMENTOS DO SPVW

Para dar suporte a toda estrutura do SPVW, foram desenvolvidos nove elementos chaves para o seu funcionamento (Trabalho em Equipe, Gerenciamento Visual, Organização do Posto de Trabalho, Solução de Problemas/PMC², Trabalho Padronizado, Sistemas de Materiais, Qualificação e Treinamento, Processos Padronizados da Qualidade e TPM), conforme observado através da figura 33 que representa o símbolo do SPVW e que serão detalhados a seguir.

Figura 33: Símbolo do SPVW (MANUAL DO SPVW, 2001)

1º ELEMENTO: TRABALHO EM EQUIPE

O Trabalho em Equipe na Volkswagen é considerado o elemento de maior importância, uma vez que busca garantir de forma duradoura a obtenção dos objetivos relativos a empresa e considerando ao mesmo nível os objetivos dos empregados, contribuindo assim de forma significativa para o aumento da competitividade, para o aumento da satisfação no trabalho e da identificação com a empresa.

Esse elemento é baseado no Círculo de Qualidade (CQ), que é a base do sistema de qualidade japonês e parte da opinião de que todas as pessoas que trabalham dentro de uma organização são capazes de contribuir na busca de melhorias e solução de problemas.

Partindo desses princípios, foram formadas as equipes de trabalho da Volkswagen, que se reúnem toda semana por um período de meia-hora dentro do horário de trabalho para discutir e propor soluções para todos os problemas relatados. Essas equipes são compostas de oito a quinze pessoas no máximo, tendo como membros pessoas de diferentes conhecimentos e competências técnicas, onde um monitor, escolhido pela própria equipe faz o papel de interlocutor, tendo a responsabilidade de atualizar diariamente todos os dados referentes aos acontecimentos do dia-a-dia no trabalho, como absenteísmo, nível de refugo, falhas de qualidade e

outros, que serão discutidos posteriormente com todo o grupo nas reuniões semanais a fim de se encontrar uma solução para todos os problemas levantados.

2º ELEMENTO: GERENCIAMENTO VISUAL

O elemento Gerenciamento Visual do SPVW tem como objetivo a padronização das áreas de trabalho, procurando transmitir informações rápidas, simples e claras por meio de recursos como:

- o quadro de indicadores presente no canto de reunião de cada uma das equipes de trabalho, onde, através dos gráficos preenchidos diariamente é possível identificar como estão os índices de absenteísmo, refugo, volumes de produção, versatilidade dos membros da equipe e outros;
- marcação nos pisos para identificar o local, a capacidade máxima e a situação de cada material armazenado durante o processo;
- folha de instrução em cada posto de trabalho, contendo todas as informações necessárias para se realizar cada uma das operações existentes no processo produtivo, possibilitando que qualquer dúvida existente por parte do trabalhador que executa a tarefa possa ser imediatamente esclarecida sem a necessidade de ser acionado o monitor, inspetor, líder ou engenheiro de processo, agilizando assim o processo de tomada de decisão;
- utilização do sistema *kanban* para gerenciamento do material em processo e controle do estoque de material produtivo e improdutivo;
- e a utilização de *andon* em todas as máquinas e equipamentos, possibilitando uma identificação/correção imediata por parte do trabalhador assim que ocorrer qualquer tipo de problema.

3º ELEMENTO: ORGANIZAÇÃO DO POSTO DE TRABALHO

Através desse Elemento a Volkswagen faz uso da técnica chamada 5 S, visando alcançar a configuração e a manutenção do posto e do ambiente de trabalho através de uma forma segura, limpa, ergonômica e clara, dos quais todas as coisas

desnecessárias são removidas, garantindo assim recursos para alcançar maior qualidade, produtividade, segurança e satisfação por parte de todos os funcionários da empresa.

4º ELEMENTO: TRABALHO PADRONIZADO

O Trabalho Padronizado é a uniformização do método de trabalho entre os turnos, com o objetivo de padronizar as atividades desenvolvidas pela mão-de-obra, tendo como principais vantagens a execução segura e completa de todas as atividades definidas, o auxílio na orientação do trabalho e a definição clara daquilo que deve ser feito, garantindo assim a produtividade e qualidade dos bens fabricados.

5º ELEMENTO: SOLUÇÃO DE PROBLEMAS/PMC²

Com o Elemento Solução de Problemas/Processo de Melhoria Contínua ao Quadrado (PMC²), foi criado um procedimento uniforme e padronizado, através do qual melhorias são propostas e implementadas pelos trabalhadores, buscando eliminar de forma duradoura as reais causas dos problemas existentes. Com esse elemento é possível:

- que todos os funcionários sejam envolvidos na solução de problemas e processos de melhoria;
- ter segurança e sentimento de certeza, de que os Problemas serão solucionados de forma duradoura;
- reduzir o tempo de reação entre a detecção do Problema e sua solução;
- ter uma visualização clara e transparente da documentação.

Toda vez que um problema não puder ser resolvido de forma imediata e duradoura, ele deve ser registrado em um Relatório de Análise de Problema (RAP), cujo autor deve ser a própria pessoa que detectou o problema ou alguém que domine bem o assunto e queira assumir a solução do problema. Um modelo desse formulário é apresentado na figura 34, e deve conter informações referente a peça, a criticidade do problema e se é relativo a qualidade do produto (SGQ) ou a qualidade ambiental (SGA).

A partir dessas informações, são determinadas as ações referentes a Contenção (Co), Prevenção (P) e Corretiva (C), bem como seus responsáveis. O acompanhamento das eficácias se dá através do Círculo PDCA (1. Identificar o problema, 2. descrever o problema, 3. Analisar as causas, 4. Elaborar as ações, 5. Implementar as ações, 6.

Verificar a eficácia das ações, 7. Padronizar a solução e 8. Registrar as informações), onde são checadas todas as fazes da solução do problema e do gráfico de acompanhamento das eficácias, onde é cruzado as informações referentes a data da ação corretiva e o número de falhas ocorridas após a implementação da ação.

RAP (Relatório de Análise de Problema)

Nº da Folha:_____ SGQ ( ) SGA ( )

Peça/Conjunto Nº_____
Crítica ( ) Menor ( )
Denominação:_____

Área: _____
C.C.: _____
Emissão: _____
Revisão: _____

Descrição do Problema: _____

Ações	Co	P	C	Responsável	Prazo

Causa Raiz (Método Utilizado):	Acompanhamento Do Processo

Equipe de Trabalho	Ramal	CPI	E-mail

Indicador

Acompanhamento da eficácia

Tempo

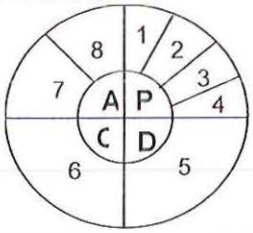


Figura 34: Modelo do RAP (MANUAL DO SPVW, 2001).

O RAP deve permanecer sempre na célula onde foi detectado o problema, de forma que todas as pessoas possam acompanhar as ações corretivas e ter um histórico dos acontecimentos da célula.

6º ELEMENTO: SISTEMAS DE MATERIAIS

Sistemas de Materiais é a aplicação da ferramenta *kanban* como sendo o elemento utilizado para suprir a Volkswagen de todo material que ela necessita em seu processo de fabricação, procurando ter um estoque enxuto e evitando desperdícios através da estabilização dos processos, reduzindo assim seus custos com material parado em depósitos e com o excesso de estoque de material em processo.

Com a aplicação desse elemento os trabalhadores das células, junto com os setores de qualidade de peças e logística, conseguem agendar reuniões junto aos fornecedores para discutir problemas relativos a embalagens recebidas e propondo sugestões de melhorias como: a redução do tamanho do lote, disposição das peças nas embalagens recebidas entre outros, criando uma grande sinergia entre fornecedor e cliente.

No processo interno da fábrica, o elemento sistema de materiais permite que em função dos volumes de produção os montadores possam sempre estar redefinindo a quantidade de peças que ficam armazenadas nas prateleiras de abastecimento, onde a quantidade máxima de caixas é limitada em um dia de produção. As próprias caixas de peças funcionam como cartão *kanban*, indicando ao abastecedor de linha o momento certo para abastecer cada ponto da linha de montagem.

7º ELEMENTO: PROCESSOS PADRONIZADOS DA QUALIDADE

O Elemento Processos Padronizados da Qualidade é com certeza o mais aplicado de todos os elementos do SPVW, pois procura atender as rigorosas normas de qualidades exigidas pelos órgãos certificadores da ISO 9000, e dos certificadores da *Verband Der Automobilindustrie* (VDA), que são as normas de qualidade exigidas para as indústrias automotivas da Alemanha, e estão divididas em: VDA 6.3 (auditoria de processo) e VDA 6.1 (auditoria de sistema). Através dos Processos Padronizados da Qualidade é possível alcançar a qualidade especificada para o produto durante todo o processo de manufatura, permitindo:

- Maior flexibilidade aos empregados dentro e fora das suas células de trabalho;
- Avaliação mais objetiva dos resultados do trabalho;

- Melhor definição das Folhas de Instruções e dos critérios de aceitação;
- Detecção mais rápida de eventuais não conformidades, focando a prevenção de problemas futuros e a qualidade na fonte;
- Melhor identificação das causas de não conformidades;
- Facilidade para se comparar os resultados das células de fabricação (na própria fábrica e com as demais fábricas do grupo Volkswagen no mundo);
- Treinamento dos empregados de forma mais rápida e mais simples;
- Reprodutibilidade do processo (permite que qualquer pessoa obtenha o mesmo resultado no mesmo processo);
- o aperfeiçoamento contínuo dos produtos e processos, buscando a excelência da Qualidade conforme os padrões mundiais.

Para garantir o funcionamento desse elemento, é utilizado um Ciclo de Ajuste da Qualidade que visa a retro-alimentação de informações o mais próximo possível do posto de trabalho onde ocorreu algum problema, facilitando assim a tomada de ações corretivas no local, e evitando uma "epidemia" do problema identificado, estando dividida em dois momentos distintos: implementação de ações corretivas e avaliação do resultado.

Dentre as ações corretivas aplicadas (ajustes, substituição de componentes, treinamentos etc), existe uma grande aplicação da técnica *Poka-Yoke* (prevenção de erros) que são dispositivos utilizados para garantir que as operações sejam executadas corretamente, ou então permitindo a detecção do erro na fonte, possibilitando:

- evitar que erros se transformem em defeitos;
- evitar montagens com peças erradas, com peças faltantes, ou posições invertidas;
- Evitar desgaste excessivo de ferramentas ou quebra de máquinas;

A importância dada no SPVW em se detectar o problema na fonte está relacionado a um estudo que mostrou o custo da correção de defeito em comparação ao local que o mesmo foi detectado, sendo possível perceber que o custo da não

conformidade aumenta exponencialmente, sendo maior quanto mais longe do ponto de origem for detectada, uma vez que além dos custos referentes à execução/correção do problema, também começa a ser calculado os gastos logísticos, deslocamento de mão-de-obra especializada, quantidade de trabalhos desperdiçados, entre outros (figura 35).

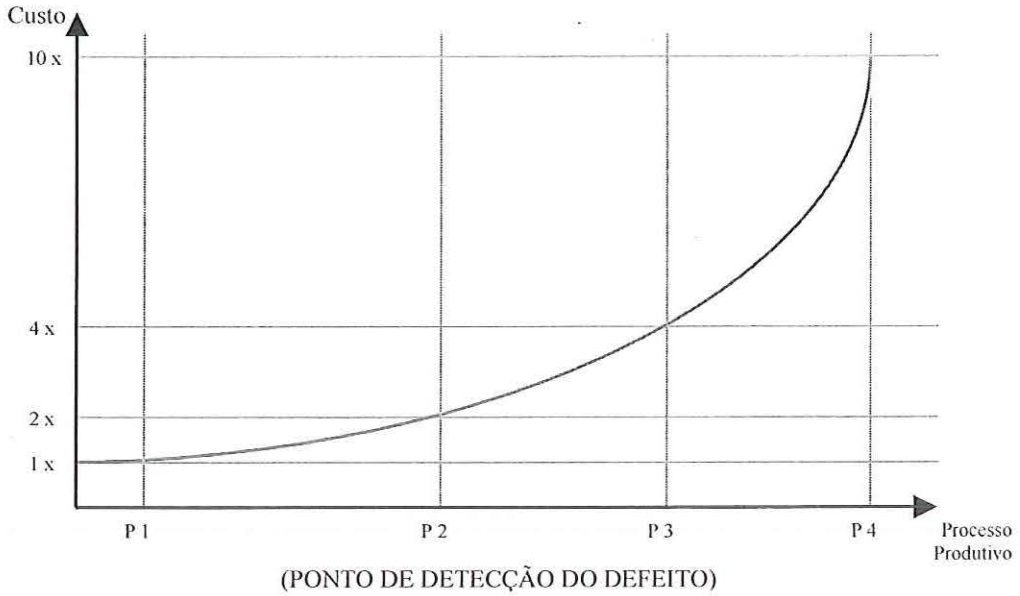


Figura 35: Custo do Defeito x Ponto de Detecção (MANUAL DO SPVW, 2001).

Já a Avaliação do Resultado é a comparação entre as características do produto obtido com aquelas planejadas, ou seja, com os padrões estabelecidos. Ela pode abranger etapas diferentes do processo de fabricação, gerando informações úteis para o seu aperfeiçoamento.

8º ELEMENTO: MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Através da MPT, os trabalhadores apresentam uma maior participação na preservação dos seus meios de trabalho, que são as máquinas e equipamentos, garantindo assim um volume de produção constante e com alto índice de qualidade, uma vez que alem de evitar quebras, a MPT também preveni a produção de itens fora do padrão através da checagem dos dispositivos utilizados para travar as peças nas máquinas, evitando então a geração de refugos e retrabalhos.

O fundamento desse elemento está no fato de liberar o pessoal produtivo para inspecionar suas máquinas e equipamentos de trabalho ao menos uma vez por semana,

seguindo um padrão pré-estabelecido em uma lista que contém os principais pontos a serem verificados.

Quando é detectado algum problema, o trabalhador pode abrir um Cartão de Manutenção com todas as informações que achar necessário, para então gerar uma Ordem de Serviço (OS) no sistema de gerenciamento de manutenção utilizado pela empresa. Esse Cartão de Manutenção pode ser de duas cores: azul, quando o próprio operador for capaz de resolver o problema, ou então vermelho, quando houver a necessidade de intervenção das pessoas responsáveis pela manutenção mecânica ou eletrônica.

9º ELEMENTO: QUALIFICAÇÃO E TREINAMENTO

É o elemento que visa garantir a cada empregado a qualificação básica necessária para desenvolver suas funções através de uma qualificação suplementar, onde são melhorados a formação profissional e o aperfeiçoamento contínuo do empregado.

Os treinamentos abrangidos dentro do SPVW, vão desde treinamentos operacionais nas linhas de produção (*on-the-job)* até treinamentos básicos em eletricidade, mecânica industrial, metrologia, mecânica automotiva, normas de qualidade e de meio-ambiente entre outros.

Esses treinamentos são efetuados de forma intensa, a fim de obter todos os resultados esperados dentro do sistema de produção e conseqüentes objetivos organizacionais de transformar a Volkswagen em uma empresa enxuta e preparada para enfrentar cada vez melhor a concorrência existente dentro do mercado automobilístico nacional.

3.4.2 MATRIZ DE APLICABILIDADE E ABRANGÊNCIA

Além dos Nove Elementos apresentados, é importante ressaltar a existência da Matriz de Aplicabilidade e Abrangência, que tem como objetivo principal potencializar o resultado global do SPVW, onde são consideradas as diferenças existentes entre cada grupo de trabalho, permitindo assim a concentração do foco em itens relevantes para o sistema.

Através dessa matriz, é definida, grupo a grupo, a aplicabilidade de cada elemento em função: da área, do processo de fabricação, do índice de automatização, do

nível de especialização e tecnologia, do arranjo físico entre outros, determinando assim os elementos de aplicação obrigatória em cada grupo ou no caso de aplicação parcial, quais os itens principais de cada elemento que deverá ser incorporado ao sistema.

A Matriz de Aplicabilidade e Abrangência é item obrigatório no Painel de Indicadores do Grupo de Trabalho, onde todos os elementos implantados devem ser tratados com extremo rigor no que diz respeito aos processos de padronização, metodologia, conceitos e, também, no tocante às auditorias.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE SCP

O que foi apresentado sobre os SCP é apenas uma visão geral de como algumas empresas estão procurado maneiras alternativas de se desvincularem do tradicional sistema de produção em massa para se transformarem em empresas mais enxutas e preparadas para enfrentar a concorrência proporcionada pela globalização. Através da tabela 10, é feita uma comparação entre as principais ferramentas da produção enxuta e suas aplicações em cada um dos três SCP apresentados.

Tabela 10: Aplicação das Técnicas e Ferramentas da Produção Enxuta pelos SCP apresentados

TÉCNICAS E FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO ENXUTA	SCP		
	ABS	DMS	SPVW
Organização do Posto de Trabalho	X	X	X
Produção Puxada/*Kanban*	X	X	X
TRF/SMED	X	X	X
Qualidade na Fonte	X	X	X
Layout Celular	X	X	X
Manutenção Produtiva Total	X	X	X
Trabalho em Equipe	X	X	X
Trabalhadores Multifuncionais	X	X	X
Mapeamento do Fluxo de Valor		X	
Produção Balanceada / *Takt Time*	X	X	
Gerenciamento Visual	X	X	X
Melhoria Contínua	X	X	X
Autonomação	X	X	X
Produção JIT	X	X	X
Suprimentos JIT	X	X	X

Conforme pode ser observado, o SCP da Delphi é o mais completo dos três, fazendo uso inclusive do Mapeamento de Fluxo de Valor, que é uma das principais ferramentas da produção enxuta para identificar pontos de desperdícios no processo produtivo, enquanto que os SCP's da Alcoa e Volkswagen nem se quer mencionam essa ferramenta.

Na elaboração de um SCP que visa alcançar os mesmos objetivos do sistema de produção enxuta, é preciso considerar integralmente cada uma das técnicas e ferramentas apresentadas, possibilitando a empresa melhorias em todos os aspectos, e não apenas em alguns processos isolados que de nada contribuem para o sucesso da empresa como um todo.

O próximo passo desse trabalho é justamente mostrar através de um estudo de caso realizado na Volkswagen, que o SCP desenvolvido por essa empresa, mesmo apresentando grandes resultados em alguns aspectos em específico (principalmente no que diz respeito à qualidade do produto), é ainda muito limitado para permitir afirmar que ela é uma empresa enxuta e totalmente preparada para atender a todas as necessidades e exigências do mercado consumidor (preço, variedade de modelos, agilidade no lançamento de novos produtos, entre outros).

CAPÍTULO 4
CASO DE IMPLANTAÇÃO DO SCP DA VOLKSWAGEN

4.1 A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E O MERCADO NACIONAL

Com todas as ocorrências que aconteceram na economia brasileira na década de 90, conforme é apresentado na tabela 11, às quatro maiores industrias automobilística existente no Brasil (VW, GM, Ford e FIAT) perderam sua hegemonia de vendas dentro do mercado nacional.

Tabela 11: Trajetória da industria nos anos 90

Período	
1990~1991	Abertura da economia; Quebra do protecionismo tradicional; Retração de produção e vendas.
1992~1993	Câmara Setorial; Tentativas tripartites de elaboração de política industrial; Início da Reestruturação; Novo estilo de ação sindical; Diminuição das greves gerais do setor.
1994	Estabilização monetária; Mercosul; Regime automotivo; Intensificação da modernização; Diminuição da incerteza; Ampliação dos mercados.
1993~1996	Recordes de produção e de vendas; Novos investimentos; Novas fábricas; Novas marcas; Crise e concentração em autopeças; Internacionalização de produção, insumos e produtos.
1996~1997	Guerra fiscal; Volta do Estado como sócio da produção; Crise das bolsas dos programas de investimentos.

Fonte: Salerno et al. (1998, p.18)

Com esses acontecimentos, as quatro montadoras foram obrigadas a reverem toda a sua estrutura para continuarem sendo competitivas diante das novas marcas que começaram atuar no país, das novas exigências por parte dos consumidores, da abertura de mercado para produtos importados e das novas alíquotas de importação, conforme pode ser percebido na figura 36.

Figura 36: Mudanças no mercado automobilístico nacional

Segundo Carvalho (2002), de 1996 para cá os investimentos nesse setor no país foram da ordem de US$20 bilhões, transformando o Brasil no maior porto de desembarque de recursos do setor automobilístico do mundo.

As montadoras que estavam instaladas no país até 1990 e que detinham a divisão dos lucros no mercado nacional, foram obrigadas a ver seus lucros sendo compartilhados com as novas marcas que resolveram investir no mercado brasileiro, fazendo com que a cúpula estratégica dessas empresas buscassem formas rápidas e eficientes de melhorarem a qualidade de seus produtos.

Carvalho (2002) acredita que passado à turbulência das mudanças, o parque industrial hoje já se encontra estruturado, com empresas localizadas em diversos estados, e com uma capacidade de produção na ordem de 3,2 milhões de veículos por ano, fazendo com que o maior desafio das montadoras agora seja o desenvolvimento desse mercado, uma vez que mesmo com toda essa capacidade produtiva, à produção tem ficado próximo da casa de 1,8 milhão de unidades, ocasionando assim um momento decisivo para a industria automobilística brasileira, que enfrenta agora dois desafios, sendo que o primeiro depende de ações governamentais e abrange:

- O desenvolvimento do mercado interno, de forma a possibilitar o crescente acesso dos consumidores aos produtos fabricados, permitindo assim a retomada nos investimentos realizados no país;
- Consolidar os mercados externos já conquistados (que gira em torno de 20% da produção) e ampliar esse mercado através de acordos bilaterais de comercio exterior.

Já o segundo desafio é de exclusividade única de cada empresa, e abrange a estratégia adotada por cada uma delas com os objetivos de alcançarem um aperfeiçoamento contínuo de seus produtos, serviços e atividades realizadas. Dando uma maior atenção a esse segundo aspecto, o presente capítulo dessa dissertação apresenta como foi a implantação do SCP desenvolvido pela Volkswagen do Brasil, tendo como objetivo principal propor alguns pontos de melhorias para esse sistema com base nos princípios da produção enxuta levantados no capítulo 2.

Para tanto, esse capítulo foi organizado de forma a deixar claro qual a dimensão da empresa em estudo e como foi o processo de implantação do seu SCP, para então ser realizado o estudo de caso/pesquisa-ação sobre a implantação das sugestões de melhorias a esse sistema à luz dos conceitos da produção enxuta, sendo possível observar os resultados obtidos através da implantação parcial do mapa da situação futura proposto.

4.2 BREVE HISTÓRICO DA EMPRESA EM ESTUDO

A Volkswagen é uma empresa automotiva de origem alemã e implantou-se no Brasil em 1953 no estado de São Paulo. O primeiro produto montado pela Volkswagen no Brasil foi o Fusca, com peças importadas da Alemanha. Em 1957, foi lançado o primeiro veículo brasileiro, a Kombi, com 50% de peças nacionais. A Volkswagen é considerada hoje uma das maiores empresas privadas do país e foi a primeira fabricante de automóveis da América do Sul a receber o certificado da norma ISO 9001 e a primeira a utilizar robôs no processo de fabricação de motores.

Sendo uma das maiores empregadoras do Brasil, tem uma produção aproximada de dois mil veículos por dia dividido em quatro fábricas ligadas a fabricação de carros de passeio e comerciais leves: São Bernardo do Campo, Taubaté e São Carlos no estado de São Paulo e São José dos Pinhais no estado do Paraná, além da fábrica de caminhões em Resende no estado do Rio de Janeiro.

4.3 CASO: A IMPLANTAÇÃO DO SCP DA VOLKSWAGEN

Quando comparando a situação da Volkswagen do Brasil com os resultados de outras montadoras, a diretoria da empresa percebeu que estava adormecida diante de tantas mudanças que estavam acontecendo no mundo afora, e que era preciso acordar para não ser superada pelas novas empresas que estavam ingressando no mercado automobilístico brasileiro.

Diante desse problema, a primeira decisão da empresa foi reduzir seus custos, fazendo surgir algumas criticas em áreas antes inquestionáveis, como a engenharia e qualidade do sistema produtivo, onde foi possível perceber os altos índices de esforço e dinheiro gasto na resolução dos problemas ocorridos durante o processo de fabricação, ficando determinado à necessidade de mudanças em três aspectos: Produtos, Processo e Organização (Cultura), de forma que a empresa pudesse se tornar flexível, ágil, enxuta e conseqüentemente competitiva novamente.

Para tanto, a diretoria da empresa solicitou a criação de um SCP baseado nos princípios da Produção Enxuta, e que foram implantadas através da criação do Sistema de Produção Volkswagen (SPVW) em todas as plantas da América do Sul, onde foi organizada todo uma estrutura de apoio para organização e manutenção desse sistema, fazendo parte dessa estrutura: a Diretoria da Volkswagen, os *Champions* de cada Elemento e os Coordenadores desses elementos em cada uma das áreas existentes nas Plantas da Volkswagen na América do Sul, conforme é apresentado na figura 37.

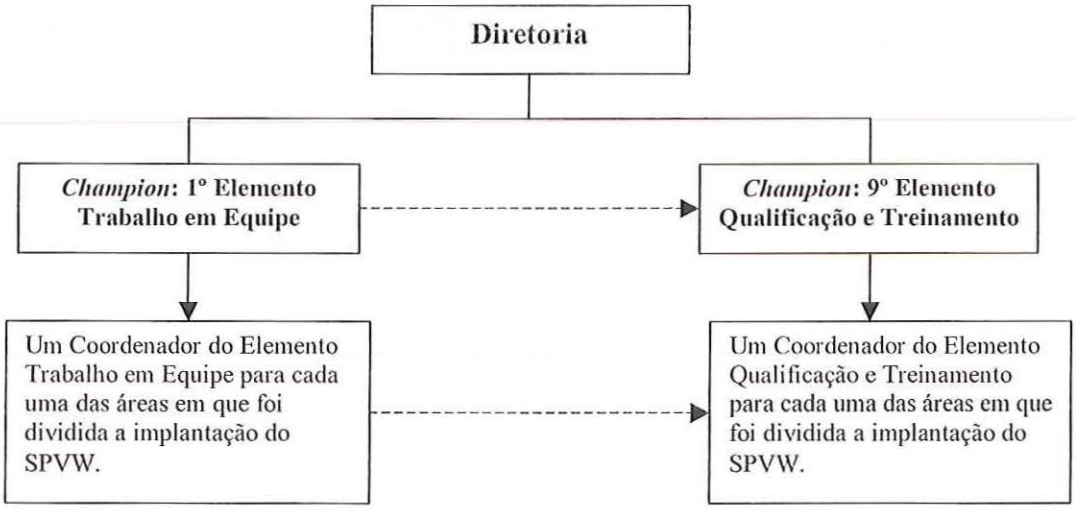


Figura 37: Estrutura adotada na implantação do SPVW

O maior objetivo do SCP da Volkswagen é fornecer aos clientes produtos com maior qualidade, melhores preços e cumprimento dos prazos estabelecidos, seguindo uma filosofia de total integração de todos os empregados da companhia com o processo produtivo, tendo como foco principal o trabalhador do chão de fábrica, que através da aplicação de novos métodos, normas e ferramentas de trabalho padronizadas, participa de forma mais significativa em seu ambiente de trabalho.

Dentro dessa nova filosofia de trabalho, a Diretoria ficou responsável pelo desenvolvimento e implementação do SPVW, garantindo recursos para que todo o sistema acontecesse sem nenhum processo de interrupção, apoiando explicitamente ao programa, dando suporte e autonomia ao Time de *Champions* e assegurando a eficácia do Sistema Cascata de divulgação do SPVW, conforme é apresentado na figura 38.

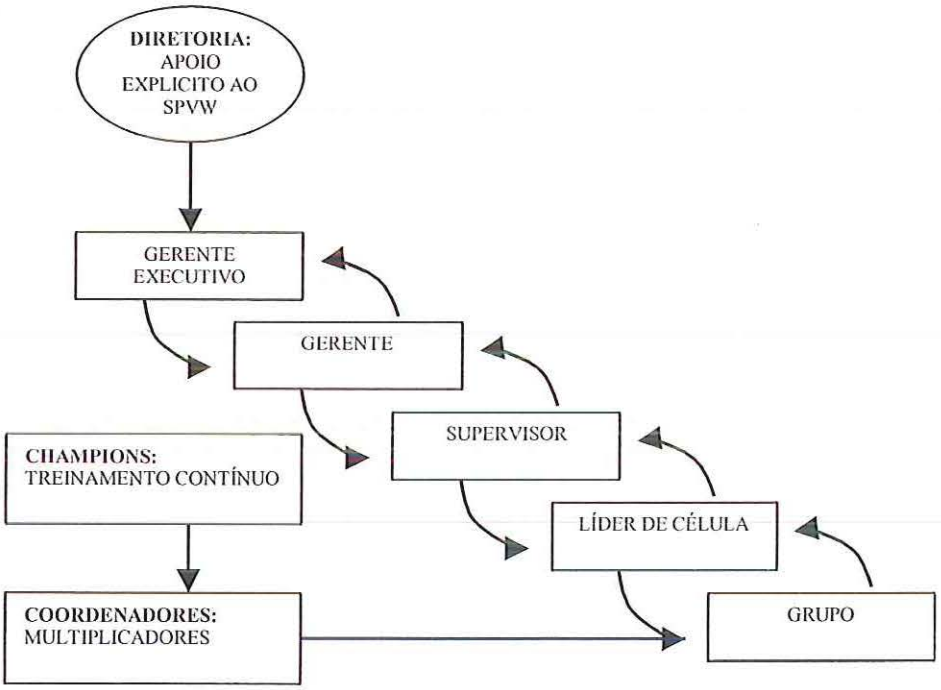


Figura 38: Implantação do SPVW (MANUAL DO SPVW, 2001).

Aos *Champions* couberam as definições dos representantes e do tamanho das equipes, definição dos objetivos em cada elemento, desenvolvimento de conceito único

e padronizado, considerando porém a particularidade de cada área e gerenciamento detalhado do conteúdo de cada elemento.

Os Coordenadores foram pessoas escolhidas como sendo os responsáveis para representar sua área de atuação dentro do Time, levando todas as decisões desse Time para as suas respectivas áreas, onde esses representantes estavam entre as pessoas mais importantes de cada área.

Os *Champions* e os Coordenadores juntos, além das responsabilidades acima citadas, tiveram também que elaborar e divulgar os manuais do SPVW, definindo os treinamentos necessários para cada uma das áreas abrangidas pelo sistema, a saber: Estamparia, Armação, Pintura e Montagem da Planta Anchieta, Estamparia, Armação, Pintura e Montagem da Planta Taubaté, Motor Água, Motor Ar, Fundição, Transmissão, São Carlos, Pacheco e Córdoba na Argentina, Planejamento, Logística Central, Logística Taubaté, Tecnologia da Informação, Engenharia Industrial, RH Anchieta, RH Taubaté e Qualidade, totalizando ao todo mais de duzentas pessoas envolvidas como Coordenadores dos elementos do SPVW.

Durante o processo de implantação, coube aos Gerentes e Supervisores de cada área a responsabilidade de conhecer, entender e apoiar toda a filosofia do SPVW, definindo uma área para desenvolvimento piloto do sistema, que começou a acontecer somente depois de ser totalmente definida, estruturada e aprovada pela Diretoria da empresa.

4.3.1 DEFINIÇÃO DA ÁREA PILOTO EM SÃO CARLOS

Com um efetivo de 520 empregados diretos e 325 terceiros, a Planta de São Carlos é responsável pela produção de mais de trinta tipos de motores e tem uma capacidade instalada de 2850 motores por dia, estando dividida internamente em duas alas distintas denominadas de EA111 e EA113. O gerente da Planta é responsável por reportar todos os resultados de São Carlos diretamente para a Diretoria da empresa localizada na matriz brasileira, em São Bernardo do Campo, e tem o suporte de todo o corpo executivo das áreas de Qualidade, Logística, Engenharia e Recursos Humanos. A Figura 39 mostra de forma macro como é a estrutura da Planta São Carlos.

Desde a sua inauguração, o nível de escolaridade mínimo exigido para funcionários diretos é o segundo grau completo, com uma situação atual de: 83,8% com o segundo grau completo, 4,5 % com ensino superior incompleto, 11,1% com ensino superior completo e 0,6% com algum tipo de pós graduação, facilitando bastante a

implantação do SPVW em São Carlos, bem como os resultados obtidos com essa implantação.

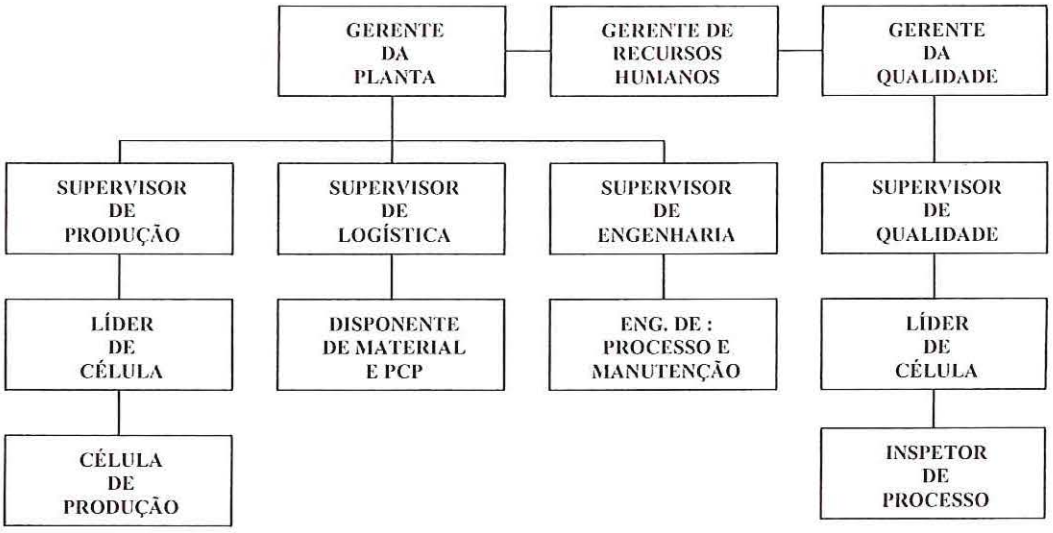


Figura 39: A estrutura da planta São Carlos

A área escolhida como Piloto na implantação do SPVW em São Carlos foi o setor de Montagem Parcial do EA111, pois como é percebido através da figura 40, esse setor é ao mesmo tempo cliente e fornecedor, tornando-se um excelente referencial para a avaliação dos resultados da implantação do SPVW.

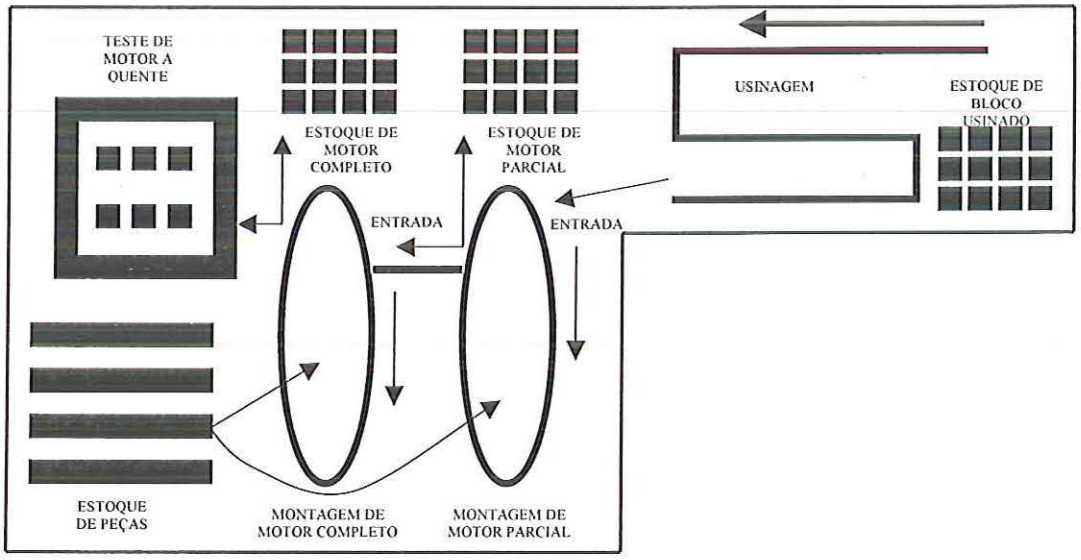


Figura 40: Layout do EA111

Ao responsável pela área piloto coube: assegurar o cumprimento das metas e dos prazos estabelecidos, auditar e avaliar os resultados das áreas procurando identificar possíveis melhorias e pontos de correção nos manuais do SPVW, e posterior implantação do sistema nas demais áreas da planta.

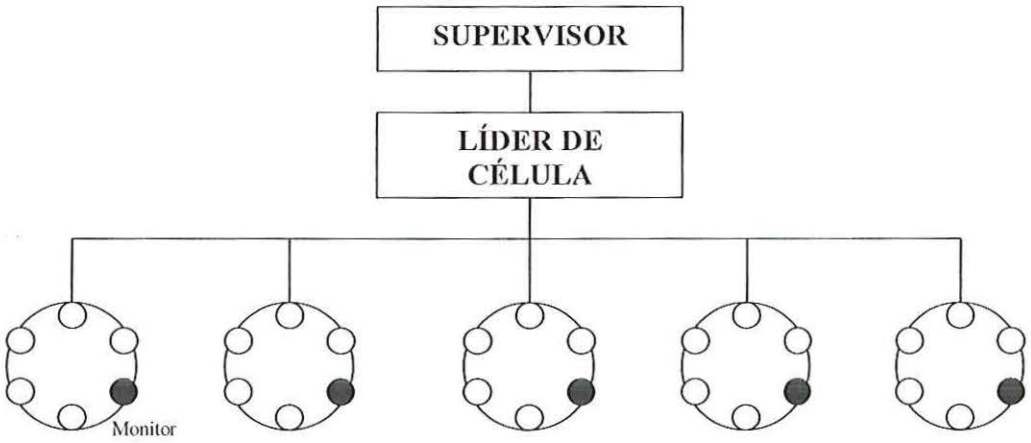
Como algumas das ferramentas do SPVW já estavam sendo usadas de forma isolada em determinados setores da empresa, cada área piloto teve liberdade para seguir seu próprio cronograma de implantação, mas sempre respeitando a padronização dos elementos, conforme a definição dos manuais descritivos.

Em São Carlos o primeiro elemento a ser implantado foi o Trabalho em equipe, que seguindo o manual descritivo do SPVW passou a tratar o setor como sendo uma 'célula', e foi dividida em dois grupos, com uma pessoa para cada um desses grupos assumindo a posição de monitor. Por ter uma função diferenciada dentro do grupo, o monitor recebe um adicional de 7% no seu salário, que é incorporado como forma de abono enquanto estiver assumindo esse papel. Entre as atividades do monitor, é possível citar:

- ser o porta-voz do grupo diante das dificuldades e problemas detectados;
- responsabilidade em coordenar o grupo conforme as informações que recebe no seu dia-a-dia;
- notificar nas folhas de controle todas as informações pertinentes a célula (refugo, absenteísmo, produtividade etc);
- assumir um posto de trabalho em eventuais ausências de algum membro do grupo entre outras.

Para assumir a posição de monitor, o Líder da célula faz a indicação de pelo menos duas pessoas que tenham o perfil desejado, colocando então para uma votação junto às pessoas do grupo, que podem tanto colocar alguém como monitor como solicitar ao Líder sua retirada caso acreditem que o mesmo não está cumprindo com suas obrigações. Essa estrutura adotada com a implantação do SPVW é melhor compreendida através da figura 41 que mostra a hierarquia dentro da célula e a função resumida de cada um dos seus componentes.

ELEMENTO: Trabalho em Equipe



- **GRUPOS DE TRABALHO**: Constituído por 6 a 12 empregados, dependendo da área, grau de automatização, tecnologia e *layout*. Podendo ter equipe de até 15 empregados, em casos especiais, não superando em 10 % na operação

- **MONITOR**: Cada grupo de trabalho possui um monitor, que exerce as funções de Coordenador e Porta-voz.

- **LÍDER DE CÉLULA**: Trata-se do primeiro nível de supervisão da manufatura e administra de três a seis grupos de trabalho.

- **SUPERVISOR**: Profissional de nível executivo e responsável pela supervisão de três a seis lideres de célula.

Figura 41: Composição do elemento trabalho em equipe (MANUAL DO SPVW, 2001)

Com a implantação do Elemento Trabalho em Equipe a célula foi totalmente reestruturada, de forma a poder dar condições para o grupo discutir e resolver os problemas detectados. Nessa reestruturação fez parte a instalação de duas mesas de reunião (uma para cada grupo) com cadeiras para cada um dos membros do grupo (local para o grupo colocar em pratica suas reuniões semanais), armários na própria célula para guardar objetos e pertences pessoais (garantindo assim a organização no posto de trabalho), dois *flip-chart* para anotar as idéias discutidas pelo grupo, além de todo o material de apoio necessário para que os monitores pudessem conduzir com sucesso a implantação do trabalho em equipe.

As primeiras reuniões realizadas pelo grupo serviram para apresentar o programa e esclarecer todas as dúvidas existentes sobre o SPVW. À medida que essas

reuniões foram evoluindo, passaram a ser apresentados para discussão com o grupo os primeiros problemas detectados através dos relatórios preenchidos diariamente pelos monitores, conforme o modelo apresentado na figura 42.

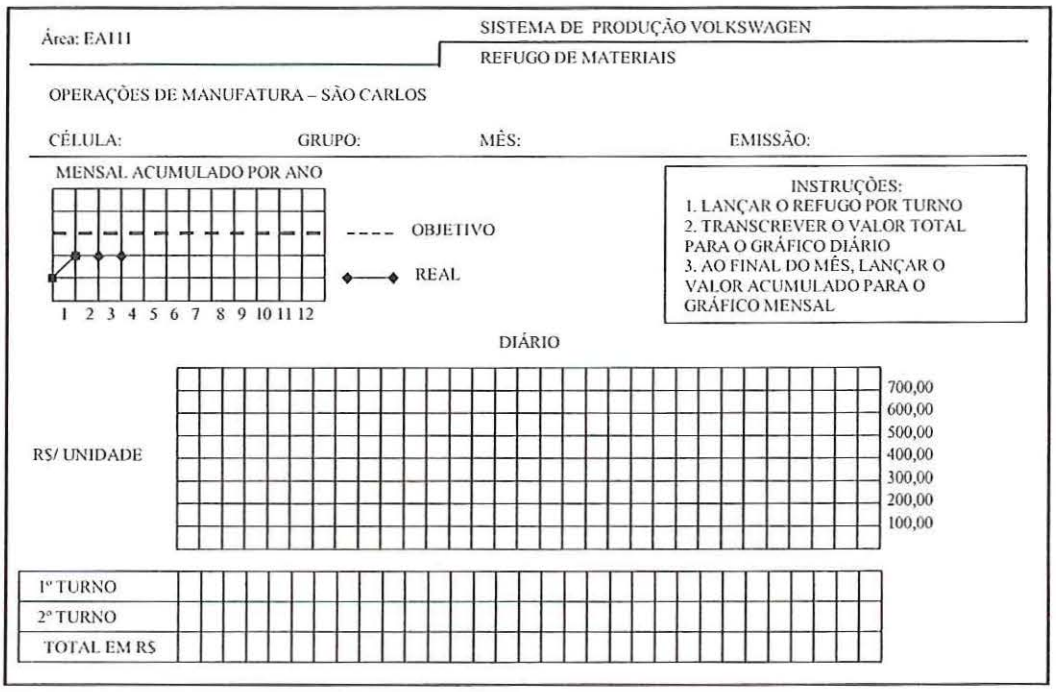


Figura 42: Gráfico de controle de refugo (MANUAL DO SPVW, 2001).

Com base no relatório de refugo, foi levantado o primeiro problema detectado pela equipe, que foi relativo ao alto índice de falhas de processo existentes na célula, chegando a um valor acumulado de mais de 2000 motores com falhas.

Para ajudar na solução desses problemas, o coordenador do Elemento Trabalho em Equipe envolveu também os responsáveis pelos Elementos Processos Padronizados da Qualidade e Solução de Problemas/PMC², que apresentaram e ensinaram ao grupo o uso de ferramentas como o Diagrama de *Ishikawa, Brainstorming*, o *Poka-Yoke* e o RAP. Entre as possíveis causas apresentadas e discutidas pelo grupo, começaram aparecer itens como: falta de treinamento, problemas

com as máquinas e equipamentos, peças com defeitos provenientes dos fornecedores entre outros.

Com base nos pontos levantados pelos próprios montadores, foi aos poucos aparecendo à necessidade dos demais Elementos do SPVW como sendo ferramentas importantes para solucionar definitivamente os problemas detectados e que foram gradativamente introduzidos no dia-a-dia da célula, proporcionando resultados tão bons que foi logo expandido para toda a Planta de São Carlos. Passados quatro anos da sua implantação já é possível perceber o grande ganho que empresa passou a ter em dois aspectos específicos: diminuição do inventário (que era proporcionado pelo alto índice de motores para retrabalho) e redução nos custos de refugo (proveniente de peças dos motores que sofriam retrabalho), conforme observado através da figura 43.

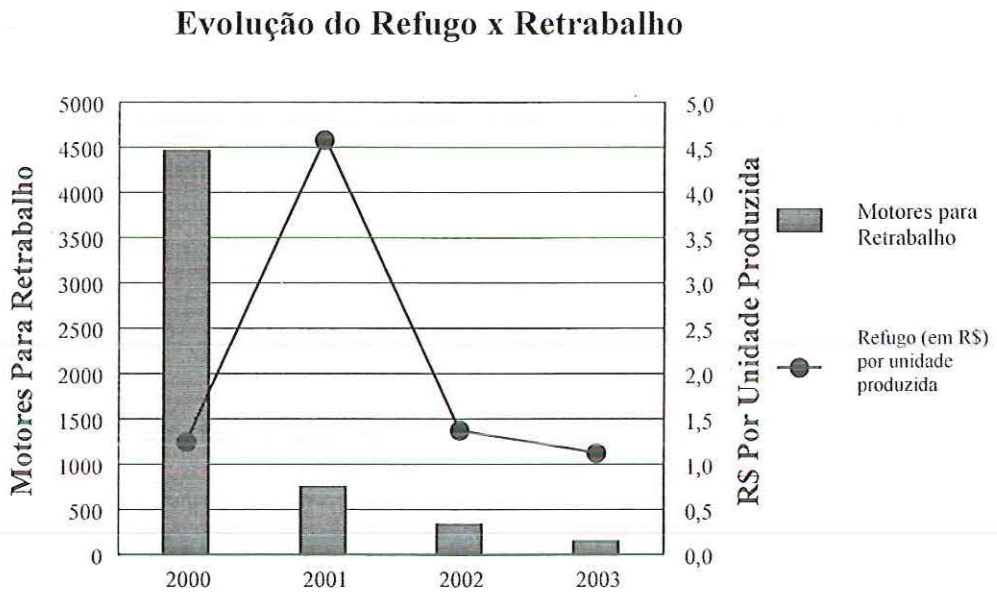


Figura 43: Evolução do Refugo x Retrabalho na Planta São Carlos (QA PROCESSO –VW SÃO CARLOS, 2004).

Através desses resultados é possível perceber que com a queda de motores para retrabalho entre 2000 e 2001 (após a implantação do SPVW) o valor gasto com refugo subiu proporcionalmente. Isso aconteceu porque até o ano de 2000 as ações tomadas na contenção dos retrabalhos não estavam sendo eficazes, sendo executados

alguns poucos reparos que eram de uma grandeza menor de dificuldade e deixando que os reparos mais difíceis aumentassem o volume total de motores interditados, mascarando dessa forma o valor de refugo, uma vez que as peças danificadas durante o processo acabavam não sendo contabilizadas como *scrap* enquanto não fosse realizado o reparo do motor. Com a utilização de todos os Elementos do SPVW foi possível diminuir o índice de motores que saiam com defeito em todas as células, possibilitando aos montadores atacar definitivamente o grande volume de motores que estavam aguardando a realização de reparo, mas pagando com isso um alto valor de refugo proveniente de anos anteriores de produção.

Mas passada essa primeira etapa, foi possível manter o número de motores para retrabalho dentro de valores aceitáveis pela diretoria da empresa sem prejudicar também os indicadores de refugo. Esses resultados só foram possíveis de acontecer por haver um grande envolvimento e comprometimento de todos os trabalhadores do chão de fábrica com os objetivos organizacionais.

Para tanto, o Elemento Qualificação e Treinamento do SPVW foi muito utilizado para disponibilizar os treinamentos necessários para melhorar a qualificação da mão de obra produtiva e preparar a mão de obra indireta (manutenção de célula, inspetores de processo e outras áreas de suporte) a ajudarem na busca de solução para cada problema detectado, principalmente com o desenvolvimento de *Poka-Yoke* em toda linha de montagem (hoje São Carlos é *Benchmarking* para outras plantas do mundo da Volkswagen nesse item), melhorias nos sistemas de *setup* das células, e dando suporte na realização da MPT pelos montadores e operadores de máquinas.

Como esses princípios são baseados na prática da produção enxuta, se faz necessário a existência de trabalhadores multifuncionais para se obter maior flexibilidade, qualidade e produtividade, sendo preciso investir constantemente em treinamento e qualificação dessa mão de obra (OHNO, 1988, BLACK, 1991).

Segundo Lima e Urbina (2002), para se alcançar os objetivos de uma organização quando são introduzidos novos padrões de administração, responsabilidades e atribuições nas relações de trabalho, é indispensável à criação de um ambiente de envolvimento e cooperação dos trabalhadores baseados em treinamento e valorização profissional. O Corpo Executivo de São Carlos, sabendo da importância que o aprendizado no ambiente de trabalho tem para o sucesso do SPVW e principalmente no desenvolvimento e crescimento de seus negócios, já investiu em treinamento aproximadamente US$ 421.460,00 desde a sua inauguração, com o objetivo

EESC - USP Biblioteca Campus de S. Carlos

de aumentar os conhecimentos e habilidades de seus colaboradores, dando uma média de US$ 826,00 per-capita por ano, sendo possível comparar a Planta de São Carlos com as indústrias do primeiro mundo, onde a média investida em treinamento é US$ 724,00 por ano, conforme pesquisa realizada pela American Society for Training & Development (FAQUIM, 2001).

Nesse aspecto é de extrema importância o Elemento Qualificação e Treinamento, que com a participação do setor de RH, Supervisor e Líderes de Célula, é discutido e determinado anualmente uma lista com as necessidades de treinamentos para montadores, operadores de máquinas, mantenedores, inspetores e demais empregados, de forma tal que todos os funcionários da empresa possam estar sendo continuamente preparados para as mudanças que estão ocorrendo na empresa.

O Elemento Qualificação e Treinamento, além de proporcionar os treinamentos necessários para o desenvolvimento da mão de obra, serve também para reduzir os custos com treinamentos dados por empresas de consultoria, como pode ser observado na figura 44. Isso é possível em função do melhor aproveitamento do capital intelectual das pessoas que trabalham na empresa, possibilitando que algumas pessoas se tornem multiplicadores internos, permitindo assim que as horas de treinamento possam ser elevadas a patamares superiores aos relatados pela pesquisa realizada pela *American Society for Training & Development*, que apresenta como sendo o maior valor encontrado o de 49 horas anuais por empregado nos países da Europa (FAQUIM, 2001).

Figura 44: Investimento x horas de treinamento per-capita (RH – VW SÃO CARLOS, 2003).

O fechamento de 2002 apresentou um valor de 171,2 horas de treinamento por empregado, uma vez que o treinamento operacional realizado no próprio posto de trabalho também é documentado e enviado para o setor de Recursos Humanos. Esse tipo de treinamento tem como objetivo principal preparar o trabalhador para a realização de diferentes operações de manufatura, garantindo assim a flexibilidade diante das flutuações da demanda ou da ausência de algum trabalhador no posto de trabalho.

Dentro de cada célula de produção existente no EA111 (Usinagem, Motor Parcial, Motor Completo e Teste a Quente) o nível de versatilidade existente está próximo dos 80%, sendo esse um processo lento e realizado ao longo prazo, pois cada trabalhador passa em média trinta dias fora do seu posto de trabalho para aprender todas as atividades da célula.

As ações realizadas com a implantação do SPVW, não só em São Carlos, mas em todas as plantas do Brasil têm ajudado a Volkswagen enfrentar com grandes perspectivas as dificuldades do mercado automobilístico nacional, que segundo Alessi (2003), apesar de ser um setor considerado como 'jóia da coroa e gloria do PIB nacional', tem apresentado resultados cada vez mais decepcionantes a todos os fabricantes instalados no Brasil.

Entre os resultados alcançados com o SPVW em São Carlos, um dos mais significativos é o índice referente a liberação de motores com falhas de processo, que tem apresentado constantes quedas de 2000 para cá, conforme observado na figura 45, ocasionando ganhos referentes a redução de custos com retrabalho, refugo e inventário.

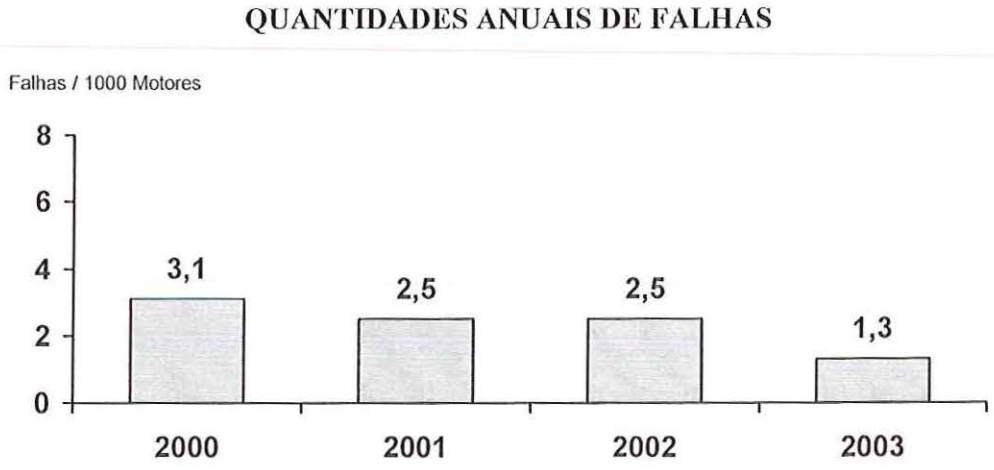


Figura 45: Evolução dos índices de falhas por ano (QA PROCESSO - VW SÃO CARLOS, 2004).

Comparando o valores da figura 43, onde a quantidade de motores para retrabalho entre 2000 e 2003 caiu mais de 90%, com os valores da figura 45, onde as falhas por mil motores produzidos em igual período caiu apenas 63%, fica no ar uma questão: como foi possível chegar a patamares tão baixo de motores para retrabalho, partindo de um montante de mais de 4000 motores nessa situação em 2000, se o índice de falhas por mil motores produzidos só chegou a casa de redução de 63% apenas em 2003? A resposta é bem simples, é que além dos desperdícios relativos ao processo, existia também uma má utilização da mão-de-obra direta, que não era direcionada corretamente para atacar e resolver os problemas existentes, o que passou a ser corrigido através da implantação do elemento trabalho em equipe do SPVW.

Mas ainda há muitos melhoramentos a serem realizados no sentido de ampliar esses resultados, onde é preciso alcançar imediatamente uma situação de completo equilíbrio entre a demanda e a produção de motores, permitindo assim um controle mais apurado do inventário, a redução de estoques em processo e um fluxo contínuo de produção. Para tanto, serão apresentadas na próxima seção duas importantes ferramentas da Produção Enxuta: Mapeamento do Fluxo de Valor e Balanceamento da Produção, como sendo uma sugestão de melhoria para o SCP desenvolvido por essa empresa.

4.4 SUGESTÕES PARA O SCP DA VOLKSWAGEN

Nessa seção serão apresentadas duas importantes ferramentas da Produção Enxuta: o Mapeamento do Fluxo de Valor e o Balanceamento da Produção, tendo como objetivo principal apresentar através de um trabalho complementar a implantação piloto dessas ferramentas na Ala EA111 da Fábrica de motores de São Carlos, procurando aperfeiçoar o SCP desenvolvido por essa empresa, bem como melhorar os resultados obtidos em toda a cadeia de fluxo de valor.

Para tanto, essa seção foi sub-dividida em quatro partes, a saber: Construção do Mapa do Estado Atual, Construção do Mapa do Estado Futuro, Implantação Piloto do Supermercado de Blocos Usinados e Observação dos Resultados, ações essas que foram sendo realizadas conforme o cronograma apresentado na figura 46, e contou além da participação do autor desse trabalho, com a ajuda de um estagiário do setor de manufatura e mais duas pessoas diretamente envolvidas nas atividades produtivas.

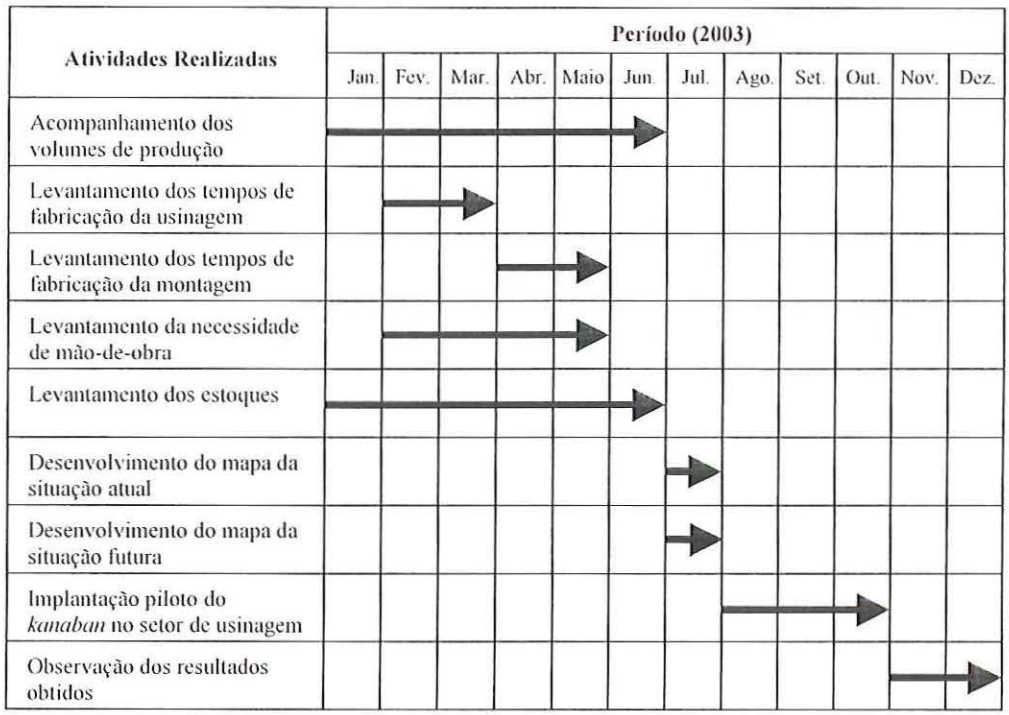


Figura 46: Cronograma do trabalho prático realizado

4.4.1 CONSTRUÇÃO DO MAPA DO ESTADO ATUAL

Na realização desse trabalho, foram gastas muitas horas para se coletar as informações referentes a *lead time, takt time,* tempo de ciclo, número de funcionário, carga horária de trabalho entre outros, informações essas que são extremamente importantes para a conclusão do Mapa do Fluxo de Valor do Estado Atual e posterior definição do Mapa do Fluxo de Valor do Estado Futuro. A importância dessas informações faz com que o responsável por desenhar o Mapa do estado Atual não aceite as informações oficiais já registradas pela empresa.

Após seis meses de coletas de dados, foi possível desenhar o Mapa do Fluxo de Valor do Estado Atual (figura 47), ficando fácil visualizar o processo do EA111 como um todo, permitindo assim identificar os sistemas de controle que determinam a movimentação do fluxo de material, seqüência de processamento e também todo o fluxo de informações referentes às ordens de produção e de solicitação de material.

Analisando o mapa de fluxo de valor, é possível notar a existência de quatro processos distintos: Usinagem, Montagem Parcial, Montagem Completa e Teste de Motores, onde o tempo total de trabalho em dois turnos é de 302400 segundos por

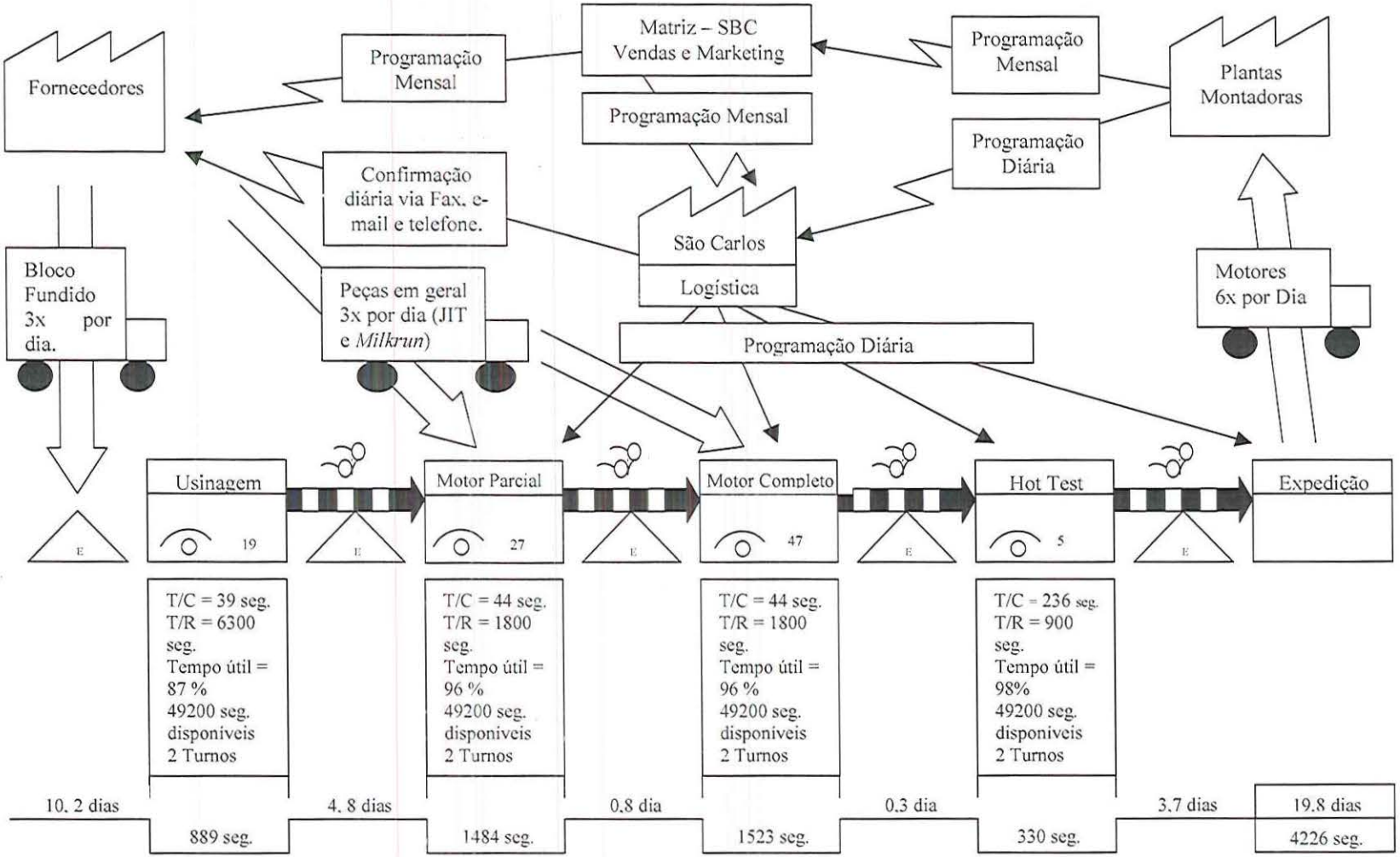


Figura 47: Mapa do Fluxo de Valor do Estado Atual do EA111.

semana (42 horas), sendo que 7200 segundos (2 horas) são disponibilizados para a realização de MPT e Reuniões da Equipe, dando um saldo livre de 49200 segundos por dia de trabalho (13,67 horas).

A Usinagem (que tem 19 operadores por turno) recebe os blocos fundidos de dois fornecedores (Tupy e Tecsid) e através da utilização de máquinas *Transfer* (centro de usinagem composto de 23 máquinas e com aproximadamente 250 metros de comprimento dispostos em forma de "S", que conforme vai executando automaticamente suas operações movimenta os blocos para as outras operações subseqüentes do processo) é responsável pela usinagem do bloco de todos os modelos de motores montados no EA111.

O setor de Montagem Parcial (que tem 27 montadores por turno) é o processo intermediário da fabricação de motores, onde o bloco recebido do setor de usinagem é colocado na linha de montagem para ser agregado todos os componentes que compõem a parte interna do motor e pontos de vedação como: pistão, virabrequim, cabeçote flanges e outros. Antes de saírem da linha de montagem parcial, os motores passam por um teste de estanqueidade, evitando assim que motores com algum tipo de vazamento sigam para o elevador que transporta para a linha de Montagem Completa ou para ser retirado no final da linha e ser encaminhado para o estoque de motores parciais, garantindo assim que apenas produtos *OK* sejam liberados para o próximo cliente.

Já na linha de Montagem Completa (que tem 47 montadores por turno), o motor parcial recebe todos os periféricos necessários para o seu funcionamento (peças que compõem a parte externa do motor, como cabos de ignição, coletor de escape e admissão, capas plásticas e outros). Essas três fases do processo podem ser melhores compreendidas através da figura 48.

Ao finalizar todo o processo de montagem, o motor passa por uma inspeção visual no final da linha e então é encaminhado para o setor de Teste de Motores (que tem 5 testadores por turno), onde o motor é colocado em funcionamento numa banca de teste totalmente equipada com equipamentos de última geração, capazes de medir com precisão o torque, pressão e temperatura do motor, e com base nos resultados obtidos o motor é liberado para o embarque ou é segregado na área de análise e reparo de motores.

Por colocar o motor em funcionamento, esse tipo de teste é chamado de Teste a Quente, e está sendo gradativamente substituído por um novo tipo de teste localizado na própria linha de montagem, onde todas as medições são realizadas através da pressão

de gases criados pelo giro do motor através da acoplagem de um motor elétrico, sendo os resultados controlados por um software totalmente customizado para essa atividade. Pelo fato de nesse teste não haver combustão, é chamado de Teste a Frio. Entre as vantagens do teste a frio sobre o teste a quente, é possível citar a eliminação de gases gerados pela queima do combustível (preocupação em preservar o meio ambiente) e redução do tempo de teste (que com duas máquinas trabalhando em paralelo, conseguem manter o mesmo ritmo da linha de montagem, que é de 44 segundos).

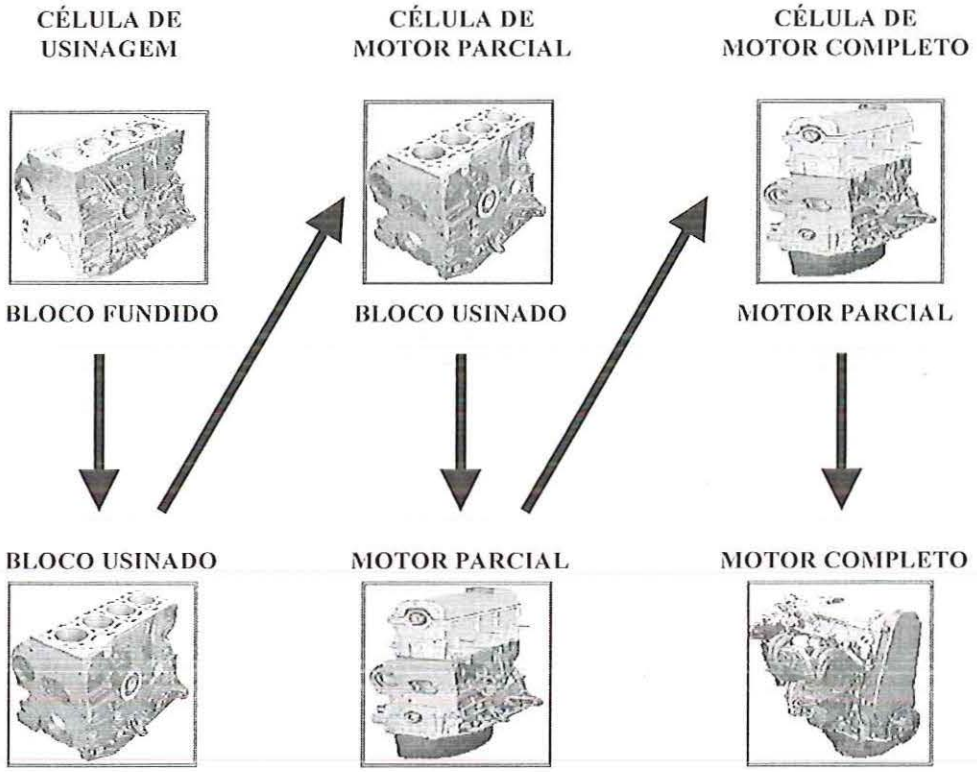


Figura 48: Fases do processo de fabricação de motores

Devido à dificuldade de se fazer um trabalho acadêmico abrangendo todos os modelos de motores fabricados em São Carlos, a escolha da família representada no Mapa do Fluxo de Valor do Estado Atual foi realizada em função da demanda, onde entre as três famílias de motores identificadas (1.0 l Tasse, 1.0 l RSH e 1.6 l RSH), foi escolhida a com valores mais significativos apresentados no decorrer da coleta de dados desse trabalho, conforme é apresentado na tabela 12.

Tabela 12: Motores montados no EA111 entre janeiro e julho de 2003

Família	Modelo	Quantidade por mês							
		Jan.	Fev.	Mar.	Abril	Maio	Junho	Julho	Total
1.0 litro Tasse	4014	2298	752	0	198	0	0	100	25192
	4015	492	184	0	0	0	0	0	
	4021	3912	2446	2925	1526	3269	1436	1223	
	4022	661	470	240	138	431	201	180	
	4087	0	0	16	72	32	0	0	
	4089	174	552	552	495	217	0	100	
1.0 litro RSH	4123	0	58	422	1	0	78	20	43682
	4254	1005	1805	4110	3170	4086	5995	6886	
	4255	1006	1035	2474	2410	2681	2124	2475	
	4256	0	0	143	183	540	223	106	
	4257	0	0	96	170	505	198	77	
1.6 litro RSH	4840	26	16	34	0	0	24	24	46328
	4841	2199	1646	1056	722	974	1761	205	
	4843	5638	3278	2940	1608	4075	1342	101	
	4959	1481	1453	3242	3040	2105	3990	3348	

Fonte: Manufatura Volkswagen São Carlos (2003)

Com base nesses valores, o número de motores a ser considerado fica limitado a quatro modelos de motores, pertencentes a família 1.6 l RSH (responsável por 40% da demanda), conforme é apresentados na figura 49.

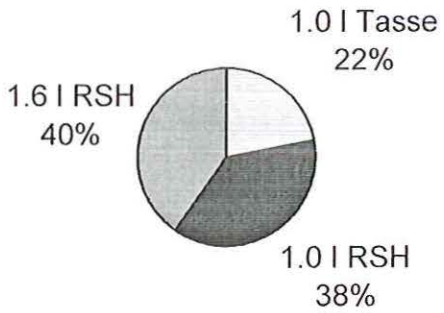


Figura 49: Produção de motores entre janeiro e junho de 2003 (em porcentagem)

Na definição dessas famílias de motores foi considerado tanto a similaridade de processo existente entre cada um dos modelos estudados como a utilização de peças com uso comum entre esses modelos, onde a família de motores escolhidos são entregues para três plantas do grupo Volkswagen: Anchieta, São José dos Pinhais e África do Sul. A responsabilidade da programação da produção para atender a necessidade de cada um desses três clientes pertence ao departamento de logística, que responde diretamente para o Gerente da Planta.

Para atender a demanda determinada, o PCP de São Carlos trabalha com base na programação anual definida no começo de cada ano entre os setores de marketing, vendas e produção, mas com uma atualização constante desse programa conforme informações semanais recebidas da Logística Central (Planta Anchieta), onde são apresentadas as novas necessidades de motores de cada uma das plantas clientes.

Por ter uma variação muito grande na programação inicial e o *lead time* total de produção ser 19,8 dias, existe um estoque de segurança em alguns pontos estratégicos do fluxo de produção: quase quatro dias de motores prontos para a expedição, quase um dia de motor parcial, 10 dias de blocos para serem usinados e praticamente cinco dias de blocos usinados.

Além dessa situação contribuir para o acumulo de blocos com falhas de usinagem, também ajuda a elevar o custo de fabricação, devido entre outros fatos pelo excesso de inventário e conseqüente movimentação e armazenagem desse inventário.

4.4.2 CONSTRUÇÃO DO MAPA DO ESTADO FUTURO

Na busca de um melhor desempenho nos aspectos apresentados, foi desenhado o Mapa do Estado Futuro proposto para a empresa em estudo (figura 50), seguindo a metodologia desenvolvida por Rother e Shook (1999), e que está dividida em oito etapas: determinar o *takt time* da família de produtos escolhido; escolher entre produzir para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição; determinar pontos onde pode ser introduzido um fluxo contínuo; determinar os pontos onde é preciso introduzir um sistema puxado com base em um supermercado; definir um ponto único da cadeia de produção a ser programado; decidir qual a melhor maneira para se nivelar o *mix* de produção; determinar qual incremento de trabalho constante deve ser liberado e retirado no processo puxador; e por fim, definir quais os pontos de melhorias necessários para que o fluxo de valor possa funcionar conforme o desejado.

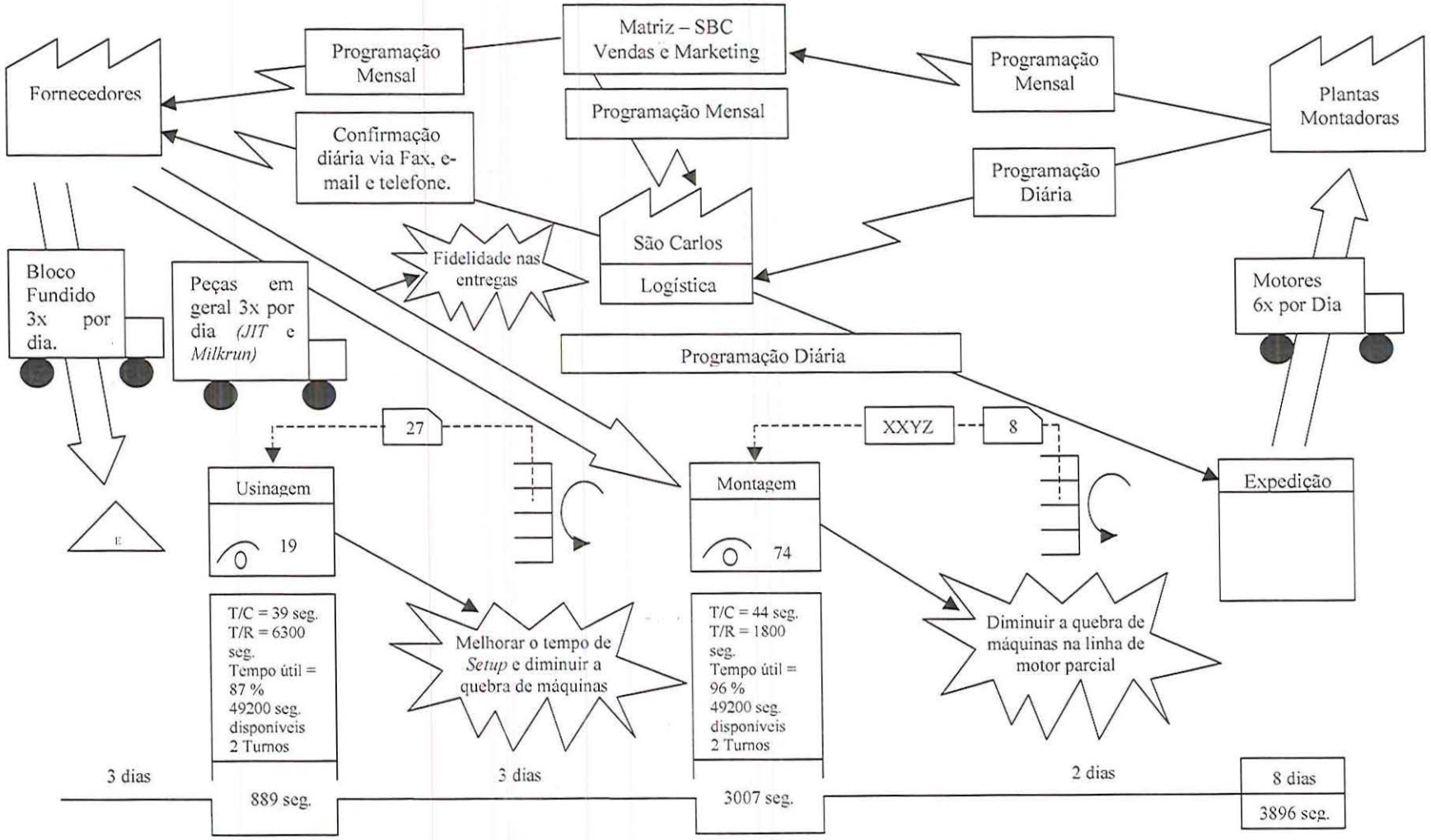


Figura 50: Mapa do Fluxo de Valor Proposto para a Situação Futura

Durante o trabalho de construção do Mapa do Fluxo de Valor do estado Futuro, foram identificadas duas grandes dificuldades:

1. A primeira delas foi o fato de que tanto a linha de usinagem como as duas linhas de montagem são totalmente inflexíveis quanto à alteração de *layout*, criando assim uma grande dificuldade em conseguir melhorias quanto ao fluxo de produção, o qual foi superado com a aplicação de um supermercado de blocos usinados, compensando em parte a rigidez desse processo e dando a flexibilidade necessária para que as linhas de montagem possam seguir sem maiores problemas o *mix* de produtos a serem fabricados;
2. A segunda, e também a maior dificuldade encontrada, foi à necessidade de se tomar o cuidado para filtrar as informações a serem apresentadas nesse trabalho, de forma a não expor dados considerados estratégicos pela empresa (as informações apresentadas nesse trabalho se limitaram apenas a informações abertas a toda a população da empresa), o que em alguns casos acabou apresentando dúvidas na compreensão de alguns resultados obtidos.

Na proposta apresentada com a construção do Mapa do Fluxo de Valor da Situação futura é possível identificar:

- Uma produção com fluxo contínuo no setor de montagem, através da união das linhas de motor parcial e de motor completo, eliminando assim: o estoque intermediário existente entre as duas linhas, a necessidade de mão de obra no final da linha de montagem do motor parcial para retirar os motores para estoque e de um operador de empilhadeira para armazenar no estoque os motores produzidos;
- A Criação de dois pontos de supermercados, sendo um para controlar o estoque de blocos usinados (conforme citado acima) e o outro para controlar o estoque de motores prontos na expedição (sendo que esse último já é com base no balanceamento da produção), reduzindo o estoque de material em processo e de produtos acabados, e, facilitando a tomada de decisão na hora de determinar o *mix* de produção.

Como observado, através da mudança para a Situação futura proposta é possível alcançar vários pontos de melhoria, mas cuja implantação depende da decisão do corpo executivo de São Carlos em função de suas prioridades já determinadas. Nesse aspecto, a única aceitação até o presente momento é a implantação piloto de um sistema puxado, com base em um supermercado de blocos usinados.

4.4.3 IMPLANTAÇÃO PILOTO DO *KANBAN* NO SETOR DE USINAGEM

O sistema puxado com base em supermercado é composto por um processo puxador (célula de montagem do motor parcial) e um processo fornecedor (célula de usinagem), com o supermercado estando localizado na saída do processo fornecedor e composto com os modelos de blocos necessários para abastecer o processo puxador, que retira do supermercado somente os blocos que precisa, na hora e quantidade em que precisa, sendo que tanto as retiradas como as ordens de produção são determinadas por um cartão *kanban,* conforme o modelo apresentado na figura 51.

Em função da linha de usinagem ser uma linha muito antiga (É original da Alemanha, e foi totalmente reformada para poder ser usada em São Carlos) e ocasionar uma grande perda de tempo na virada de um modelo para outro, o estoque determinado para o controle foi de três dias de produção por modelo, com um estoque mínimo de um dia (que libera a usinagem de um novo lote), possibilitando assim a redução em aproximadamente 40% do inventário com blocos usinados.

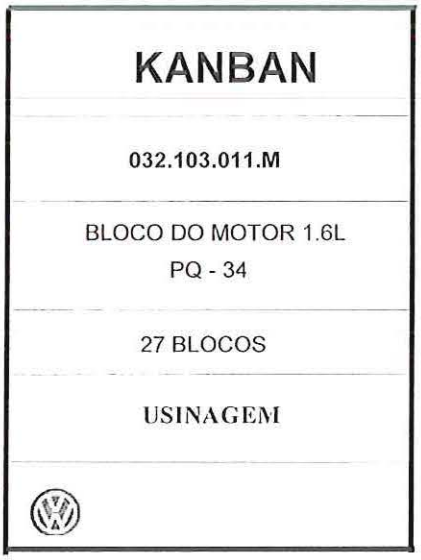


Figura 51: Modelo de cartão *kanban* utilizado no setor de a usinagem

No cálculo do tamanho do supermercado de blocos usinados foi utilizado a fórmula de Feld (2001), porém os valores não foram aceitos pelos lideres da usinagem, que acharam as quantidades determinadas muito abaixo dos estoques que estava sendo praticado anteriormente, sendo assim, a quantidade no supermercado foi determinada inicialmente como sendo de três dias (com base na experiência dos líderes de usinagem), e através dos resultados obtidos, o tamanho desse supermercado deverá ser redimensionado.

Para evitar que o volume de produção final de motores seja prejudicado com redução de blocos usinados em estoque (de 4,8 dias para 3 dias), é preciso praticar uma atividade de *Kaizen* para diminuir o tempo de *setup* das máquinas e melhorar bastante a questão da manutenção (tanto a manutenção preventiva realizada pelos mantenedores, como a MPT realizada pelos operadores de máquinas), evitando assim sofrer com paradas de máquinas não programadas (quebras), o que até o presente momento infelizmente tem acontecido com grande freqüência, apresentando uma perda diária de aproximadamente 15% devido a necessidade de manutenção corretiva, ou seja, duas horas por dia.

Essa constante quebra de máquinas no setor de usinagem tem prejudicado bastante o avanço do sistema *kanban* como ferramenta de controle da produção de blocos usinados, pois faz com que a produtividade do setor acabe sendo afetada, forçando a média liderança responsável pela administração a tomar a decisão de não parar para a realização da MPT e nem para as reuniões de grupo, gerando conseqüentemente mais quebras de máquinas e uma interrupção no processo de solução de problemas realizado pelos operadores de máquina.

Dentro do processo de implantação do *kanban* no setor de usinagem, tanto as ordens de produção como à transparência das operações são auxiliadas e complementadas com o uso do quadro de *kanban* (figura 52), que fica localizado próximo ao local de inspeção final (último posto de trabalho do setor de usinagem), estando sempre o cartão *kanban* anexo a um lote de blocos já inspecionados (palete com 27 peças) ou na sua respectiva posição no quadro, seguindo uma ordem de posicionamento que vai de baixo para cima, com a usinagem de determinado modelo de bloco só devendo ser iniciada quando um cartão estiver na posição vermelha do quadro.

Figura 52: Quadro *Kanban*

Para superar flutuações na demanda, existe a presença de alguns cartões chamados de EXTRA, e que só devem ser usados quando novas faixas de consumo se mostrarem real, tornando possível ao setor de usinagem impedir que a produção de determinado modelo se torne crítica devido a um aumento repentino de volume.

Com a utilização do *kanban* como ferramenta para determinar a produção no setor de usinagem, foi possível produzir em lotes menores e manter um fluxo constante e balanceado, permitindo um controle do inventário de forma simples e de fácil visualização para todas as pessoas da fábrica, ocasionado assim uma grande satisfação tanto para a parte da liderança dos setores de montagem e usinagem, como por parte dos próprios montadores e operadores de máquinas que começaram a enxergar melhor tudo que está acontecendo no processo produtivo em que estão envolvidos.

Já para a unificação das duas linhas de montagem, implantação de um supermercado de motores prontos e uma produção balanceada, é preciso melhor alguns aspectos específicos:

- redução de quebras da linha de montagem de motor parcial, que é extremamente automatizada e inflexível, e assim como no setor de usinagem, também se faz necessário à correta prática da manutenção preventiva e da MPT com o objetivo de reduzir o atual índice de 15% do tempo disponível gasto com manutenção corretiva;
- Desenvolvimento de fornecedores capazes de atender aos níveis de qualidade e flexibilidade exigidos. Nesse aspecto é preciso que a Volkswagen passe a considerar todos os seus fornecedores como verdadeiros parceiros, evitando reduzir seus estoques simplesmente transferindo essa responsabilidade para seus fornecedores, e sim contribuindo para que todos dentro da cadeia produtiva possam estar melhorando seus processos produtivos e trabalhando com níveis de estoque aceitáveis;
- E, principalmente melhorar a forma como são apresentados os resultados da empresa hoje, que considera como maior referencial à comparação entre: (quantidade produzida) / (pelo número de horas trabalhadas / pelo tempo padrão de fabricação), determinando assim o valor da eficiência produtiva e forçando os responsáveis pelo setor produtivo a produzirem muito mais do que o necessário simplesmente para não terem que ficar justificando excesso de mão-de-obra ou ineficiência produtiva.

Um último ponto a ser considerado no Mapa da Situação Futura é a inexistência do setor para teste de motores, pois esse teste passaria ser feito apenas de forma amostral e por uma pessoa da qualidade e não mais por uma pessoa produtiva, servindo simplesmente para acompanhar e aferir os resultados obtidos através da liberação de motores através do teste a frio.

Sobre esse aspecto, é importante ressaltar que no passado, quando já houve uma redução no setor de teste de motores, nenhuma pessoa foi dispensada pela empresa, e sim foram re-alocadas para o setor de usinagem. Essa mudança inicialmente não foi bem aceita pelos testadores que se sentiram como se estivessem sobrando dentro da empresa, sentimento esse que logo deixou de existir, uma vez que quando começaram a trabalhar no novo setor eles perceberam o quanto realmente estavam podendo contribuir para com os resultados da empresa.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O SCP DA VOLKSWAGEN

A Volkswagen do Brasil, através do SCP tem alcançado várias melhorias no seu processo produtivo, principalmente no que tange a qualidade de seus produtos. Porém, para alcançar patamares de desempenho altamente significativos para a sua sobrevivência e competitividade não basta apenas praticar atividades de melhoria contínua e garantir a qualidade de seus produtos, é preciso também considerar a importância do fluxo de valor como um todo, evitando assim o surgimento de ilhas isoladas de melhorias.

Para ajudar o desempenho do SCP desenvolvido pela Volkswagen do Brasil, bem como os resultados obtidos através desse sistema, foi apresentada uma implantação piloto do Mapeamento do Fluxo de Valor na Planta São Carlos com a proposta de: unificar as duas linhas de montagem existentes (motor parcial e completo) criando assim um fluxo contínuo de produção; e a criação de dois supermercados internos, sendo um para o controle de blocos usinados e o outro para motores prontos para a expedição. Se implantados todos os pontos de melhoria apresentados no Mapa do Fluxo de Valor da Situação Futura, é possível alcançar os seguintes ganhos:

- Redução de 30% do espaço físico para armazenamento de material em processo devido a uma menor quantidade de blocos usinados e a eliminação do estoque de motor parcial (valor determinado pela área total utilizada atualmente para se manter esses materiais em estoque);
- Ganho de 10% nos volumes de produção, pois com a possibilidade de se trabalhar com um mix de produção melhor balanceado devido à existência de um supermercado de motores prontos, evita-se a necessidade de fazer excessos de viradas na linha de montagem, uma vez que a cada novo modelo a ser produzido existe uma perda de aproximadamente dez minutos de produção;
- Redução de aproximadamente 50% na movimentação de material, uma vez que não mais será necessário o armazenamento de motores parciais, já que existirá um fluxo contínuo entre a linha de montagem de motor parcial e a linha de montagem de motor completo;

- Melhor controle do material em processo, que hoje é controlado diariamente com uma pessoa fazendo a contagem física no próprio local de armazenamento.
- Redução do *Lead Time* de fabricação de 19,8 para apenas 8 dias, representando uma redução superior a 50%.

Além da implantação piloto do Mapeamento do Fluxo de Valor, um outro ponto que deve ser considerado no SCP da Volkswagen é o fato de cada Elemento do SPVW ter uma pessoa responsável por sua implantação, seguindo assim o caminho contrário proposto por Rother e Shook (1998), que sugerem a existência de um Gerente do Fluxo de Valor respondendo diretamente para a pessoa de maior autoridade dentro da unidade produtiva, ficando aqui mais uma sugestão para o SPVW, o qual é ter uma única pessoa responsável por gerenciar todo o processo de implantação/gerenciamento desse sistema.

A importância de se ter apenas uma pessoa como responsável por gerenciar o fluxo de valor é devido ao fato dessa pessoa entender e enxergar o fluxo como um todo, evitando que: melhorias sejam praticadas de formas isoladas e áreas de processos distintos operem de modo ótimo individualmente sem se preocuparem com o todo.

Sobre esse aspecto é importante comparar a diferença existente entre os SCP da Volkswagen e da Delphi, pois enquanto o SPVW determina um coordenador para cada um dos nove elementos que compõem o sistema, o DMS recomenda a existência de um líder com conhecimento global, sendo capaz de fazer um planejamento efetivo do processo como um todo.

Com a utilização do SPVW junto com as propostas apresentadas nesse trabalho, A Volkswagen pode alcançar patamares de desempenho altamente significativos para a sua sobrevivência e competitividade, tornando-se uma empresa capaz de oferecer preço, qualidade e confiabilidade nos prazos de entrega que atendam não apenas às perspectivas do cenário nacional, mas sim de forma a poder atender as exigências de uma economia globalizada.

CAPÍTULO 5
CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÃO

Através do estudo realizado nesse trabalho foram apresentados três sistemas corporativos de produção, sendo dado maior atenção ao sistema criado pela Volkswagen do Brasil, empresa na qual foi realizado o estudo de caso apresentado. Apesar desse trabalho apresentar algumas limitações (impossibilidade de generalizar os resultados, devido ao fato ter sido realizado um estudo de caso em apenas uma das três empresas apresentadas) é possível confirmar a primeira conclusão desse trabalho, que é o fato das industrias multinacionais com atuação no Brasil estarem buscando alternativas que as tornem mais competitivas diante de uma economia globalizada, uma vez que deixaram de ser protegidas por uma economia fechada como era a de nosso país até o final dos anos oitenta.

Sobre esse aspecto, a Volkswagen do Brasil passou a ter como principal estratégia competitiva à valorização do setor de manufatura, procurando preparar todos os funcionários do chão de fábrica para os novos conceitos de fabricação, que são embasados no Sistema de Produção Enxuta, tentando assim recuperar e manter sua posição no mercado nacional.

Através dos princípios do sistema de produção enxuta o setor de manufatura deixa de ser apenas operacional e passa a atuar de forma estratégica para se alcançar os objetivos organizacionais, conseguindo enxergar e eliminar todas as perdas que ocorrem no tradicional sistema de produção em massa (que é cheio de 'gordura'), possibilitando a criação de um fluxo de produção sem desperdícios e mais balanceado, podendo melhor atender as expectativas dos clientes quanto ao custo e atendimento dos prazos de entrega.

Nos três modelos de sistemas corporativos apresentados são adotados basicamente os mesmos conceitos e aplicação das ferramentas da produção enxuta, onde são feitas algumas adaptações conforme as necessidades de cada uma das empresas, sendo que o sistema utilizado na Delphi Automotive Systems se mostrou o mais completo e preparado para atender todas os objetivos propostos pela produção enxuta, enquanto o sistema corporativo da Volkswagen se mostrou muito limitado, tratando profundamente a qualidade e organização do posto de trabalho, dando uma atenção parcial em outras técnicas e ferramentas, mas não utilizando em momento algum o balanceamento da produção e nem a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor (que também não é utilizada no sistema ABS da Alcoa Alumínio S.A.), sendo que essa é uma das mais importantes ferramentas para poder enxergar e eliminar os pontos de desperdícios no processo produtivo.

Para tentar mostrar a importância do mapeamento do fluxo de valor, no estudo de caso foi apresentada a utilização dessa ferramenta, e através dela observado os ganhos que a Volkswagen pode alcançar se melhorar alguns aspectos básicos do seu processo produtivo, sendo que o mais perceptível através da comparação entre o mapa do estado atual e futuro, a diminuição do *lead time* de fabricação, que reduziu em aproximadamente 60% do *lead time* atual. Esse resultado permitir concluir que a implantação dessa ferramenta no SCP da Volkswagen pode contribuir de forma muito significativa no desempenho dessa empresa, ficando como sugestão a sua implantação no Elemento Solução de Problemas / PMC², permitindo assim que todas as plantas do grupo possam usufruir os benefícios oferecidos por que essa ferramenta.

Conforme observado ainda, nos três sistemas corporativos apresentados é grande a atenção prestada as pessoas que fazem parte do processo produtivo, isso por que dentro do sistema de produção enxuta as pessoas são consideradas a base de sustentação de todo o sistema, onde o enfoque principal para se atingir a excelência na gestão da produção está baseado na valorização do capital intelectual das pessoas, permitindo assim chegar a mais duas conclusões desse trabalho:

- Para se trabalhar em um ambiente de Produção Enxuta é extremamente importante a mudança da cultura organizacional da empresa, fazendo com que as pessoas acostumadas a trabalhar em sistemas altamente burocráticos e formais passem a agir de forma mais racional e flexível;

- As pessoas que controlam a organização são responsáveis pelo papel de promover essa nova cultura dentro da empresa, buscando continuamente a qualificação dos trabalhadores através de treinamentos que possibilitem a todos assumirem suas novas funções dentro da forma de administração que está sendo exercida na empresa.

Finalmente é possível concluir que para uma organização alcançar a tão sonhada vantagem competitiva através da utilização dos conceitos aplicados no sistema de produção enxuta, é preciso praticar uma nova forma de mensurar os resultados obtidos, onde muito mais de que simplesmente se ter uma boa eficiência (tradicional sistema contábil desenvolvido na época da produção em massa) é preciso apresentar também um bom desempenho nos cinco pontos identificados por Correa e Gianesi (1993): Custo, Qualidade, Tempo de Resposta, Confiabilidade e Flexibilidade.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Logo que é apresentado o sistema de produção enxuta fica claro que um dos seus principais objetivos é a completa eliminação dos desperdícios, procurando trabalhar com uma produção equilibrada com a demanda e sem estoque de material em processo.

Para tanto é preciso rever o conceito referente à contabilidade tradicional aplicado atualmente e que muitas vezes não apresentam a realidade econômica das empresas, uma vez que os indicadores desses sistemas contábeis estão atrelados aos princípios de produção em massa (quanto mais melhor), deixando divergido os resultados apresentados por uma empresa de produção puxada, onde o ritmo de produção acompanha a demanda dos clientes.

Para a prática da Produção Enxuta se faz necessário à aplicação de um sistema contábil voltado para os princípios desse sistema, onde informações utilizadas para apresentar o desempenho das empresas não devem ficar limitadas apenas ao volume produzido pelo número de pessoas trabalhando, criando se assim uma grande oportunidade para pesquisas futuras a serem realizadas no tocante a indicadores de desempenho para empresas que trabalham com a Produção Enxuta.

Outro aspecto importante a ser considerado dentro do pensamento enxuto é o relacionamento entre a empresa principal da cadeia e seus fornecedores, onde esses

fornecedores devem ser tratados como parceiros na cadeia total do fluxo de valor, possibilitando uma proposta de estudo que abranja a extensão dos SCP apresentados nesse trabalho junto com os fornecedores das empresas apresentadas.

E, por saber ainda que em alguns casos a implantação pura e simples do Sistema de Produção Enxuta não atende a todas as empresas e seus fornecedores, é preciso considerar a possibilidade de em alguns casos se trabalhar com um sistema híbrido de produção (MRP ou a Teoria das Restrições), criando assim inúmeros desafios e oportunidades de estudos futuros que abranjam esses sistemas.

REFERÊNCIAS:

ALESSI FILHO, V. (2003). *Sem liderança, sem estratégia.* Auto Data. Agosto de 2003. Ano 11, nº 168. pág. 6.

BATTAGLIA, F. (2003). *Fornecedores e os cestos com ovos.* Disponível em: <http://www.lean.org.br.> Acesso em: 2 Mar. 2004.

BLACK, J. T. (1998). *O projeto da fábrica com futuro.* Porto Alegre: Artes Médicas.

BOZZONE, V. (2002). *Speed to market – lean manufacturing for job shops.* New York: AMACOM.

CARVALHO, R. (2002). *Industria automobilística.* Gazeta Mercantil, São Paulo, 14 de Fev., p.A2.

CERRA, A. L.; BONADIO, P. V. G. (2000). *As relações entre estratégias de produção, TQM (Total Quality Management ou Gestão da Qualidade Total) e JIT (Just-In-Time) – estudo de caso em uma empresa do setor automobilístico e em dois de seus fornecedores.* Gestão e Produção, São Carlos, v.7, n.3, p.305-319, Dez.

CHIAVENATO, I. (1994). *Administração: teoria, processo e prática.* 2.ed. São Paulo: Makron Books.

CORIAT, B. (1994). *Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização.* Rio de Janeiro: UFRJ.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. (1993). *Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico.* 2.ed. São Paulo: Atlas.

ENGEL, P. (1982). *Princípios de organização japonesa – melhor produtividade pelo círculo de qualidade.* São Paulo: Tecnoprint.

FAQUIM, L. (2001). Tendências mundiais das práticas de treinamento. *Gestão Plus*, ano 4, n.22, set/out. Disponível em: <http://www.gestaoerh.com.br/visitante/artigos>. Acesso em 16 dez. 2003.

FELD, W. M. (2001). *Lean Manufacturing - Tools, Techniques, and How to Use Them.* The St. Lucie Press / APICS Series on Resource Management, Alexandria, VA.

FERNANDES, L. D. et. al. (1998). Jogos Computacionais no Processo de Formação Profissional: o Design de A Caça ao Tesouro. In: Congresso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa, 4., 1998, Brasília. *Anais eletrônicos RIBIE.* Brasília. Disponível em: <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/135.html>. Acesso em: 10 jan. 2004.

FERRO, J. R. (2001). *A essência da ferramenta "mapeamento do fluxo de valor".* Disponível em: <http://www.lean.org.br.> Acesso em: 4 Mar. 2004.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. (2003). *Troca rápida de ferramenta: proposta metodológica e estudo de caso.* Gestão e Produção, São Carlos, v.10, n.2, p.163-181, Ago.

GHINATO, P. (1995). *Sistema toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time.* Revista Produção – ABEPRO, 5, p. 169-89.

GODINHO FILHO, M. (2001). *Contribuição para o estudo da competitividade das empresas por meio da integração dos processos de controle da produção (CP) e controle da qualidade (CQ) no âmbito da produção enxuta.* Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

GUIA DO ALCOA BUSINESS SYSTEM (2000). *Alcoa Alumínio S.A.* Copyright Alcoa Alumínio.

HERZOG, A. L. (2003). *O escritorio enxuto.* Exame, São Paulo, n.7, v.37, p.60-64, Abr.

IMAI, M. (1994). *Kaizen a estratégia para o sucesso competitivo.* 5.ed. São Paulo: IMAN.

IMAI, M. (1996). *Gemba-kaizen: estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica.* São Paulo: IMAM.

KAMIKIHARA, M. A. A. (2003). O STP e a industria de bens-manufaturáveis: estudo do modelo brasileiro a partir de conceitos fundamentais. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 10., 2003, Bauru. *Anais eletrônicos SIMPEP.* Bauru: UNESP. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/html/artigos_apresentados.html>. Acesso em: 23 de jan. 2004.

KANAANE, R. (1999). *Comportamento humano nas organizações: o homem rumo ao século XXI.* 2. ed. São Paulo: Atlas.

LIMA, C. S.; URBINA, L. M. S. (2002). Eficiência competitiva através de investimentos em capital humano. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22., 2002, Curitiba.

LIMA, P. C.; LOBO, C. E. (2002). *Novos requisitos para a organização e projeto das células de usinagem.* Máquinas e Metais, São Paulo, n. 443, p.150-163, Dez.

MAESTRELLI, N. C.; SIMON, A.T.; BATOCCHIO, A. (2002). *A manufatura enxuta e sua aplicação aos processos de conformação de metais.* Máquinas e Metais, São Paulo, n. 439, p.278-295, Abr.

MAIN, J. (1994). *Guerras pela qualidade: os sucessos e fracassos da revolução da qualidade.* Rio de Janeiro: Campus.

MANUAL DO DELPHI MANUFACTURING SYSTEM (1999). *Delphi Automotive Systems.* Estados Unidos da América, Copyright under International Pan American and Universal Copyright Conventions.

MANUAL DO SISTEMA DE PRODUÇÃO VOLKSWAGEN (2001). *Volkswagen do Brasil Ltda.* São Bernardo do Campo.

MAXIMIANO, A. C. A. (2000). *Teoria geral da administração: da escola científica à competitividade na economia globalizada.* 2.ed. São Paulo, Atlas.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. (1994). *TPM à moda brasileira.* São Paulo: Makron Books.

MONDEN, Y. (1984). *Produção sem estoques: uma abordagem prática do sistema de produção toyota.* São Paulo: IMAN.

MOSCOVICI, F. (1994). *Equipes dão certo: a multiplicação do talento humano.* Rio de Janeiro: José Olimpio.

MOURA, R. A. (1992). *Kanban, a simplicidade do controle de produção.* São Paulo: IMAM.

MUHLEMANN, A., OAKLAND, J., LOCKYER, K. (1992). *Production and operation management.* 6.ed. Pitman.

MURATA, K.; HARRISON, A (1992). *Como fazer com que os métodos japoneses funcionem no ocidente.* São Paulo: Makron Books.

OHNO, T. (1988). *Toyota Production System - beyond large-scale production.* Portland: Productivity, Inc.

OUCHI, W. G. (1986). *Teoria Z: como as empresas podem enfrentar o desafio japonês.* São Paulo: Nobel.

PARSAEI, H. R.; MITAL, A. (1992). *Economics of advanced manufacturing systems.* Londres: Chapman & Hall.

PEARCE, J. A.; RAVLIN, E. C. (1987). *The design and activation of self-regulating work groups.* Human Relations, v.40, n.11.

PROSCURCIN, P. (1995). *Trabalho em grupo semi-autônomo.* São Paulo: Editora STS.

RIBEIRO, P. D. (1986). *Kanban, resultados de uma implantação bem sucedida.* 2.ed.. Rio de Janeiro: COP Editora.

ROTHER, M.; HARRIS, R. (2002). *Criando fluxo contínuo.* São Paulo: Lean Institute Brasil.

ROTHER, M.; SHOOK, J. (1999). *Aprendendo a enxergar.* São Paulo: Lean Institute Brasil.

SALERNO, M. S., et al. (1998). Mudanças e persistências no padrão de relações entre montadoras e autopeças no Brasil. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 33, nº3, p. 16-28, julho/setembro de 1998.

SHIBA, S. (1997). *TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade.* Porto Alegre: Artes Médicas.

SHINGO, S. (1996). *Sistemas de produção com estoque zero: o sistema Shingo para estoque zero.* Porto Alegre: Artes Médicas.

SHINGO, S. (1997). *Controle de Qualidade, Inspeção de Defeitos e o Sistema de Poka-Yoke,* Imprensa de produtividade, São Paulo, 1997.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T.(1993). *TPM/MPT manutenção produtiva total.* São Paulo: IMAM.

THOMPSON, A. A.; STRICKLAND III, A. J. (2000). *Planejamento estratégico: elaboração, implementação e execução.* São Paulo: Pioneira.

VIEIRA, A.; GARCIA, F. E. (2001). *Novos requisitos de seleção e treinamento na linha automatizada da fábrica de motores Fire da Fiat automóveis?Betin: entre o mito e a realidade.* ENANPAD.

WELLINS, R.S.; BYHAM, W.C.; WILSON, J.M. (1994). *Empowered teams.* Rio de Janeiro: Campus.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. (1998). *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.* Rio de Janeiro: Campus.

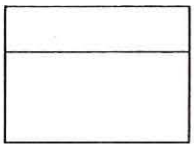
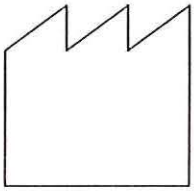
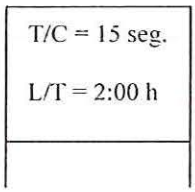
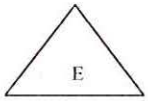
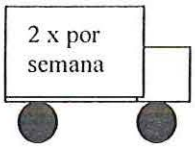
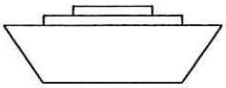
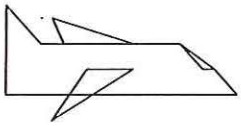
WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. (1990). *The machine that changed the world: the story of lean production.* New York: HarperPerennial.

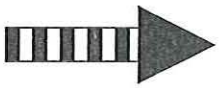
WOOD Jr., T. (1995). *Mudança organizacional: aprofundando temas atuais em administração de empresas.* São Paulo: Atlas.

WRIGHT, P.; KROLL, M. J.; PARNELL, J. (2000). *Administração estratégica: conceitos.* São Paulo, Atlas.

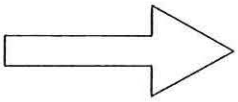
Anexo 1

Símbolos utilizados no mapeamento do fluxo de valor

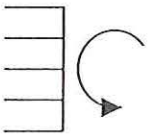
Símbolo	Significado
	Processo de Produção: utilizado para representar um processo de fabricação
	Cliente ou Fornecedor: utilizado para representar fornecedores e clientes externos.
	Caixa de Dados: utilizada para o registro de informações do processo, dos clientes, etc.
	Estoque: utilizado para representar o volume de estoque entre os diferentes processos/setores da empresa.
	Caminhão de Entrega: registrar a forma e freqüência de entrega.
	Transporte Marítimo: representa entregas realizadas por navio.
	Transporte Aéreo: representa entregas que necessitam ser feitas por avião.



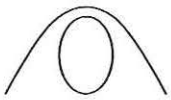
Produção Empurrada: representa o fluxo de material que está sendo empurrado do fornecedor para o cliente



Produtos Acabados: utilizado para representar a entrega do produto acabado aos clientes e para o recebimento de matéria-prima dos fornecedores.



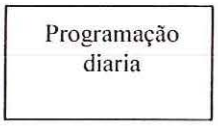
Produção Puxada de um Supermercado: utilizado para controlar a produção e retiradaa de materiais de um determinado processo.



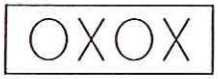
Operador: utilizado para indicar o número de operadores necessários em cada processo.

Fluxo de InformaçãoManual: programação da produção, pedidos, entregas etc.

Fluxo de InformaçãoEletrônica: email, fax, etc.



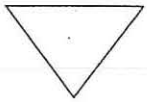
Informação: descreve os detalhes da informação enviada e ou recebida.



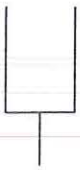
Heijunka Box: utilizada para balancear o volume e o mix de produção

Kanban de Produção: cartão ou dispositivo utilizado para liberar a produção de um determinado material.

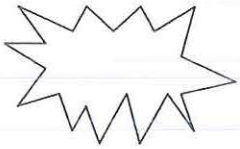
Kanban de Retirada: cartão ou dispositivo que instrui os trabalhadores na movimentação de materiais.



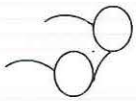
Kanban de sinalização: sinal de produção para se inicializar um processo produtivo.



Posto de *Kanban*: local de coleta do *kanban.*



Kaizen: pontos que necessitam de melhoria



Verificação Visual