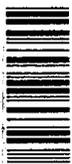


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**CIRO ALIPIO VILLEGAS CHAMORRO**

**ABORDAGEM DA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO JUST-IN-TIME**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA.**



0.223.147-8

UFSC-BU

**FLORIANÓPOLIS  
SANTA CATARINA  
BRASIL**

1994

96

**CIRO ALIPIO VILLEGAS CHAMORRO**

**ABORDAGEM DA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO JUST-IN-TIME**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA.**

**Área de concentração: Gerência de Produção  
Orientador: Cristiano J.C.A. Cunha, Dr.  
Co-orientador: Dalvio Ferrari Tubino**

**FLORIANÓPOLIS  
SANTA CATARINA  
BRASIL**

**1994**

# ABORDAGEM DA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO JUST-IN-TIME

CIRO ALÍPIO VILLEGAS CHAMORRO

Esta dissertação foi julgada adequada para abtenção do Grau de:

Mestre em Engenharia

ESPECIALIDADE EM GERÊNCIA DE PRODUÇÃO, E APROVADA EM SUA  
FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO.



Prof. Osmar Possamai, Dr. Ing.  
Coordenador do Curso

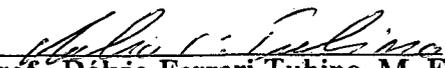
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Cristiano J. C. de A. Cunha, Dr.



Prof. Neri dos Santos, Dr. Ing.



Prof. Dálvio Ferrari Tubino, M. Eng.

## AGRADECIMENTOS

Manifesto meus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

- \* À UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.
- \* À CAPES - Pelo auxílio financeiro.
- \* Ao Professor A. J. Cunha, Dr., pela orientação dada no transcorrer deste trabalho.
- \* Ao Professor Dalvio Ferrari Tubino, M.Sc., pela co-orientação dada no desenvolvimento deste trabalho.
- \* Aos Professores integrantes da Banca Examinadora, pelos valiosos comentários que permitiram aperfeiçoar este estudo.
- \* Aos magníficos professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC
- \* Às empresas que contribuíram com a minha pesquisa.
- \* A todos os funcionários do Curso e Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, pelo apoio demonstrado.
- \* A meus amigos da pós-graduação e a todas as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Cada vez mais as empresas estão se direcionando no sentido de mudança do processo produtivo como forma de sobreviver e acompanhar o mercado consumidor extremamente exigente. O mercado mundial está mais dinâmico e competitivo. Como resposta às exigências de qualidade, variedade e baixos custos, as empresas estão buscando a excelência de manufatura em cima de novos conceitos produtivos, historicamente chamados "Filosofia de produção Just-In-Time".

Este trabalho tem por objetivo discutir e ordenar os conhecimentos atualmente existentes sobre a Filosofia de produção Just-In-Time. São ressaltados os princípios de atuação, os objetivos procurados, as ferramentas disponíveis e as medidas de desempenho que, no conjunto, caracterizam esta filosofia de produção.

**PALAVRAS CHAVE(3):** Sistemas de Produção; Just-In-Time; Medida de Desempenho.

## **A B S T R A C T**

Organizations are increasingly moving towards a change in the productive process as a form of survival, accompanying the extremely demanding consumer market. The world market is becoming more dynamic and competitive. In response to demands for quality, variety and low cost, organizations are striving for manufacturing excellence, based on new concepts of production, historically called "Just-In-Time" production philosophy.

The aim of this study is to discuss and put in order currently existing concepts of Just-In-Time production philosophy. Emphasis is given to the principles of action, the objectives sought, the tools available, and the evaluation of performance, that characterize this production philosophy on the whole.

**KEYS WORD(3):** Production Systems; Just-In-Time; Evaluation of Performance

**Para:**

- **María Elisa, minha esposa;**
- **Guillermo Abdón, Elvira Araceli e Dario Alejandro, meus filhos; e**
- **Abdón e Elvira, meus pais.**

# SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

## I. INTRODUÇÃO

- 1.1 Natureza e alcance do problema..... 1
- 1.2 O lucro JIT..... 3
- 1.3 Formulação do problema..... 4
- 1.4 Proposição das hipóteses ..... 4
- 1.5 Justificativas da pesquisa ..... 4
- 1.6 Objetivos da pesquisa..... 6
  - 1.6.1. Objetivo geral..... 6
  - 1.6.2. Objetivo específico..... 6

## II FUNDAMENTOS DA FILOSOFIA JUST-IN-TIME

- 2.1 Visão geral ..... 7
- 2.2 Os princípios da filosofia just-in-time ..... 8
  - 2.2.1. Satisfazer as necessidades do cliente..... 10
  - 2.2.2. Eliminação de desperdícios ..... 11
  - 2.2.3. Capacidade de mudança ..... 12
  - 2.2.4. Qualidade total ..... 12
  - 2.2.5. Simplicidade de métodos e processos..... 13
  - 2.2.6. Envolvimento total das pessoas..... 14
  - 2.2.7. Constante desenvolvimento..... 14
- 2.3 Os objetivos JIT..... 15
- 2.4 As ferramentas do JIT ..... 17
- 2.5 Medidas de desempenho de JIT..... 21
- 2.6 Modelo Proposto ..... 22

## III PRINCIPAIS FERRAMENTAS DO JIT

- 3.1 Produção puxada ..... 24
  - 3.1.1. Os fundamentos da produção puxada ..... 24
  - 3.1.2. O kanban de cartão único ..... 28
  - 3.1.3. As regras do sistema kanban de cartão único..... 31
  - 3.1.4. Comparação entre os sistemas de cartão único e duplo ..... 31
  - 3.1.5. Cálculo do número de kanbans..... 32
  - 3.1.6. O kanban e outros sistemas de estoque ..... 33

3.2. Troca rápida de ferramenta (set-up) .....	35
3.2.1. Os origens da troca rápida.....	36
3.2.2. Metodologias da troca rápido .....	37
3.2.3. Técnicas do troca rápido de ferramentas .....	40
3.2.4. Algumas dicas para a redução do set-up.....	48
3.3. Manufatura celular.....	49
3.3.1. Os fundamentos da manufatura celular .....	50
3.3.2. Os origens da manufatura celular.....	50
3.3.3. Tipos de layout.....	51
3.3.4. Metodologia de implantação da manufatura celular .....	52
3.3.5. Axiomas da manufatura celular .....	58
3.3.6. Benefícios da manufatura celular.....	59
3.3.7. Relação da manufatura celular com o FMS.....	62
3.3.8. O desafio de Henry Ford .....	63
3.4. Suavização e balanço da programação.....	65
3.4.1. Metodologia para a suavização e balanço da programação .....	65
3.4.2. Produção nivelada (Yo-I-Don).....	66
3.4.3. Sequenciamento da produção.....	68
3.4.4. Padronização das operações.....	69
3.4.5. Sistemas de controle por sinalização (andon).....	71
3.4.6. Controle autônomo de defeitos (jidoka) .....	72
3.4.7. Programação abaixo da capacidade.....	76
3.4.8. Uso de máquinas pequenas .....	76
3.4.9. Produção em pequenos lotes .....	77
3.4.10. Manutenção preventiva total.....	77
3.4.11. Organização da área de trabalho .....	78
3.5. Controle de qualidade através da empresa (CQAE).....	80
3.5.1. Fundamentos do CQAE.....	83
3.5.2. O que é o CQAE.....	85
3.5.3. O papel da média e alta direção.....	87
3.5.4. Elementos importantes no CQAE .....	89
3.5.5. Como interagem o CCQ, a teoria Z e o CQAE .....	92
3.5.6. Benefícios de CQAE .....	93
3.5.7. Introdução do CQAE na empresa.....	93
3.6. Programação inter-companhias JIT .....	96
3.6.1. Os fundamentos da programação inter-companhias JIT .....	97
3.6.2. Diminuindo a base dos fornecedores .....	97
3.6.3. Desenvolvimento de fornecedores JIT .....	98

3.6.4. Integração da produção com o fornecedor .....	101
3.6.5. Contratos garantindo parcerias .....	102
IV. LEVANTAMENTO DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO NA ADOÇÃO DA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO JIT EM EMPRESAS CATARINENSES.	
4.1. Introdução .....	103
4.2. Produtividade e as medidas de desempenho .....	104
4.2.1. A produtividade.....	104
4.2.2. Os benefícios da produtividade.....	105
4.2.3. As medidas de desempenho .....	105
4.2.4. Classificação das medidas de desempenho .....	106
4.3. Pesquisa de campo .....	108
4.3.1. Generalidades.....	108
4.3.2. Características da pesquisa .....	108
4.4. Tabulação de dados.....	109
4.5. Análise dos resultados .....	113
V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	
5.1. Conclusões .....	115
5.2. Recomendações .....	115
VI. BIBLIOGRAFIA .....	117
ANEXOS .....	124

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1	Ambiente da filosofia JIT.....	7
Figura 2.2	Visão da filosofia Just-In-Time.....	23
Figura 3.1	O sistema produtivo como uma corrente de elos.....	27
Figura 3.2	Kanban de movimentação.....	27
Figura 3.3	Kanban de produção .....	27
Figura 3.4	Sistema kanban de duplo cartão .....	29
Figura 3.5	Uma versão do sistema kanban com cartão único .....	30
Figura 3.6	Comparação dos sistemas de administração de inventários .....	34
Figura 3.7	O set-up comparado com um iceberg .....	35
Figura 3.8	Método Monde de redução de set-up .....	42
Figura 3.9	Programa de redução de set-up para um molde de matriz .....	44
Figura 3.10	Método Hall de redução de set-up.....	45
Figura 3.11	Uso de grampos hidráulicos para aumentar a rapidez de fixação.....	46
Figura 3.12	Colocação de esferas embutidas para melhorar a movimentação.....	46
Figura 3.13	Eliminar ajuste de martelo, padronizando alturas .....	47
Figura 3.14	Manufatura celular com layout em forma de U .....	53
Figura 3.15	Layout em linha, funcional e celular .....	53
Figura 3.16	Conceito de Mitrofanov na formação de família de peças .....	55
Figura 3.17	Estágios para implantação de análise de fluxo de fabricação.....	56
Figura 3.18	Layout da fabrica com estrutura de manufatura celular e kanban.....	61
Figura 3.19	Layout de fabrica com estrutura tradicional ou funcional .....	61
Figura 3.20	Estrutura para a nivelção da produção.....	67
Figura 3.21	Elementos para uma operação padrão.....	70
Figura 3.22	Processo de fabricação de soldas de carroçaria.....	70
Figura 3.23	Andon da fabrica de carroçaria.....	70
Figura 3.24	O jidoka mostra os problemas .....	73
Figura 3.25	Os propósitos da autonomia.....	74
Figura 3.28	O controle de qualidade através do tempo.....	84
Figura A1	Fluxo de produção para duas estações .....	129
Figura A2	Gráfico de K.....	129
Figura A3	Curva característica (CO), $h^* = f(p)$ .....	129

## LISTA DE QUADROS

Tabela 3.1	Exemplo de análise de preparação para prensa excêntrica .....	38
Tabela 3.2	Resumo da preparação para prensa excêntrica.....	38
Tabela 3.3	Soluções para reduzir tempos de set-up .....	47
Tabela 3.4	Produção nivelada para quatro tipos de unidades.....	68
Tabela 3.5	Lista de checagem de elementos para contratos de longo prazo .....	102
Tabela 4.1	Cronologia de definições importantes de produtividade.....	104
Tabela 4.2	Medidas administrativas.....	106
Tabela 4.3	Medidas produtivas .....	107
Tabela 4.4	Medidas de qualidade .....	107
Tabela 4.5	Medidas de custos .....	108
Tabela 4.6	Estado de arte das pessoas .....	110
Tabela 4.7	Situação atual da empresa.....	111
Tabela 4.8	Ponderação das medidas .....	112
Tabela 4.9	As medidas de desempenho mais usadas.....	114
Tabela 1A	Comportamento do $K = f(h)$ .....	131

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

<b>AFF:</b>	Método de análise do fluxo de fabricação.
<b>APICS:</b>	American Production and Inventori Control Society.
<b>CAD:</b>	Computer aided design.
<b>CAM:</b>	Computer aided manufacturing.
<b>CC:</b>	Método do componente composto.
<b>CCQ:</b>	Círculos de controle de qualidade.
<b>CEP:</b>	Controle estatístico dos processos.
<b>CFM:</b>	Células flexíveis de manufatura.
<b>CIM:</b>	Computer integrated manufacturing.
<b>CO:</b>	Curva operativa.
<b>CP:</b>	Célula de produção.
<b>CQ:</b>	Controle de qualidade.
<b>CQAE:</b>	Controle de qualidade amplo-empresarial
<b>CQT:</b>	Controle de qualidade total.
<b>CWQC:</b>	Company wide quality control.
<b>EDI:</b>	Electronic data interchange.
<b>FMS:</b>	Flexível manufacturing system.
<b>GDR:</b>	Gerenciamento das restrições.
<b>GM:</b>	General Motors.
<b>HP:</b>	Hewlett-Packard.
<b>IBM:</b>	International Bussines Machine.
<b>IMAM:</b>	Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
<b>JIC:</b>	Just-in-case.
<b>JIT:</b>	Just-in-time.
<b>MC:</b>	Manufatura celular.
<b>MP:</b>	Manutenção preventiva.
<b>MRP:</b>	Material requeriments planning.
<b>MRPII:</b>	Manufacturing resource planning.
<b>OPT:</b>	Optimized production tecnologia.
<b>PP:</b>	Ponto de pedido.
<b>QT:</b>	Qualidade total.
<b>TG:</b>	Tecnologia de grupo.
<b>TQC:</b>	Total quality control.
<b>WIP:</b>	Work-in-process (nível de inventários em processo).
<b>ZD:</b>	Zero defeitos.

## ABORDAGEM DA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO JUST-IN-TIME

### I INTRODUÇÃO

#### 1.1 NATUREZA E ALCANCE DO PROBLEMA

A situação política e econômica mundial está modificando-se aceleradamente. A Europa em 1993 já é um só mercado, o bloco do Leste Europeu e a ex-União Soviética estão voltando ao sistema liberal; as políticas protecionistas de substituição de importações estão sendo revogadas pela liberalização das barreiras alfandegárias tal como acontecerá em breve no Brasil. Paralelamente, indústrias de países do bloco oriental como Japão, Coréia do Sul, Taiwan, Singapura, etc, alcançaram altos níveis de competitividade e estão fazendo com que o mercado seja regido pela oferta e não pela demanda como tradicionalmente acontecia.

Conseqüentemente, o mercado está se ampliando e o mundo como um todo está tendendo a ser considerado como um grande mercado, porém nem todas as empresas terão êxito senão se adaptarem às suas exigências. Só aquelas que alcançarem alta competitividade poderão seguir adiante. São aquelas empresas manufatureiras de excelência, chamadas também empresas manufatureiras de classe mundial.

Alta competitividade não é uma situação estática senão dinâmica através do tempo, que visa alcançar constantemente elevada produtividade e alto nível de qualidade em função das necessidades dos clientes no tempo e espaço.

Agora, alta competitividade está sujeita a padrões que antigamente eram orientados pela indústria Americana, mas depois dos anos 80, utilizando quase os mesmos conceitos de maneira mais refinada, a alta competitividade vem sendo orientada pela indústria Japonesa. A indústria Japonesa vem desenvolvendo desde os anos 60 um conjunto de conceitos e técnicas conhecidas como filosofia just-in-time, que visa transformar as empresas que a praticam, em empresas de classe mundial.

Assim, alcançar constantemente elevada produtividade é obter produtos com baixos custos, isto é lograr alta eficiência dos fatores produtivos (homem, capital e tecnologia) de forma permanente. A alta eficiência do fator humano é obtida quando se têm trabalhadores envolvidos com a empresa, com polivalência, onde o trabalhador domina um conjunto de tarefas, com estruturas administrativas pouco burocráticas e a comunicação seja fluida entre a alta e baixa hierarquia, isto é, simplicidade administrativa com poucos níveis hierárquicos, com programas de capacitação e treino periódico. Sumariando, trabalhadores qualificados e bem remunerados. A alta eficiência do fator econômico é a utilização adequada de tecnologia

produtiva, seja a produção puxada, a produção por células, a manufatura flexível, a automação e a combinação delas que tenham como meta a eficiente utilização do capital, visando a simplicidade mediante a eliminação de desperdícios, considerando só as atividades com valor agregado, com alta capacidade de mudança de acordo com as necessidades dos clientes no tempo.

São estes alguns dos conceitos que orientam a filosofia just-in-time, no entanto ainda não se tem uma visão total e explícita sobre seus alcances. Assim que, inicialmente, estudiosos trataram o tema como uma técnica de produção just-in-time, que basicamente significa produzir os itens necessários em quantidades necessárias no tempo necessário, tal como consta no livro de Yasuhiro Monde [1984]. Porém, como a manufatura requer uma série de técnicas integradas começaram os estudiosos a denominá-las em seus trabalhos como um conjunto de técnicas japonesas [Moura, 1984] [Schonberger, 1984] [Yuki, 1988] [Apter, 1988]. Sem embargo, esta concepção não descreve realmente a idéia, a imagem, o pensamento da filosofia de trabalho da indústria japonesa, foi então que apareceram autores denominando essa integração de pensamentos e métodos como filosofia just-in-time [Bockerstette, 1988] [Bose, 1988] [Krepchin, 1988] [Willis, 1989] [Clark, 1989] [Antunes, 1989a] [Antunes, 1989b] [Mackness, 1989] [Groffin, 1989] [Lubben, 1989] [Nunes, 1990], mas filosofia é segundo a Enciclopédia Universal Ilustrada Européia-Americana [1958]:

"...Ciência que trata da essência, propriedade, causa e efeito das coisas naturais. Conjunto de doutrinas que com este nome se aprende nos institutos, colégios e seminários. Sua origem é Grega. Segundo sua etimologia, filósofo é o que ama a sabedoria, o que tem gosto por aquilo que satisfaz uma necessidade intelectual ou moral."

Porém a filosofia just-in-time não trata a problemática produtiva auscultando sua essência, propriedades, causas e efeitos, mas sim como um conjunto de doutrinas que orientam o desempenho da empresa como um todo. Com respeito a outras definições de filosofia, levamos mais perto ao que poderia ser nosso interesse:

"...Sistema de princípios que explicam ou sintetizam determinada ordem de conhecimentos..." [Enciclopédia, 1973]

"...2. Conjunto de estudos ou de considerações que tendem a reunir uma ordem determinada de conhecimentos (que expressamente limita seu campo de pesquisa, p. ex., à natureza, ou à sociedade, ou à história, ou as relações numéricas, etc) em um número reduzido de princípios que lhe servem de fundamento lhe restringem o alcance..." [Holanda, 1986]

"...de uso corrente na linguagem comum, filosofia é uma visão

do mundo, uma concepção de vida que o homem adota para seu uso pessoal..." [Enciclopedia, 1989]

Então, sendo o ente central a empresa que adota a filosofia, podemos entender a filosofia just-in-time como um conjunto de doutrinas encaixadas num sistema de princípios que permitem ter uma visão do mundo no que concerne à produção manufatureira, é um pensamento inerente e guia que tende a ordenar os conhecimentos para que todos seus componentes atuem ao redor de objetivos, alcançando metas que levem à competitividade.

Neste contexto e tal como afirma Nunes [1990] a utilização dos princípios da filosofia just-in-time, particularmente o da eliminação das perdas, torna-se condição essencial para a sobrevivência das empresas a médio e longo prazos. Assim, com objetivo de fortalecer as indústrias nacionais, em particular a catarinense, foi que o autor interessou-se pelo estudo da filosofia JIT.

Como um passo no caminho da efetiva colaboração Universidade/indústria, pretende-se realizar um estudo dos princípios, dos objetivos, das ferramentas e das medidas de desempenho da filosofia JIT, para com este padrão, possibilitar a pesquisa ao nível e alcance de utilização desta filosofia dentro do parque industrial catarinense.

## 1.2 O LUCRO JIT

O lucro é uma consequência da aplicação da filosofia JIT. Mas o lucro geralmente é interpretado monetariamente, neste caso seria mais justo falar de lucro econômico e lucro individual. O lucro econômico é obtido quando a partir da aplicação do JIT (pensar no longo prazo), o trabalhador, o engenheiro, o empresário, em geral todas as pessoas ganham mais. O lucro individual é obtido quando as pessoas envolvidas no JIT sentem-se realizadas. O trabalhador com o constante desenvolvimento, com sua função polivalente, com sua célula de trabalho funcionando como uma empresa familiar sente-se realizado. O engenheiro, o administrador, na medida que sua função não é mais controlar as pessoas mas os processos, e basicamente monitora as pessoas em função das metas, baseados nos objetivos JIT sentem-se confortáveis. O empresário, na medida em que sua empresa caminha sem tensões e têm resultados econômicos positivos, também se sente satisfeito. Em geral a empresa integrada tendo assimilado a cultura de seu meio, e este, por sua vez, também se adaptando ao pensamento JIT, só tem como resultado progredir.

Por isto, no presente trabalho o lucro é representado pela competitividade empresarial, que, em resumo, é a capacidade do sistema produtivo produzir, com elevada produtividade, bens de alto padrão de qualidade, a baixo preço, no momento oportuno.

### 1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Numa pesquisa, o problema não necessariamente segue sua semântica se não tem como objetivo levantar questões que conduzam à solução desejada.

Então, a formulação do problema em questão é a seguinte: "Quais são os princípios, que orientam a filosofia JIT?"

Assim, com esta formulação, fica claro que a pesquisa tem como tema de trabalho descrever, definir, e integrar sistematicamente os princípios, os objetivos e as medidas de desempenho da filosofia JIT com o fim de pesquisar e avaliar o nível de utilização destes conceitos pelas empresas .

### 1.4 PROPOSIÇÃO DAS HIPÓTESES

Sendo que a hipótese consiste em antecipar um conhecimento, na expectativa de ser provado para ser admitido como realidade, pode-se, determinado o tema da pesquisa, estabelecer hipóteses como solução provisória ao problema em questão, tais como:

- a).- A filosofia JIT tem um conjunto de princípios e paradigmas.
- b).- Os princípios JIT geram objetivos, os objetivos são alcançados pela utilização de ferramentas, integrando-se num sistema, de tal maneira, que quando são seguidas estritamente, atingem características de filosofia empresarial.
- c).- As medidas de desempenho permitem avaliar o nível de utilização da filosofia JIT nas empresas.
- d).- Os benefícios obtidos com a implementação da filosofia JIT, mesmo que parcialmente, são significativamente grandes.
- e).- As limitações de uma efetiva implantação da filosofia JIT são decorrentes da falta de conhecimento deste pensamento.

### 1.5 JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA

Resgatando um parágrafo de introdução que foi feito sobre um seminário em São Paulo, com a presença do consultor americano Tom Peters , um dos grandes nomes da administração empresarial, coordenado pela Revista Exame [1990a], foi colocado que:

"As rápidas transformações tecnológicas, a competição sem fronteiras é cada vez mais global, a instabilidade e a insegurança quanto ao futuro tornaram extraordinariamente ameaçador o

mundo dos negócios. Mesmo assim, é possível sobreviver e prosperar nessa terra minada. Quem permanecerá? É óbvio; as empresas que souberem responder rapidamente às mudanças, criando novos mercados e melhorando continuamente a qualidade de seus produtos..."

Estas expressões um tanto dramáticas fazem ver o importante que é preocupar-se pela competitividade.

No mundo esta preocupação é latente; é por isso que se têm metodologias e filosofias de organização e administração da produção que tem como objetivo melhorar a eficiência, com bom serviço ao cliente, qualidade e custos baixos, tais como o MRP, MRPII, OPT, e GDR que de alguma, forma pelo seu desenvolvimento, estão encaixadas na filosofia tradicional "just-in-case", salvo o OPT e GDR que têm pontos de sinergia com a filosofia JIT [Antunes, 1989a].

No entanto, o JIT está demonstrando que sua aplicação dá resultados satisfatórios tanto no Japão, como nos Estados Unidos, Europa ou no Brasil. Revistas especializadas, tal como Exame, continuamente publica notícias sobre os bons resultados da implementação da filosofia JIT, inclusive em empresas do setor financeiro tal como acontece ao Nacional Seguros do Rio de Janeiro onde pela aplicação do JIT se teve entre 30% e 50% de redução nos espaços ocupados por escritórios, economias de 30% a 60% no tempo para processar documentos, de 40% a 70% em seus volumes, sem falar na diminuição de até 40% do pessoal [Exame, 1990b].

Sem menosprezar as outras técnicas, o JIT oferece vantagens no seu enfoque de manufatura a tal ponto que Schonberger [1988] coloca o JIT como o terceiro maior evento da história da administração da produção, sendo que os dois primeiros, para o autor, foram: a coordenação da fábrica através do uso de tempos e métodos-padrão, por volta de 1900, e a demonstração que a motivação decorre em grande parte do reconhecimento (estudos de Hawthorne), por volta de 1930.

Logo, o crescimento empresarial no mercado moderno certamente passará pela adoção dos conceitos da filosofia JIT de produção e seus efeitos estratégicos nos negócios.

Assim, esta pesquisa assume relevada importância pelo fato de dar um passo a mais na clarificação dos princípios, objetivos e ferramentas, já que além de integrá-los num modelo, determinará um conjunto básico de medidas de desempenho que possibilitará qualificar qual é o efeito da implementação da filosofia JIT nas empresas. Como teste, serão analisadas algumas empresas catarinenses.

Por outro lado, em virtude do limitado número de trabalhos na área, esta pesquisa

permitirá a formação de uma massa crítica de conhecimentos sobre o assunto, que auxiliará no desenvolvimento de novas pesquisas neste campo e estreitará a colaboração com a indústria nacional.

## **1.6 OBJETIVOS DA PESQUISA**

### **1.6.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo geral dos princípios, objetivos, ferramentas da filosofia JIT, bem como identificar as principais medidas de desempenho que permitam a avaliação da implantação do JIT no sistema produtivo.

### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Em termos específicos, este trabalho têm como objetivos:

- a) Sistematizar a conceitualização da filosofia JIT ;
- b) Identificar medidas de desempenho sobre a aplicação da filosofia JIT ;
- c) Levantar as razões que levaram as empresas a aplicarem a filosofia JIT ;
- d) Verificar que técnicas estão sendo utilizadas dentro da filosofia JIT (kanban, CCQ, CQT, CEP, células de fabricação, CAD/CAM, apoio visual, etc ) ;
- e) Computar os ganhos obtidos a partir da implantação destas várias técnicas.

## II FUNDAMENTOS DA FILOSOFIA JUST-IN-TIME

### 2.1 VISÃO GERAL

Com objetivo de apresentar os fundamentos da filosofia JIT, serão identificados, neste capítulo, os princípios, objetivos, ferramentas e medidas de desempenho, relacionadas com esta filosofia de trabalho. Na Figura 2.1 abaixo, está esquematizado o relacionamento entre as várias partes do sistema.

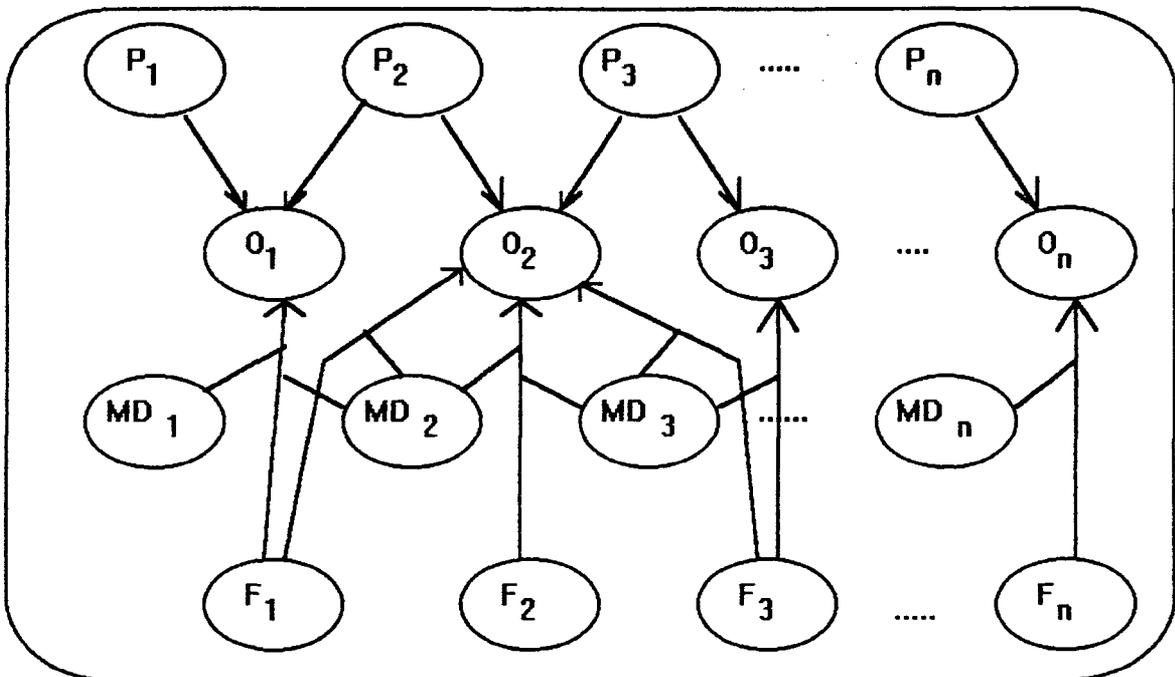


Fig. 2.1 Ambiente da filosofia JIT

ONDE:

- P : Princípios de 1 a n
- O : Objetivos de 1 a n
- MD : Medida de Desempenho de 1 a n
- F : Ferramentas de 1 a n

Na figura 2.1, temos num ambiente JIT, com princípios que o caracterizam, os quais perseguem objetivos específicos por meio da utilização de ferramentas. As medidas de desempenho são fatores que servem para medir como é que se atingem os objetivos.

A seguir serão apresentados e analisados os princípios, objetivos, critérios de avaliação e

ferramentas que no seu conjunto caracterizam a filosofia JIT.

## 2.2 OS PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA JUST-IN-TIME

Devido ao estudo relativamente recente da filosofia JIT pela comunidade ocidental, fruto do avanço tecnológico e mercadológico atingido pelas empresas orientais, encontram-se definições, sobre o assunto, as mais variadas possíveis.

Inicialmente, os pesquisadores tenderam a definir a filosofia JIT pela observação de seus efeitos mais imediatos e visuais, como se a mesma fosse uma colcha de retalhos, surgindo definições de kanban, CCQ, CQT, etc. sem apresentarem uma lógica comum que os unissem, sem um direcionamento coeso.

Normalmente, para estes autores, a cultura oriental era considerada como um fator determinante da ascensão destas empresas no mercado, e limitador do sucesso de implantação destas técnicas no ocidente.

Mais recentemente, com os resultados positivos que algumas empresas inovadoras ocidentais (Xerox, GM, HP, IBM, etc.) alcançaram trabalhando dentro da filosofia JIT, desmitificando o assunto, alguns autores passaram a tratar esta estratégia de ação empresarial de forma unificada e abrangente para todas as áreas de ação da empresa.

Começaram a surgir definições mais coesas do que é a filosofia JIT, de onde podemos abstrair uma série de princípios gerais que orientam o assunto. Por exemplo, Lubben [1989] em seu livro "Just-in-Time : uma estratégia avançada de produção", descreve a filosofia JIT como:

1. Uma filosofia de administração que está constantemente enfocando a eficiência e integração do sistema de manufatura utilizando o processo mais simples possível;
2. Dedicção ao processo de esforçar-se continuamente para minimizar os elementos no sistema de manufatura que restringem a produtividade."

De sua parte, Antunes et alli [1989a] nos diz que:

"... a filosofia justo-a-tempo se constitui em uma estratégia de competição industrial, desenvolvida inicialmente no Japão, objetivando fundamentalmente dar uma resposta rápida às flutuações do mercado (orientado para o consumidor), associado a isto um elevado nível de padrão de qualidade e custos reduzidos dos produtos. Ou seja, trata-se de uma estratégia que

dá ênfase à redução da quantidade de produtos em processo, o que proporciona uma maior circulação do capital."

Já Nunes et alli [1990] ressalta que:

"...o JIT é, antes mais que nada, uma postura ideológica de combate a perdas no processo produtivo, obtidos através de simplificação e ação direta (...) falar em ambiente just-in-time implica em questionar as atividades do processo produtivo que não agregam valor ao produto, este é o posicionamento da filosofia JIT que analisa e procura as causas das ineficiências na manufatura..."

Também Mackness [1989] apresenta a idéia como:

"...o JIT, inventado no Japão, dirige-se para a simplificação do processo de administrar a produção, retirando interrupções e perdas, e reduzindo o estoque de produtos e trabalhos em processo..."

E assim por diante, encontramos definições cujas convergências, isto é os princípios, são:

- P<sub>1</sub> : Satisfazer as necessidades do cliente;
- P<sub>2</sub> : Eliminação de desperdícios;
- P<sub>3</sub> : Capacidade de mudança;
- P<sub>4</sub> : Qualidade total;
- P<sub>5</sub> : Simplicidade de métodos e processos;

Além do que, se aceitamos que o JIT é uma postura ideológica, uma abordagem conceptual, um estilo, em fim uma filosofia, então para que seu sucesso seja garantido, deve-se incluir, ainda como princípios :

- P<sub>6</sub> : Envolvimento total das pessoas;
- P<sub>7</sub> : Constante desenvolvimento.

Assim, baseados nestes sete princípios gerais, poderíamos então acrescentar uma visão particular sobre o assunto, que seria:

"O Just-in-Time é uma filosofia de produção que, apoiada no desenvolvimento empresarial e no envolvimento total das pessoas, visa o melhoramento contínuo mediante a eliminação dos desperdícios e simplicidade operacional. Com qualidade assegurada e capacidade de mudança possibilita o atendimento das necessidades dos clientes."

Com intuito de aprimorar o entendimento sobre o assunto, passaremos agora à descrição de cada um dos sete princípios numerados anteriormente.

### 2.2.1 SATISFAZER AS NECESSIDADES DO CLIENTE

Os fabricantes que operam dentro da filosofia JIT estão de certa forma trabalhando no sentido de obter vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes, seja pelo fato de serem mais eficientes (reduzindo custos), seja pela oferta de produtos de melhor qualidade (diferenciação), ou ainda, seja pelo fornecimento de um serviço melhor aos seus clientes (satisfazendo suas necessidades).

Para o cliente o preço de aquisição não é o custo total do produto comprado. A garantia do recebimento do produto na qualidade, quantidade e prazo solicitados permite uma redução de custos de estocagem e planejamento muito maiores do que o preço de aquisição. Por outro lado, existem uma série de custos internos do cliente que podem ser reduzidos, ou até eliminados, com uma atuação mais comprometida e eficiente por parte do fornecedor JIT, como, por exemplo, os custos de recepção, embalagem, inspeção, devolução, armazenagem, manuseio, obsolescência, deterioração, etc.

Dentro da filosofia JIT, a busca da confiança e do relacionamento de longo prazo com os clientes, através de uma constante preocupação com o atendimento das suas necessidades, é um fator determinante para se trabalhar com sucesso a produção puxada, que carece de uma estabilidade maior no programa de produção para seu perfeito funcionamento.

Segundo Lubben (1989), "básico, para as necessidades do cliente, são produtos de qualidade que estejam disponíveis quando necessários. Secundariamente, junta-se a isso a necessidade de fornecedores que possam ser flexíveis e responsáveis no atendimento das necessidades que se alteram e que permitem atender a novas oportunidades. Torna-se então responsabilidade do fornecedor desenvolver a capacidade de atender às necessidades do cliente."

Cabe ressaltar ainda, que este comprometimento deve ser estimulado desde a etapa de projeto do produto, quando a engenharia deve trabalhar junto com o cliente no sentido de definir produtos de acordo com as suas necessidades específicas.

## 2.2.2 ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS

O princípio da eliminação de desperdícios, ou a utilização mínima de recursos na produção, apresenta por trás dele dois fatores distintos. O primeiro, de entendimento imediato, se refere à obtenção de produtos ao mais baixo custo. O segundo, como consequência indireta, é o de permitir um controle mais efetivo sobre os fatores de produção (mão-de-obra, máquinas e materiais), isto é, só utilizar recursos que deram valor agregado ao produto e não custo agregado.

O professor Reinaldo A. Moura [1989], presidente do Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM, apresenta em seu livro "Kanban: a simplicidade do controle da produção", uma definição bastante clara do que sejam desperdícios, diz ele:

"Taiichi Ohno (pioneiro da filosofia JIT na Toyota) introduziu uma idéia simples: a total eliminação da perda. Perda é tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto. Por esta definição:

- Filas de materiais são perdas. Ocupam espaço, aumentam o tempo de ciclo de manufatura e as peças podem ser danificadas.
- Produzir além do programado é perda. Não é necessário e pode usar até o material necessário para outras peças.
- O tempo de espera de um operador enquanto uma máquina trabalha é perda.
- A movimentação de material, as longas preparações de máquina e a produção de peças com defeito são perdas."

Assim, o emprego otimizado dos recursos produtivos deve ter seu ponto de partida na etapa de projeto, onde o processo de planejar adequadamente as operações deve consumir o tempo suficiente para tal fim. O planejamento completo de um produto simplifica e reduz a fase de implementação, evitando na origem o geração de desperdícios.

Em seguida, a conscientização dos funcionários para despender o mínimo de recursos materiais dentro do tempo de ciclo padrão, fornece a base para se obter produtos de qualidade ao menor custo e com conseqüente competitividade no mercado.

Por outro lado, o fato da empresa empregar o mínimo de recursos produtivos, ou seja, eliminar os desperdícios, permite que todos os fatores de produção (mão-de-obra, máquinas e equipamentos) possam ser controlados mais facilmente e qualquer desvio do plano possa ser rapidamente identificado e suas causas atacadas. O fato de não se trabalhar com estoques excessivos força o surgimento de problemas caso a meta não seja atendida. A solução consiste em atacar a causa do problema ao invés de colocar segurança nos estoques, para que na próxima tentativa o desempenho seja melhorado.

### 2.2.3 CAPACIDADE DE MUDANÇA

A filosofia JIT trabalha no sentido de tornar a empresa tão flexível quanto possível, de forma que ela possa se adaptar e responder rapidamente às mudanças do mercado consumidor ao menor custo.

A capacidade de mudança está diretamente relacionada com a flexibilidade do sistema produtivo, seja em termos de mão-de-obra (polivalência dos operadores), seja em termos de maquinaria (layout celular, pequenas máquinas, set-up rápidos, etc.), ou ainda, em termos de redução de estoques (produção nivelada, lotes pequenos, produção puxada, etc.).

Segundo Antunes [1989a] "...Esse princípio visa a adaptar as estruturas de produção das empresas a uma demanda cada vez mais diversificada e localizada, através da flexibilização dos processos produtivos..."

Se a empresa adotar como princípio estratégico de trabalho o aperfeiçoamento de sua capacidade em adaptar-se às mudanças, ela estará, com certeza, garantindo um lugar no futuro mercado.

### 2.2.4 QUALIDADE TOTAL

O princípio de qualidade total da filosofia JIT é o mais abrangente possível, diferenciando-se radicalmente do sistema convencional de qualidade. A ênfase na qualidade total inicia-se no projeto do produto, passa pelos fornecedores, difunde-se por todo o processo de produção e atinge os clientes medindo sua satisfação em adquirir o produto, como principal forma de avaliação de sucesso.

Ao se projetar os produtos, a ênfase na qualidade total deve levar os engenheiros a estabelecerem o processo produtivo de maneira que sempre (100%) saiam produtos dentro dos padrões aceitáveis de qualidade. A partir daí, o pessoal da produção, através de um programa contínuo de cognição e treinamento, só permitirão a fabricação e envio de produtos com 100% de qualidade.

A idéia de "fazer certo para fazer uma vez só" está contida neste princípio e acarreta uma redução de custos produtivos. Quanto a isto, Mackness [1989] coloca que "... O custo de não produzir no padrão de qualidade é enorme, envolvendo reprocesso, refugo e elevada quantidade de administração extra. Dentro da filosofia JIT, qualidade em todas as operações é parte integral da administração da manufatura, visto que qualidade fraca é perda..."

Também na área de materiais, na escolha dos fornecedores JIT, deve-se trabalhar

dentro deste princípio, alterando os critérios convencionais de seleção por preço-prazo-qualidade para qualidade-prazo-preço, criando condições para um bom relacionamento de longo prazo.

Assim, teremos formada uma corrente de qualidade total onde cada elo do sistema produtivo que adiciona a matéria-prima e peças compradas terão 100% de qualidade, garantindo a entrega de um produto adequado ao cliente.

Em termos organizacionais, o princípio da qualidade total leva a um redirecionamento nas atividades do departamento de controle de qualidade, diminuindo a importância da inspeção e aumentando a ênfase no sentido da prevenção e treinamento.

### **2.2.5 SIMPLICIDADE DE MÉTODOS E PROCESSOS**

Com a finalidade de tornar as metas mais facilmente alcançáveis, a filosofia JIT deve ter como princípio simplificar ao máximo os métodos de trabalho e os processos produtivos, além de simplificar funcionalmente o produto.

Na medida em que os métodos, processos e produtos são simplificados dentro da empresa, as pessoas terão melhores condições de produzir de forma correta, com o mínimo dispêndio de recursos, padronizando e sincronizando suas atividades.

Este princípio de simplificação deve ser desenvolvido a partir das bases, as próprias pessoas devem trabalhar no sentido de identificar e propor medidas que visem facilitar o processo produtivo.

Quanto a isto, Lubben [1989] nos diz que: "Um dogma do JIT é sempre otimizar e integrar o sistema de manufatura (eliminando estoques, retrabalho, equipamento e mão-de-obra em excesso), a fim de que os problemas relacionados com a produção venham à tona. Essa técnica é usada para superar os problemas relacionados com a produção na linha e para reduzir os custos indiretos até que o sistema de produção (qualidade, índices e custos) tenha sido equilibrado em termos de níveis de qualidade e produção..."

Com referência ao limite deste processo de simplificação, ele nos diz que: "...O processo de produção está equilibrado quando a última remoção de excessos resultar em perda de qualidade de produção. O resultado desse equilíbrio será uma produção mais suave e livre de problemas..."

### 2.2.6 ENVOLVIMENTO TOTAL DAS PESSOAS

O sucesso da implantação e desenvolvimento da filosofia JIT está diretamente relacionado com o grau de envolvimento das pessoas com a empresa.

O princípio de envolvimento total das pessoas através do trabalho de equipe possibilita a identificação e prevenção de problemas bem antes que eles se tornem sérios.

A abordagem de problemas pelas equipes de trabalho fornecem soluções melhores e mais rápidas, permitindo um contínuo desenvolvimento, eliminação dos desperdícios e garantia de qualidade, o que faz com que as pessoas trabalhem apenas em tarefas úteis e se sintam gratificadas e estimuladas.

Com o envolvimento total das pessoas nas decisões tomadas pela empresa desenvolve-se o senso de propriedade, onde todos trabalham no sentido do bem comum, como uma equipe.

Quanto a isto, a professora Adair-Heeley [1989a] no seu artigo "Teams for success with Just-in-Time" enumera seis razões para se trabalharem grupos, quais sejam:

- a) Participação: Grupos de trabalho criam um ambiente propício para a participação dos empregados.
- b) Mais idéias: O trabalho conjunto estimula a geração de idéias.
- c) Melhores idéias: Quando um membro do grupo tem uma idéia, isto gera uma reação nos demais membros no sentido de melhorar esta idéia.
- d) Disposição para assumir riscos: Existe um risco menor para as decisões tomadas em grupo do que individualmente.
- e) Poder e influência: Há mais poder e influência dos membros do grupo sobre a organização, e o uso adequado deste poder e influência é alcançado através da prática e experiência do grupo.
- f) Qualidade de vida do trabalhador: Uma vez que o grupo esteja maduro, gerando inovações, o nível e satisfação no trabalho aumenta.

### 2.2.7 CONSTANTE DESENVOLVIMENTO

Ao se estabelecer como princípio o constante desenvolvimento, a filosofia JIT está sinalizando para toda a empresa a necessidade de procurar continuamente reduzir, se possível eliminar, as ineficiências do sistema produtivo. Isto é logrado com o desenvolvimento de cada um dos elementos que compõem o sistema. Assim, teremos desenvolvimento de pessoal mediante treinamento contínuo, incentivando sua participação na solução dos problemas da

empresa, desenvolvimento do produto mediante pesquisas dos materiais para melhorar sua funcionalidade e qualidade, pesquisa de mercado para melhorar sua adaptabilidade. Também deve ter-se o desenvolvimento do processo produtivo para eliminar desperdícios, elevar produtividade e melhorar qualidade.

O fato de buscar o desenvolvimento contínuo passa a ser, nos dias atuais, uma característica estratégica de encarar a competição e o mercado. Não basta apenas produzir bem o produto, segundo Lubben [1989] "..., no mundo atual, de intensa competição internacional, o enfoque somente em cima de "ter o produto entregue" é uma abordagem não competitiva. A filosofia corporativa que busca uma vantagem competitiva deve incluir a contínua melhoria do sistema como um dos seus sustentáculos. A atitude gerencial deve ser "nossa missão é melhoria contínua", à medida que desenvolvem as políticas e processos para reduzir custos de fabricação...".

A colocação em prática deste princípio requer que o sistema produtivo seja capaz de expor continuamente os problemas, daí a necessidade de se trabalhar com o mínimo de recursos (homem, máquinas e materiais), e ao mesmo tempo estimular e apoiar a participação das pessoas na solução destes problemas.

### 2.3 OS OBJETIVOS JIT

Qualquer empresa necessita de objetivos bem claros para trabalhar no seu dia-a-dia. Os objetivos traçados dão o direcionamento necessário nas decisões tomadas à nível gerencial e conseqüentemente transmitidas ao nível operacional.

Dentro da filosofia JIT, os objetivos são os estados que pretendemos atingir quando estamos trabalhando segundo os princípios gerais, descritos anteriormente. Assim, cada um dos princípios do JIT têm bifurcações de objetivos que contribuem com o bom desempenho da empresa.

Por exemplo, o princípio "satisfação do cliente" ( $P_1$ ), é conseguido quando o JIT procura em todo momento cumprir com as exigências do consumidor que agora quer produtos mais baratos sem perder a qualidade, com garantia e assistência técnica, além de ter oportunidade de participar e opinar. Portanto, a empresa tem que determinar objetivos como zero defeitos para dar garantia ao cliente, eliminar funções de inspeção e controle que agregam custo e não valor, implementar a manufatura celular para dar resposta rápida ao cliente, produzir em pequenos lotes para satisfazer determinadas faixas de mercado, salientar o marketing interativo que procura não só analisar perfis de mercado mas perfis de indivíduos,

seus estilos, seus hábitos, aspirações e manias para desenvolver produtos e serviços que atendam essas necessidades.

Cada princípio origina objetivos entre os que podemos salientar os seguintes:

- O<sub>1</sub>).**- Eliminação de estoques;
  - estoques de segurança;
  - estoque wip;
  - estoque de produtos acabados;
- O<sub>2</sub>).**- Garantia do produto;
  - fornecedores;
  - cliente;
  - eliminação da inspeção;
  - zero defeitos;
  - desenvolvimento do produto;
- O<sub>3</sub>).**- Garantia do processo;
  - qualidade do processo;
  - qualidade na fonte;
  - fabricação do produto;
  - manutenção preventiva;
- O<sub>4</sub>).**- Flexibilidade;
  - mão-de-obra (trabalhador polivalente);
  - produto;
  - processo;
- O<sub>5</sub>).**- Manufatura celular;
  - simplicidade de layout;
  - eliminação de movimentações;
  - manufatura balanceada;
- O<sub>6</sub>).**- Produção em pequenos lotes;
- O<sub>7</sub>).**- Treino e educação contínua;
- O<sub>8</sub>).**- Produção puxada;
  - eliminação de movimentações;
- O<sub>9</sub>).**- Integração;
  - interna;
  - externa (clientes e fornecedores);
  - poucos níveis hierárquicos;
- O<sub>10</sub>).**- Produção balanceada;

Cada um destes objetivos visa cumprir com um ou mais princípios.

Deve aclarar-se que estes objetivos não podem existir independentemente ou serem alcançados sem influenciarem uns aos outros.

## 2.4 AS FERRAMENTAS DO JIT

Denominam-se ferramentas JIT aquelas disciplinas, técnicas ou métodos que desenvolvem um determinado campo das ciências de administração da produção e estão orientadas para que as empresas alcancem os objetivos JIT.

Existe um número muito grande de ferramentas associadas com a filosofia JIT, desde aquelas abordagens tradicionais que não deixam de ter aplicação, até aquelas que estão intrinsecamente ligadas à filosofia JIT.

Com o intuito de identificar as ferramentas vinculadas à filosofia JIT citaremos alguns autores que direta ou indiretamente mencionam as técnicas utilizadas, assim, Edson Pacheco Paladini [1989,p.69] diz:

"... de forma integral e harmônica, parte-se para técnicas como perda zero, células de produção, qualidade contínua jidoka, set-up rápidos, manutenção preventiva total, kanban, atividades integradas, que juntas, dão origem ao Just-in-Time."

Também, encontramos que Schomberger [1984], cita ao longo do seu livro as técnicas divididas em duas áreas. *a) Ferramentas vinculadas ao controle da qualidade total*, que resumidamente significa qualidade na fonte e está relacionado com técnicas tais como: controle do processo, qualidade facilmente visível, paralisação da linha, correção dos próprios erros, verificação total, aperfeiçoamento projeto-após-projeto, ordem e higiene, programação inferior à capacidade plena, verificação diária das máquinas, colocação dos problemas à mostra, dispositivos à prova de falhas, instrumentos de análise e círculos de controle de qualidade; e *b) Ferramentas vinculadas à produção apenas-a-tempo* estão relacionados com técnicas tais como: kanban, sinais luminosos, tecnologia de grupo, linhas em forma de U e paralelas, células de produção, máquinas pequenas, produção misturada, máxima manutenção preventiva, relação com os fornecedores, etc.

Assim mesmo, na tese de Yuki [1988], especifica-se como técnicas japonesas a teoria "Z", círculos de controle de qualidade, análise de valores/engenharia de valor, controle estatístico do processo, total quality control, perda zero, sistema jit/kanban.

Por outro lado o manual editado por C.A. Voss [Voss 87]. diz que as principais técnicas

do JIT estão dentro das seguintes áreas:

- A.- Técnicas de manufaturação;
  - A.1.- Manufaturação celular;
  - A.2.- Redução de tempos de set-up;
  - A.3.- Programação puxada (kanban);
    - A.3.1.- Tecnologia de grupo;
    - A.3.2.- Máquinas pequenas;
    - A.3.3.- A prova de falhas (pokayoke);
    - A.3.4.- Paralisação de linha (jidoka);
    - A.3.5.- Linhas em forma de U;
    - A.3.6.- Métodos de governação (seiri, seiton);
- B.- Controle de materiais de produção;
  - B.1.- JIT - MRP;
    - B.1.1.- Backflushing;
    - B.1.2.- Lista extensa de materiais;
  - B.2.- OPT;
  - B.3.- Programação balanceada e suavização(heijunka);
    - B.3.1.- Programação na capacidade;
    - B.3.2.- Controle visual;
- C.- JIT Inter-companhias;
  - C.1.- Programação JIT;
  - C.2.- Fontes simples;
  - C.3.- Certificação da qualidade pelo fornecedor;
  - C.4.- Expedição no ponto de uso;
  - C.5.- Fonte de família de peças;
- D.- Organização para a mudança;
  - D.1.- Qualidade;
  - D.2.- Melhoramento contínuo;
  - D.3.- Esforço na solução de problemas;
  - D.4.- Implementação;

Uma visão um tanto ocidentalizada é a de Sticker [1989] que focaliza os elementos de JIT em três áreas gerenciais:

- A.- Gerenciamento tecnológico;
  - A.1.- Fluxo estruturado de manufatura;
  - A.2.- Qualidade na fonte;
  - A.3.- Redução de tempos;

- A.4.- Produção em pequenos lotes;
- B.- Gerenciamento de Pessoal;
  - B.1.- Envolvimento total dos trabalhadores;
  - B.2.- Controle através da visibilidade;
  - B.3.- Tutoria;
  - B.4.- Focalização na qualidade total;
- C.- Gerenciamento de sistemas;
  - C.1.- Sistema de puxar;
  - C.2.- Nível de carga e fluxo balanceado;
  - C.3.- Manutenção preventiva;
  - C.4.- Sociedade com fornecedores.

Além disso, é importante considerar aquelas técnicas que fazem uso intensivo do computador, já que como deixa entrever Gonzales [1990] as empresas que utilizam a filosofia JIT num estado mais avançado, para elevar ainda mais sua competitividade, devem fazer uso intensivo do computador. Nesse contexto, são consideradas como ferramentas JIT também as técnicas conhecidas por meio de acrônimos: Sistemas CAD/CAM(Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing), MRP (Material Requirements Planning), MRPII (Manufacturing Resource Planning), CIM (Computer Integrated Manufacturing), EDI (Electronic Data Interchange), FMS (Flexível Manufacturing System), e robôs.

Neste extenso número de técnicas e abordagens mencionados acima, algumas implicitamente estão incluídas em outras ou estão com nomes diferentes, apesar de serem a mesma técnica, e ainda mais, umas têm abordagens tanto para a produtividade como para a qualidade e o envolvimento. Neste trabalho selecionaremos as principais técnicas, tendo em consideração este aspecto.

É complicado fazer uma classificação devido à interseção das abordagens entre as técnicas, mas com o intuito de clarificar e dar uma visão mais ordenada, classificaremos as principais ferramentas em três áreas: a).- ferramentas de produção JIT; b).- ferramentas da qualidade e envolvimento JIT; c).- ferramentas de apoio JIT.

#### **A.- Ferramentas de produção JIT**

São ferramentas cuja abordagem está centrada na produção, isto é, visam estabelecer um meio de manufatura flexível encurtando o tempo de linha, em geral o tempo da encomenda do cliente ao pagamento. Também aplicar cuidadosamente os recursos limitados dos negócios; equipamento, material, pessoal, dinheiro e tempo, reorganizando as tradicionais disciplinas funcionais para um estilo de organização mais cooperativo e integrado, onde o fluxo

de influências os aproxime em condições de maximizar o uso eficiente dos recursos. Consideram-se as seguintes ferramentas:

- F<sub>1</sub>.- Produção puxada (kanban);
- F<sub>2</sub>.- Set-up rápidos;
- F<sub>3</sub>.- Manufatura celular.;
  - \*Layout celular;
  - \*Tecnologia de grupo (TG)
  - \*Células de produção;
- F<sub>4</sub>.- Suavização e balanço da programação;
  - \*Produção nivelada;
  - \*Seqüenciamento da produção;
  - \*Padronização das operações;
  - \*Sistemas de controle por sinalização (ANDON);
  - \*Controle autônomo de defeitos (JIDOKA/POKA-YOKE)
  - \*Programação abaixo da capacidade (MURI, MUDA, MURA);
  - \*Produção em pequenos lotes;
  - \*Máquinas pequenas;
  - \*Manutenção preventiva total;
  - \*Organização da área de trabalho (SEIRE, SEITO, SEISO, SEIBI, SHETAUKE);
- F<sub>5</sub>.- Programação inter-companhias JIT;

#### B.- Ferramentas da qualidade e envolvimento JIT

São ferramentas cuja abordagem está centrada na qualidade e o envolvimento do pessoal, isto é, encorajar favoravelmente o melhoramento contínuo ao pessoal, criar um ambiente onde todos os níveis, ambos, gerente e trabalhadores, estejam conferidos de responsabilidade e autoridade para sugerir melhorias e levá-las a cabo. Consideram-se as seguintes ferramentas:

- F<sub>6</sub>.- Trabalhadores polivalentes (shejinka);
- F<sub>7</sub>.- Controle de qualidade total;
- F<sub>8</sub>.- Qualidade do processo;
- F<sub>9</sub>.- Círculos de controle de qualidade;
- F<sub>10</sub>.- Zero defeitos/Perda zero;
- F<sub>11</sub>.- Gerência participativa;
- F<sub>12</sub>.- Qualidade facilmente visível;
- F<sub>13</sub>.- Expedição no ponto de uso;

- F14.- Fontes simples;
- F15.- Melhoramento contínuo;
- F16.- Pensamento criativo ou idéias inventivas(soikufu);
- F17.- Esforço na solução de problemas;
- F18.- Design do produto e processo;
- F19.- Análise de valor/engenharia de valor;

### C.- Ferramentas de apoio JIT

São ferramentas cuja abordagem está centrada no uso de informação altamente integrada, isto é, sistemas que ajudem à redução do custo de produção, melhoramento da qualidade e rápida resposta às mudanças, tal é o caso da fábrica de aparelhos óticos da Fugitsu em Oyama, a fábrica de motocicletas da Yamaha Nº 5 works em Handa, a fábrica de metais sanitários da Toto Nº 2 works em Kokura, e ainda, a fábrica de tonéis de 200 litros da Yamamoto em Kitakyushu [Gonzalez, 1990], assim consideram-se as seguintes ferramentas:

- F20.- Sistemas CAD/CAM;
- F21.- MRP e MRPII;
- F22.- CIM e EDI;
- F23.- FMS;
- F24.- Robôs;
- F25.- OPT e GDR.

## 2.5 METAS OU MEDIDAS DE DESEMPENHO DE JIT

Como reflexo da utilização das ferramentas JIT, temos a possibilidade de estabelecer padrões de desempenho, ou medidas que permitam verificar como os objetivos da filosofia JIT, dentro dos seus princípios, estão sendo alcançados.

Assim, quando uma empresa introduz os conceitos da filosofia JIT com a finalidade de avaliar seu desempenho, pode-se empregar quatro tipos de medidas chaves [Hradesky, 1989] [Stickler, 1989, p.40]: Medidas administrativas, medidas produtivas, medidas de qualidade e medidas de custos.

### A.) ADMINISTRATIVAS

- Razão de demissões por ano
- Razão de faltas por mês, por ano
- Razão de documentos emitidos por pessoa por dia
- Número de níveis hierárquicos
- Razão de sugestões por pessoa por ano

- Razão de decisões coletivas por ano
- Razão média de cargos exercidos por pessoa
- Número de pessoas na função
- Tempo médio de traslado da informação

#### **B) PRODUTIVAS**

- Razão de programas de treinamento por pessoa por ano
- Razão de tempo de montagem das ferramentas
- Razão de número de atrasos por fornecedor
- Razão do tempo médio de paralisações por máquina
- Razão de tipo de produtos produzidos por dia por linha
- Tamanho dos lotes de produção
- Nível de estoque médio por item
- Rotação de inventários
- Tempo de ciclo de produção por produto
- Razão de produtividade por produto por linha por dia
- Número de peças e processos por produto

#### **C) DA QUALIDADE**

- Razão de defeitos em p.p.m.(partes por milhão)
- Razão de devoluções e reclamações por produto
- Diminuição da variabilidade das especificações
- Razão de retrabalhos
- Razão de prejuízo por produto defeituoso

#### **D) DE CUSTOS**

- Economia obtida pela implementação
- Nível de capital de giro
- Economia pela distância percorrida por item
- Economia pelo uso de ferramentas por célula
- Economia nos tempos de paralisação
- Economia pela redução de espaço ocupado

Os funcionários são adestrados para focalizar sobre estas medidas por produto e área, os contínuos melhoramentos em cada uma destas medidas descreve o progresso da implementação JIT.

## **2.6 MODELO PROPOSTO**

Dentro deste item é apresentado o modelo proposto, onde aparecerá o inter-relacionamento efetivo entre os princípios, objetivos, ferramentas e medidas de desempenho.

É um sistema simplificado, com objetivo de descrever um ambiente JIT, o qual está composto fundamentalmente por princípios, objetivos e ferramentas os quais interagem dando forma à filosofia de produção just-in-time, tal como apresentamos na figura 2.2.

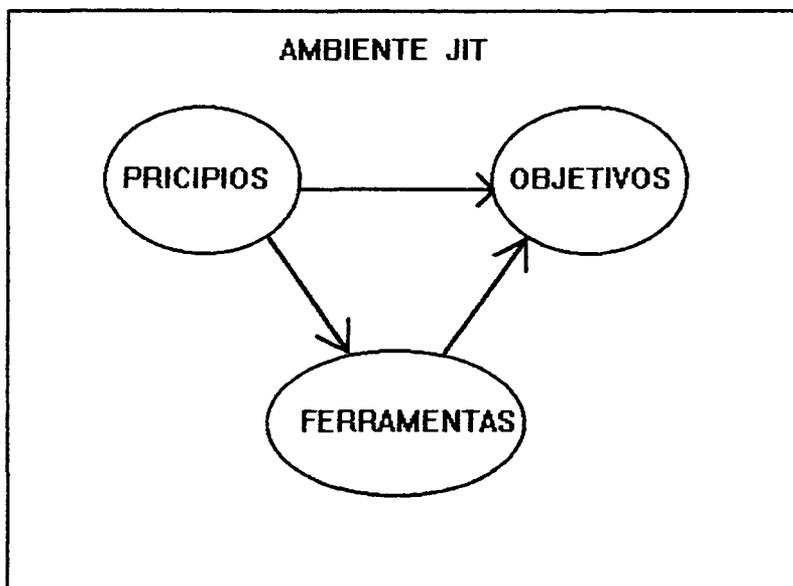


Fig. 2.2 Visão de Filosofia Just-In-Time

Os princípios são os dogmas gerais que orientam o desenvolvimento empresarial dentro da filosofia JIT. Qualquer decisão tomada pela empresa deve ter como suporte o atendimento de um ou mais destes princípios.

Os princípios, como tal, não são mensuráveis, porém através de seu relacionamento com os objetivos pode-se estimar se a empresa está ou não trabalhando no sentido da filosofia JIT.

Os objetivos são os estados que queremos alcançar quando trabalhamos segundo os princípios da filosofia JIT. Cada objetivo atende num grau maior ou menor os princípios gerais.

Operacionalmente, os caminhos percorridos dentro da filosofia JIT para se atingir os objetivos, a partir da avaliação dos critérios, são ditos como ferramentas.

As ferramentas são as técnicas ou métodos, muitas vezes aplicáveis a qualquer outra filosofia de trabalho, que permitem à empresa alcançar seus objetivos dentro da filosofia JIT.

Quanto mais eficientemente se aplicar estas ferramentas, mais perto da meta se chega, podendo-se, inclusive, alcançar mais de um objetivo com a mesma ferramenta.

### III PRINCIPAIS FERRAMENTAS DO JIT

#### 3.1 PRODUÇÃO PUXADA (KANBAN)

O sistema kanban é um meio de informação que controla harmoniosamente a produção dos produtos nas quantidades necessárias e no tempo certo. Assim, o sistema se torna mais do que um método de disparar a produção nas estações de trabalho. Ele se torna uma diretriz na dinamização e aperfeiçoamento da produção porque é um indicador do comportamento do sistema de produção, o que é fácil para qualquer um observar.

O sistema principalmente reduz custos e ajuda a aumentar o giro de capital, isto é receita/despesas, mediante a redução dos estoques e excesso de mão-de-obra, melhorando a produtividade da empresa como um todo.

A estrutura deste sistema de produção é examinada como uma unidade, mas suas idéias básicas estão associadas com outras ferramentas usadas para obtenção dos objetivos.

##### 3.1.1 OS FUNDAMENTOS DA PRODUÇÃO PUXADA

###### A). ORIGENS

Possivelmente as idéias de kanban e just-in-time nasceram juntas, até num determinado momento confundirem-se e em outro se complementarem, mas sua abrangência atual é diferente como se sustenta neste trabalho. Com o intuito de aclarar citaremos, resumidamente, uma passagem que trata de suas origens. [Schonberger, 1984]

Literalmente traduzido, kanban significa "anotação visível" ou "placa visível". De modo mais geral, toma-se a palavra kanban como significando "cartão", a expressão inglesa just-in-time foi simplesmente adotada pela indústria do Japão e talvez não possua correspondente apropriado naquele país. (A conversa do dia-a-dia dos empresários nipônicos é recheada de palavras ou expressões inglesas desse tipo, especialmente técnicas). Alguns japoneses dos velhos tempos falam que a expressão "just-in-time" começou a ter emprego 28 anos atrás, na indústria da construção naval de seu país. As siderúrgicas haviam crescido demais; apresentavam tal excesso de capacidade que os estaleiros navais perceberam que suas encomendas de aço podiam ser atendidas com muita rapidez. Seus estoques de aço, que antes eram suficientes para um mês, foram reduzidos para algo que corresponderia a três dias de uso. Assim, os estaleiros recebiam suas encomendas "just-in-time" (apenas-a-tempo). Logo outras fábricas passaram a solicitar às suas fornecedoras entregas apenas-a-tempo e a aplicar o JIT também às suas operações internas. Hoje o mundo conhece o sistema just-in-time porque na

década de 1970 Taichi Ohno, um dos vice-presidentes da Toyota, bem como vários colegas seus, pôs-se a explicar a idéia numa série de artigos, teses e livros.

## B). OS CARTÕES

Superficialmente, pode-se interpretar o kanban como significando o emprego de um cartão-requisição ou de um cartão-ordem; podemos dizer que a maior parte das indústrias usam um sistema desses, no mundo inteiro. De longa data, por exemplo, elas vêm observando o método padronizado de fazer algum tipo de cartão acompanhar o material em processamento: esse cartão é geralmente chamado de "viajante". É comum usar-se uma série de cartões ou impressos (ordens de serviço, bilhetes de serviço, folhas de acompanhamento, etc.), para pedir mais peças. Esses cartões e anotações visíveis, de emprego tradicional, não constituem um sistema kanban, já que fazem parte do que se conhece como sistema de *levar adiante (ou de empurrar)* o pedido e o controle das peças. A característica do kanban criado pela Toyota é pertencer a um sistema de *puxadas (ou de chamadas)*. [Voss, 1987, p.59]

## C). EMPURRAR OU PUXAR

Nos últimos 20 anos, a American Production and Inventori Control Society (APICS), vem promovendo um sistema de planeamento e controle da produção bem planeado, montado sobre o computador, sistema esse que empurra o processo para a frente.

Os sistemas de empurrar o processo de fabricação para a frente baseiam-se simplesmente no programa montado para a produção. Ou seja, prepara-se um esquema multiperiódico, prevendo as demandas futuras dos produtos das empresas (o "programa mestre da produção"), esquema esse que o computador desdobra em programas detalhados para a fabricação ou compra dos respectivos componentes. É um sistema que empurra, no sentido de que a programação impele o pessoal da produção a fabricar o material necessário e depois empurrar esse material para fora ou para a frente. O nome que se dá a esse sistema de empurrar é planeamento das necessidades de materiais (MRP).

Nos velhos tempos em que não se dispunha da capacidade do computador para este planeamento e programação toda, usava-se um sistema casual de chamada (ainda praticado em bom número de empresas). Funcionava da seguinte forma: ao receber os pedidos dos clientes, a produção verificava o estoque dos componentes. Os componentes em falta eram chamados, ou apressados. Mesmo quando há um grande estoque de componentes, alguns deles sempre estarão em falta, pelo que precisarem ser apressados, pois retardam a produção e fazem os clientes esperar.

Contudo, o sistema de programar e empurrar (o MRP) parece um bom sistema de direção, em confronto com alguns sistemas de chamar e apressar. O ponto fraco do MRP,

porém, é que ele sempre está montado sobre certa dose de suposição. Para preparar a programação, é preciso supor que procura manifestarão os clientes, bem como quanto tempo o departamento de produção levará para fabricar os componentes necessários. O sistema permite fazer correções diárias (denominados controle na fábrica). Apesar disso, porém, as suposições errôneas geram estoques excessivos de determinados componentes, embora não tão excessivos quanto os que resultariam do velho sistema de chamar e apressar.

Até recentemente, parecia que os sistemas de chamadas seriam gradualmente eliminados pelo MRP, operando o computador, mesmo nas pequenas empresas em vista do baixo preço dos microcomputadores, que continua reduzindo-se. Essa crença, porém, foi desfeita pelo sistema de puxar da Toyota, conhecido por kanban. Pelo sistema kanban, os componentes são fabricados quando necessários, mas sem partir de qualquer suposição e, portanto, sem que se formem os estoques excessivos resultantes das suposições erradas. A figura 3.1, mostra uma comparação entre o sistema tradicional e o sistema kanban, fazendo um paralelo à corrente de elos com o sistema produtivo, onde cada elo é uma estação de trabalho. Mas o emprego do kanban apresenta uma limitação importante. De modo geral, o kanban só funcionará bem no contexto do just-in-time (JIT), particularmente, quando esse sistema procura abreviar o período necessário à preparação das máquinas e reduzir o tamanho dos lotes. [Hall, 1981] Um programa JIT pode funcionar bem sem um subsistema kanban, mas faltará sentido ao kanban que seja operado independentemente do JIT.

Em geral o fluxo dos contentores entre duas estações de trabalho é feito pelo sistema de dois cartões kanban da Toyota ou o sistema de um só cartão de movimentação. Deve ficar claro que sendo o kanban um sinal, existem também outros tipos de sinais para movimentar os contentores.

#### D). O SISTEMA KANBAN DA TOYOTA

No sistema kanban da Toyota, cada tipo de peça, ou cada número de peça tem um contentor especial, destinado a conter determinada quantidade exata de peças daquele número, de preferência uma quantidade bem reduzida. Dois são os cartões correspondentes a cada contentor, as Figs. 3.2 e 3.3 mostram os dois tipos de cartões usados pela Toyota [Monde, 1984]. Daqui para frente chamados também kanban; o kanban informa o número da peça, a capacidade do contentor e alguns outros dados. Um deles, o kanban de produção destina-se ao centro produtor que fabrique a peça daquele número; o outro, o kanban de transporte, destina-se ao centro usuário [Monde, 1981b]. Em cada ciclo, o contentor caminha do centro produtor (e seu ponto de estoque) para o centro usuário (e seu ponto de estoque) e depois volta, ocorrendo no caminho a troca de um kanban pelo outro. A Figura 3.4 mostra o caminho percorrido pelo kanban e pelo contentor entre duas etapas.

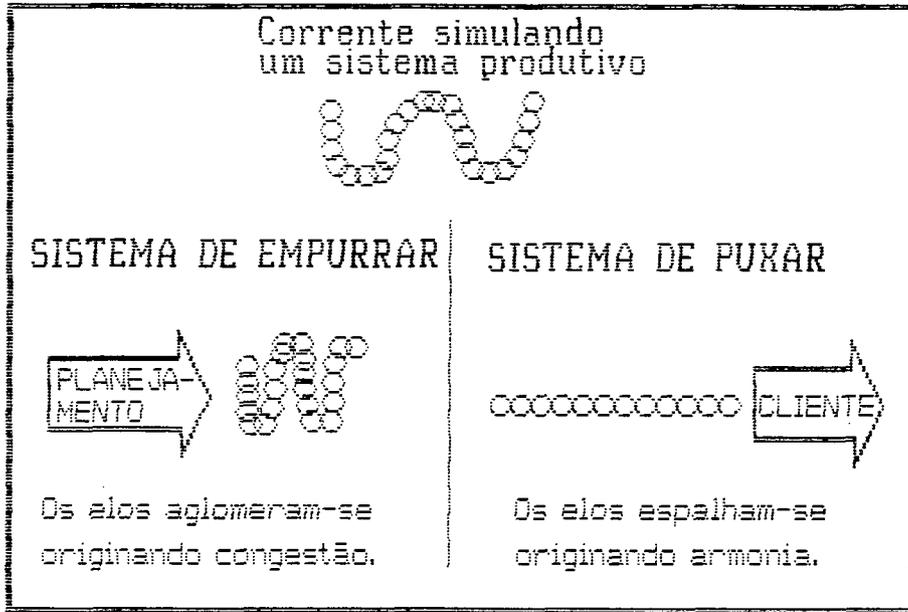


Fig. 3.1 O sistema produtivo como uma corrente de elos.

Nº do ponto de estoque	58215	Abreviação do item	A2-15	Processo precedente
Nº do item	35670507			fresagem
Nome do item	pinhão de direção			B2
Tipo de carro	SX503C			Processo subsequente
Capacidade de contator		Tipo de contator		furação
20	B	4/8		M-6

Fig. 3.2 Kanban de movimentação

Nº do ponto de estoque	58215	Abreviação do item	A2-15	Processo
Nº do item	35670507			fresagem
Nome do item	pinhão de direção			B2
Tipo de carro	SX503C			

Fig. 3.3 Kanban de produção

## E). AS REGRAS DA PRODUÇÃO PUXADA

A simplicidade e eficiência do sistema kanban da Figura 3.4 estão ligadas às seguintes regras:

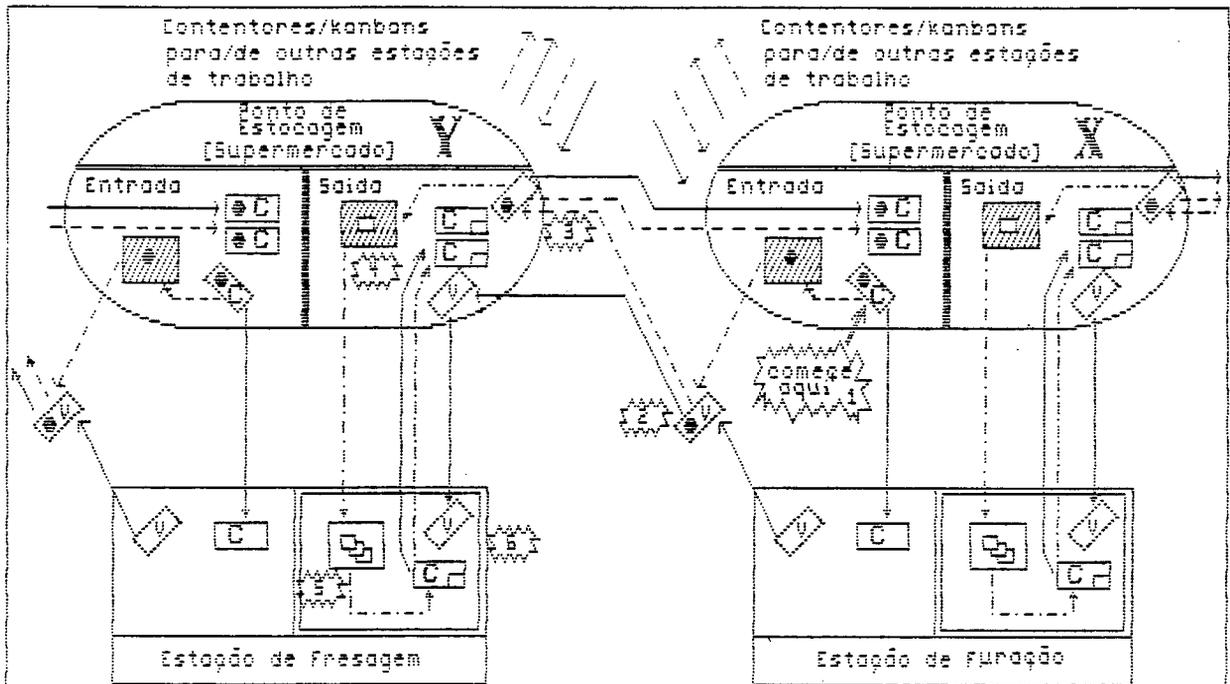
- Nenhuma peça poderá ser produzido pela fresagem sem que um kanban de produção a autorize. A fresagem poderá parar de trabalhar, mas nunca produzirá peças que não tenham sido solicitadas -um sistema "puxado puro". (Os operários poderão cuidar da manutenção ou trabalhar em projetos de melhoria, quando não houver kanban de produção na caixa de despacho).
- Há exatamente um kanban de movimentação e um kanban de produção para cada contentor e a quantidade desses contentores (com kanbans) por números de peças, no sistema, é fixada por decisão muito estudada pela empresa.
- Só se usam contentores padronizados, que recebam sempre as quantidades determinadas (pequenas) -nem mais, nem menos. Esse cuidadoso controle da quantidade por contentor e da quantidade dos próprios contentores por número de peça, simplifica o controle do estoque e o torna muito mais preciso do que os sistemas tradicionais, com ou sem auxílio de computadores.

### 3.1.2. O KANBAN DE CARTÃO ÚNICO

Não são muitas as empresas japonesas que colocaram em pleno funcionamento o sistema kanban de ficha dupla criado pela Toyota. O que a maior parte delas opera é um sistema kanban de ficha única, sendo que a ficha única usada é o kanban de movimentação. É fácil iniciar pelo kanban de movimentação e depois, quando conveniente, acrescentar-lhe o kanban de produção [Voss, 1987, p.64].

No sistema kanban de cartão único, os componentes são produzidos ou comprados de conformidade com uma programação diária, sendo efetuada a entrega ao centro usuário através do kanban de movimentação (ver Figura 3.5).

O sistema kanban de cartão único não dispõe de um ponto de estocagem para as peças que cheguem. Neste esquema, as peças são entregues diretamente ao ponto de uso da Furação. Além disso, o ponto de estocagem das peças recém produzidas tende a ser maior do que o ponto de estocagem correspondente no kanban de duplo cartão. A razão de ser maior deste ponto de estocagem é porque conterà o estoque produzido de conformidade com a programação; a programação empurrará para o ponto de estocagem as peças furadas mesmo quando a Furação funcione mais lentamente ou chegue a parar de funcionar, como resultado de problemas de produção ou de qualidade. Dessa forma, o ponto de estocagem deve ter a possibilidade de conter maior quantidade de contentores para peças do que no sistema de puxar representado na Figura 3.4.

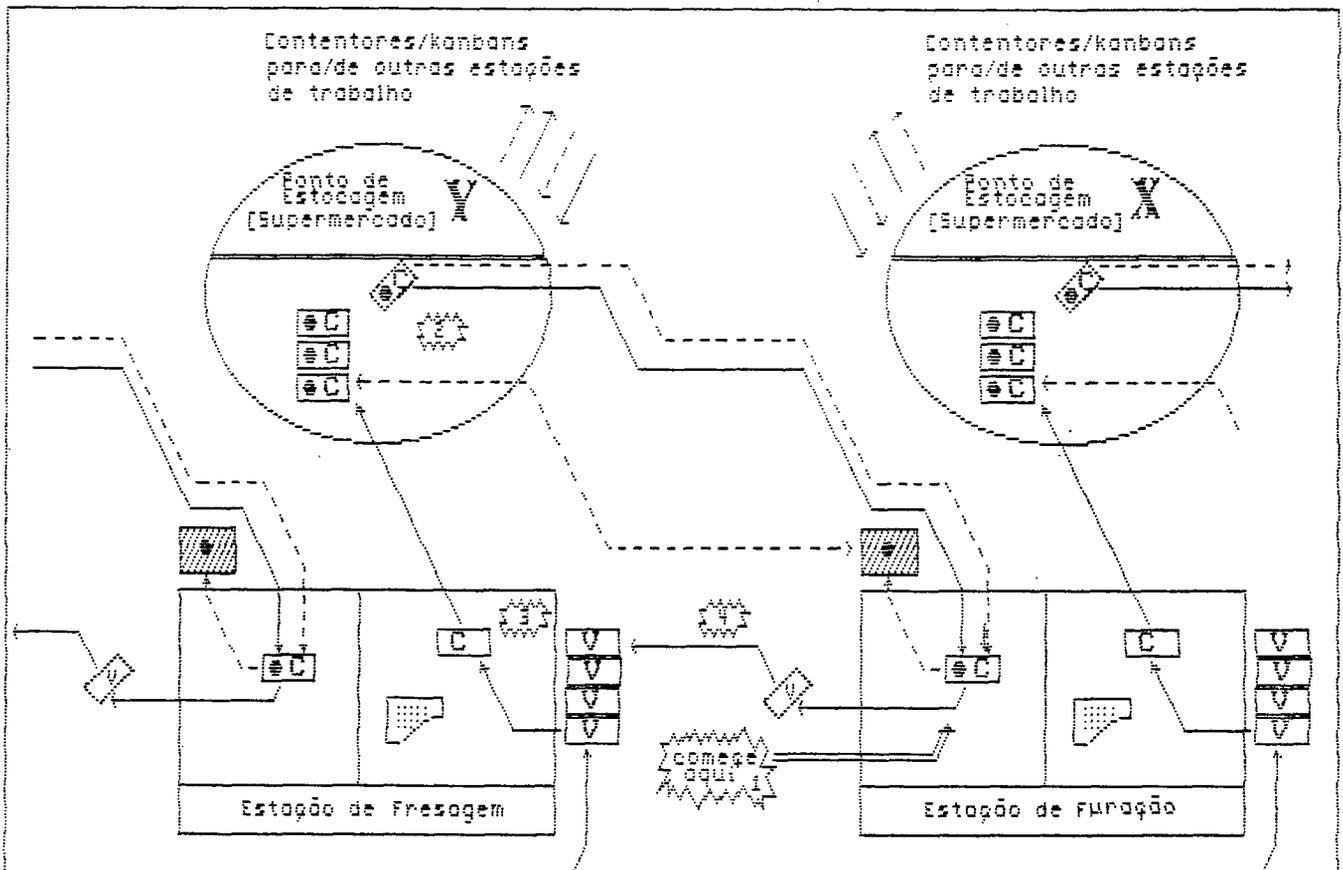

**LEGENDA:**

ITEM	Contêiner Padrão	Kanban de Movimentação	Kanban de Produção	Caixa Coletora de Kanban	Caixa ou Relação de Despacho em Exposição na Estação	VAZIO	CHEIO
FLUXO	→	- - - - ->	- - - - ->				
SÍMBOLO	□	●	□	▨	☒	V	C

**FIG. 3A SISTEMA KANBAN DE DUPLO CARTÃO E FLUXO PADRÃO DOS CONTENTORES ENTRE DUAS ESTAÇÕES DE TRABALHO.**

Na figura, uma estação de trabalho de fresamento fornece peças usinadas para a estação de furação, que faz furos nas mesmas peças. O ponto de estocagem Y serve à fresadora [e outras estações na redondeza]; O ponto de estocagem X serve à furadeira [e outras estações na redondeza]. Os fluxos de contêineres de peças e Kanbans entre a fresadora e a furadeira são mostrados.

O ponto de início natural num sistema de puxar é a estação de trabalho de consumo, neste exemplo, a furação. As peças a serem furadas são obtidas da seguinte forma: [1] Em "comece aqui", selecionando um contêiner cheio de peças pronto a serem transportadas para a furadeira. O Kanban de movimentação é retirado e colocado numa caixa coletora no ponto de estocagem X. [2] O Kanban de movimentação do ponto de estocagem X é fixado ao contêiner esvaziado recentemente na furadeira. [3] O contêiner vazio com o Kanban de movimentação é levado ao ponto de estocagem Y [em outra planta], onde o Kanban de movimentação é retirado e fixado num contêiner cheio, o qual é devolvido ao ponto de estocagem X. [4] O contêiner cheio tem exatamente um Kanban de produção fixado. Antes dele deixar o ponto de estocagem Y, seu Kanban de produção será retirado e colocado na caixa coletora de Kanbans. [5] Os Kanbans de produção [aplicado ao fresamento] são levados para a fresadora a toda hora, onde seguem para uma caixa de despacho e se tornam numa relação de serviços a serem feitos a seguir. Eles são trabalhados na ordem de recebimento no ponto de estocagem Y. [6] As peças de cada serviço completado são colocadas num contêiner vazio tomado do ponto de estocagem Y, ao qual o Kanban de produção é fixado, e o contêiner cheio é movimentado para o ponto de estocagem Y. [4055 87]



### LEGENDA:

ITEM	Contêiner Padrão	Kanban de Movimentação	Caixa Coletora de Kanban	Programação da Produção diária	VAZIO	CHEIO
FLUXO	→	---→				
SÍMBOLO	□	●	▨	▭	V	C

**Fig. 3.5 UMA VERSÃO DO SISTEMA KANBAN COM CARTÃO ÚNICO PARA AS MESMAS ESTAÇÕES DE TRABALHO, FRESADORA E FURADEIRA, USADO NO SISTEMA KANBAN DE DUPLO CARTÃO (FIG. 3A).**

[1] Partindo do ponto "comece aqui", vemos exatamente que um contêiner foi esvaziado e os trabalhadores começaram a usar cabeçotes fresados de um contêiner cheio que se encontrava a mão. Quando o primeiro contêiner foi esvaziado, um operário colocou um Kanban de movimentação na caixa coletora de Kanbans. [2] A cada meia hora aproximadamente, um funcionário num pequeno veículo de resgate faz um circuito por todas as caixas coletoras de Kanban de determinada área, descarregando contêineres cheios e Kanbans de movimentação da volta anterior e recolhendo Kanbans de movimentação dos depósitos. Na zona 2 os Kanbans de movimentação são fixados aos contêineres cheios de peças fresadas e despachadas para furadeira. [3] A fresagem mantém o ponto de estocagem Y suprindo de contêineres cheios. A produção funciona vinculada a uma programação diária, e normalmente promove uma rotação de modelo a modelo no decorrer do dia. [4] Os contêineres vazios são coletados periodicamente da estação de trabalho usuária e levados a estação de trabalho fornecedora (produtora). (Voss, 1987)

### 3.1.3 AS REGRAS DO SISTEMA KANBAN DE CARTÃO ÚNICO

O sistema kanban de cartão único funciona similarmente a muitos outros sistemas de dois depósitos, mas ele é exclusivo só como elemento do JIT, abrangendo os seguintes pontos, mas sem a eles limitar-se:

- ▣ Os contentores usados são padronizados;
- ▣ A quantidade por caixa é exata, de forma que é fácil quantificar;
- ▣ No ponto de uso, as caixas cheias não passam de uma ou duas;
- ▣ A quantidade das peças contidas num contentor é pequena, de modo que se usa pelo menos uma caixa por dia, e habitualmente várias;
- ▣ Na extrema produção, enchem-se os contentores com pequenos lotes que exigem providências preliminares visando abreviar os tempos necessários de set-up e, assim, tornar econômicos os pequenos lotes.

### 3.1.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE CARTÃO ÚNICO E DUPLO

O kanban de cartão único exerce controle severo sobre entregas, não permitindo que a estação de trabalho usuária chegue a dispor de mais de um ou dois contentores de peças e é eliminado o ponto de estocagem que serve à estação de trabalho usuária. Uma das vantagens desse sistema é que diminui a aglomeração e a confusão que se formam em torno dos pontos de uso.

Por outro lado, ele permite que as peças fabricadas cheguem a aglomerar-se excessivamente no ponto de estocagem que serve ao centro produtor. Essa aglomeração, contudo, não deverá tornar-se séria nas empresas em que seja relativamente fácil relacionar a quantidade das peças necessárias (e o período necessário para produzi-las) com a programação dos produtos finais.

O kanban de ficha única controla muito bem as entregas das peças de cada fase para a seguinte; observando os adequados períodos de espera, as programações diárias referentes à fabricação das peças permitirá que, com a formação de estoques bastante reduzidos, as peças estejam prontas no momento em que se façam necessárias.

A engenhosa solução apresentada pela Toyota foi usar o kanban de dois cartões, que faz a produção de cada número de peças acompanhar o maior ou menor ritmo de produção de cada uma das sucessivas etapas de produção.

O kanban de dois cartões é duplamente eficiente no sentido de que no tocante à elevação da produtividade tem a possibilidade de fazer os problemas aparecerem (para que se procure resolvê-los) retirando um ou mais kanbans. Infelizmente, essa característica não pode ser introduzida no kanban de cartão único, já que aí não se controla a quantidade dos contentores que se enchem com cada número de peça. Dessa forma as empresas que utilizam o

kanban de cartão único deverão encontrar outra maneira de elevar sua produtividade. Schonberger [Voss, 1987, p.66], exemplifica com a empresa Kawasaki, que opera o sistema kanban de cartão único, ela conseguiu aumentar sua produtividade retirando trabalhadores da montagem final até que se acendam luzes amarelas na linha, denunciando problemas que precisarão ser corrigidos. Também, a Nihon Radiator Co. aplica um vigoroso sistema de controle de qualidade total que contempla uma série contínua de projetos de aprimoramento; estes projetos relacionados com a qualidade, os métodos de trabalho, as ferramentas ou os equipamentos, aumentam a produtividade reduzindo o material e a mão-de-obra utilizada por unidade produzida e melhorando a utilização dos equipamentos e ferramentas.

### 3.1.5 CÁLCULO DO NÚMERO DE KANBANS

A quantidade de estoque de cada peça é igual ao número de cartões kanban distribuídos para aquela peça vezes o número de peças em cada contentor padrão. O sistema começa calculando o número de cartões kanban necessários através da seguinte equação:

$$K = \frac{D (T_e + T_p) (1 + @)}{A} \quad (1)$$

Onde:

K: Número de kanbans (movimentação + produção);

D: Média de produção por dia (do programa mestre mensal);

T<sub>e</sub>: Tempo de espera, ou tempo de ciclo do cartão de movimentação;

T<sub>p</sub>: Tempo de processamento para um cartão de produção completar o ciclo através do centro de produção da peça;

A: Número de peças por contentor padrão (não deve ser superior a 10% das necessidades diárias);

@: Coeficiente de segurança (percentagem de variação determinado de acordo com a eficiência das estações de trabalho, deve estar aproximadamente em torno de 10%).

Definido o número de peças por contentor, pode ser mais conveniente trabalhar com o número de contentores por dia como sendo a semana:

$$K = \frac{D}{A} (T_e + T_p) (1 + @) \quad (2)$$

↑  
Número de contentores por dia que são necessários pelo menos para o transporte e produção.

Também é conveniente analisar separadamente quantos cartões são necessários pelo processo de transporte (cartões de movimentação) e pelo processo de produção (cartões de produção):

$$K = \frac{D}{A} T_e (1 + @_e) + \frac{D}{A} T_p (1 + @_p) \quad (3)$$

↑  
Número de cartões de movimentação necessários, incluindo uma tolerância para a ineficiência.

↑  
Número de cartões de produção necessários, quando há dificuldade em determinar o que é realmente necessário no processamento.

### 3.1.6 O KANBAN E OUTROS SISTEMAS DE ESTOQUE

O sistema de estoque mais antigo e mais empregado é o do ponto de pedido (PP). Cujas regras são simples; quando o nível de estoque atinge o ponto de pedido, pedir mais. Mas o PP gera estoques elevados. É mais para obedecer à regra do que para atender às necessidades reais que se encomendam novas peças e materiais. As fábricas que empregam o sistema PP fazem-no por causa da dificuldade que sentem em relacionar a necessidade das peças com a programação dos produtos finais.

Melhor é o caminho oferecido pelo planejamento das necessidades de materiais (MRP). O MRP encarrega o computador de milhares de cálculos simples, necessários à transformação de uma programação-mestre de produtos finais na necessidade das peças componentes. Mas o MRP tem um ponto fraco que atinge também ao PP: ele está orientado a lotes. Isto é, no MRP o computador reúne todas as demandas de determinado número de peça num dado período, e recomenda a produção ou compra daquele número de peça num lote relativamente grande. As empresas que empregam MRP compram as peças em lotes e não unidade-por-unidade (just-in-time) por não terem abreviado o tempo necessário de set-up de seu maquinário, com o que tornaria econômicos os lotes pequenos. Se o tivessem feito, a escolha lógica que se apresentaria seria a do simples kanban manual e não a do sistema MRP, caro, complexo e dependente dos computadores. O paradoxo a este respeito é que se a empresa chegar a eliminar o obstáculo do tempo de set-up das máquinas, tornando assim realmente eficiente o MRP ao reduzir os estoques, então o MRP não será mais necessário; aí já seria preferível o kanban.

A questão pode ser posta em termos de "fator de importância decisiva": O MRP calcula corretamente as peças necessárias relacionando-as de maneira exata com a programação-mestre dos produtos finais. Mas aquilo que está correto no momento do cálculo passa, depois, a sujeitar-se a erro. Isso se deve ao fato de os lotes serem relativamente grandes, e longos períodos de espera da produção (de uma a várias semanas). Atrasos poderão ocorrer durante os períodos de espera, ou então alterações nos programas, e com isso o lote em produção deixará de estar correto em relação à programação-mestre dos produtos finais. O tamanho dos lotes e o período de espera corrompem a estreita relação que existe entre as peças necessárias e os produtos finais programados.

Os sistemas de estoque; o kanban de cartão único, o kanban de dois cartões, o MRP e o PP, parecem ajustar-se naturalmente a uma série contínua. A Figura 3.6 mostra estes quatro sistemas e mais um, no lado esquerdo: o contínuo. O que a Figura 3.6 deixa claro é que na medida em que fique mais difícil estabelecer a relação entre a necessidade das peças e a procura do produto final, os estoques deverão elevar-se, do zero teórico, na ponta esquerda, ao estoque suficiente para meses de consumo, na ponta direita.

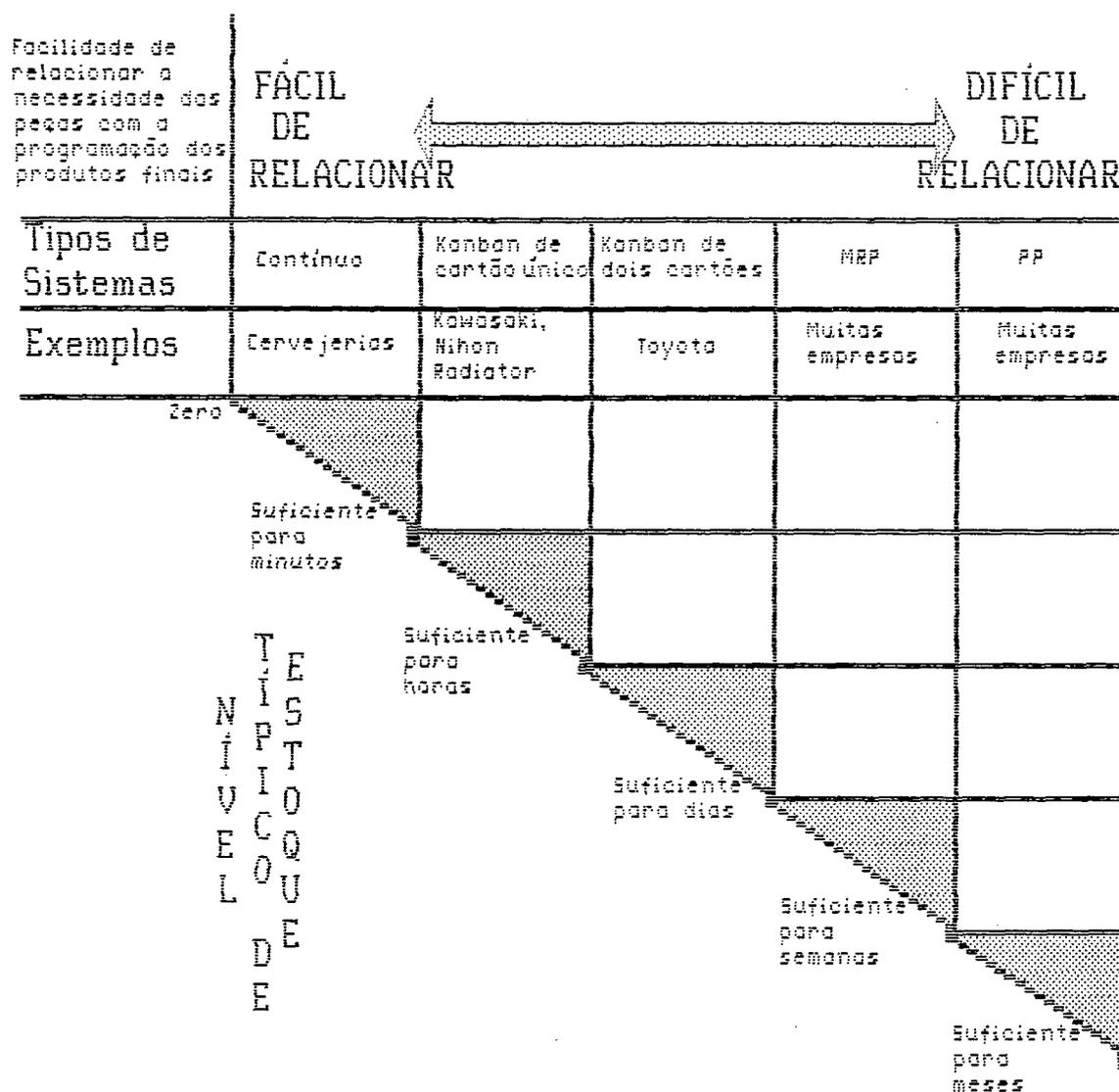


Fig. 3.6 Mostra os sistemas Kanban de cartão único, Kanban de dois cartões, MRP, PNP, e o contínuo, numa continuidade. Como torna-se difícil relacionar as peças e a demanda final do produto, os estoques deverão elevar-se, do zero teórico, no extremo esquerdo para valores de meses no extremo direito. [Voss, 1987, p.69]

### 3.2 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA (SET-UP)

Denomina-se set-up ao tempo gasto na preparação, troca e ajuste de ferramentas e/ou máquinas com o objetivo de mudar de produção, seja numa linha de produção contínua ou em produção por encomenda. Compreende o tempo necessário entre a última peça de um determinado lote até a primeira peça, do outro lote (entende-se a possibilidade do lote de uma unidade). Em suma, o "set-up" abrange desde o planeamento até a execução da primeira peça. necessários

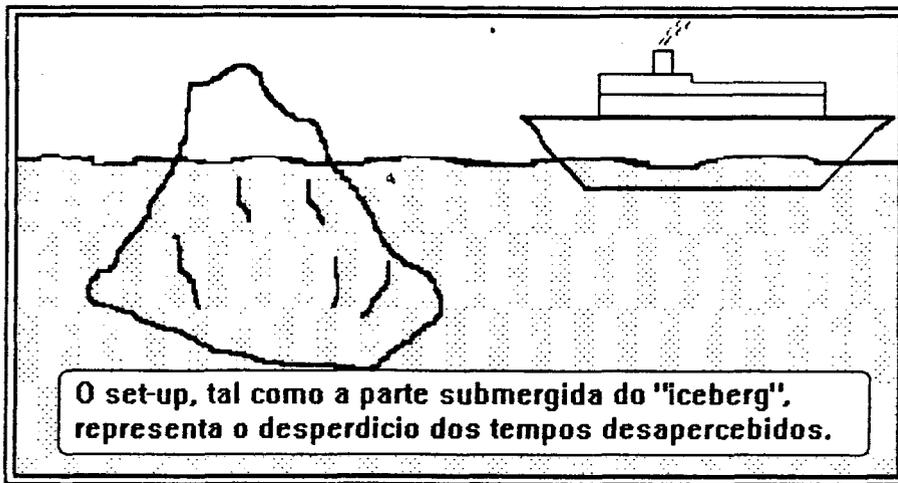


Fig. 3.7 O set-up comparado com um iceberg

Em geral, nas indústrias, depende-se muito tempo no estudo da redução de tempos de operação. Existem estudos de Tempos e Movimentos, Cronoanálise, etc., porém o tempo dispendioso no set-up, é considerado

"livre" ou um "tempo morto". Isto é um erro, e muito tempo útil pode estar sendo desperdiçado. É como o "iceberg" que esconde suas verdadeiras dimensões. (ver Fig. 3.7)

[Cese, 1987] [Movimentação & Armazenagem, 1988]

Para ter uma idéia tangível das vantagens da redução dos set-ups consideremos o que acontece na indústria Brasileira, onde se têm tempos que vão desde uma média de 20/30 minutos para prensas até 7/8 horas nas injetoras de plástico, havendo até casos de empresas que consomem 23 horas na preparação de uma máquina. [M&A, 1988]

Em contraste, em 1970, a Toyota obteve sucesso quando reduziu para três minutos o tempo de set-up de uma prensa de 800 toneladas. Atualmente em muitos casos, o tempo foi reduzido a menos de um minuto, ao qual denomina-se set-up de "um toque". [Monde, 1984, p.43]

A redução de tempos de set-up permite a produção de pequenos lotes, assim pode-se produzir vários tipos de produtos em pequenos lapsos de tempo, o que gera flexibilidade para responder às variações do mercado. Também, sendo os lotes pequenos minimizam os estoques de matéria-prima, em processo, e produtos terminados, além de maximizar a taxa de utilização da capacidade da máquina. Em suma o conceito de redução de tempos de set-up reduz custo, conseqüentemente eleva a produtividade.

Deve ficar claro que a implementação de programas de redução de set-up podem não efetuar-se num meio JIT, pelo que autores afirmam, que a redução de set-up independe da implementação do kanban, mas o kanban não funciona sem um programa de redução de set-up, é por isso que se diz que a implementação da filosofia JIT pode começar com programas de redução de tempos set-up.

### 3.2.1 OS ORIGENS DA TROCA RÁPIDA

A redução do set-up é um conceito inovador criado pelos japoneses no campo da engenharia industrial. A idéia foi desenvolvida por Shigeo Shingo (consultor da Toyota), e no futuro será um conceito comum nas teorias e práticas da engenharia industrial em todo mundo. [Mondo, 1984, p.43]

Dizem que algumas espécies de animais, como o chimpanzé, usam galhos pequenos, paus ou pedras para quebrar as frutas duras. Para os nossos antepassados no entanto, aprender a manejar instrumentos foi de vital importância para continuarem vivos. Destas primeiras ferramentas, começando com o machado de pedra ou de osso, chegou-se ao uso de robôs para a produção de equipamentos, por sua vez usados para a fabricação de outros produtos. [Arai, 1989, p.3]

Segundo Arai, a técnica de produção engloba basicamente dois segmentos: a técnica de produzir o equipamento (infra-estrutura), e a técnica de utilizá-lo o mais adequadamente possível (técnica de uso). Estes dois conceitos permanecem inalterados desde os primórdios da civilização.

Na maioria dos manuais sobre técnicas de produção, sempre a ênfase maior tem sido dada à infra-estrutura, privilegiando novos equipamentos, novos materiais, e não dando atenção devida à técnica de uso. A técnica de uso é única para cada tipo de produção pois se diferencia em mil e uma formas, dependendo do produto a ser produzido e de suas quantidades.

Quando os produtos são de único modelo, as quantidades são definidas e não há oscilações por hora, basta preocupar-se com a técnica de uso, estudá-la e analisá-la em todos seus detalhes, buscando sua melhor utilização, de maneira a obter baixo custo e boa qualidade. No entanto, quando houver uma mudança do modelo ou grande oscilação de quantidade, torna-se necessária a troca de equipamento. Então, é preciso introduzir uma técnica de produção e determinar a infra-estrutura.

Afirma Arai (1989, p.4), que depois de visitar empresas de grande, médio e pequeno porte, ele observou que na maioria é dada maior importância à infra-estrutura e ao equipamento. As pessoas acham que a técnica de produção reduz-se a uma técnica de instalação de equipamento.

Não há preocupação com o aproveitamento da técnica existente e dos equipamentos já instalados.

Baseado neste contexto a ferramenta de "set-up rápido" tem como fim fazer maior uso da infra-estrutura, desenvolvendo uma técnica de uso e quando necessário modificando-a com objetivo de aperfeiçoar a técnica de uso.

É também importante aclarar que o set-up rápido, antes que uma técnica é um conceito que requer alterações nas atitudes de todo o pessoal da fábrica. A redução do set-up não é implantado pelo staff da Engenharia Industrial, e sim pela ação de pequenos grupos de trabalhadores, tais como os círculos de controle de qualidade (CCQ), zero defeitos (ZD), sugestões dos trabalhadores, etc. Também ao alcançar melhorias no set-up e atender aos princípios morais capacita aos operários a enfrentarem desafios similares em outras áreas da fábrica; este é um importante benefício da redução do tempo de set-up [Monde, 1984, p.43], assim, o envolvimento total dos trabalhadores é vital para o êxito da implantação dos programas de redução de set-up.

Tendo em conta que o conceito da redução de set-up é recente, a literatura a respeito não está muito difundida, no entanto baseai-se nos três passos chave designado por Shigeo Shingo como as mais importantes:

- Deslocar atividades de set-up interno para externo.
- Modificar o equipamento para uma rápida troca durante o set-up interno.
- Eliminar o ajustamento. [Voss, 1987, p.86]

### 3.2.2 METODOLOGIAS DA TROCA RÁPIDA

Antes de implementar as considerações detalhadas acima, deve-se adequar uma etapa de preparação, assim a metodologia do programa de redução de set-up pode ser dividida em duas etapas: a) etapa de preparação; b) etapa de redução. Cabe indicar que em ambas etapas efetua-se redução de set-up. Só que, como tradicionalmente, a fase de set-up foi deixada como normal, isto é "livre", onde não se aplica em geral nenhuma técnica de uso para simplificar o set-up, é importante começar com uma etapa de preparação. Mas é preciso indicar que um programa de redução de set-up deve estar precedido de uma profunda conscientização por parte da representação trabalhista, os mesmos operários, a direção técnica e a alta direção, além de que um treino e prática constante é indispensável.

## A).- ETAPA DE PREPARAÇÃO

A descrição desta etapa está baseada fundamentalmente no artigo de Cese [1987], onde diz que uma análise grosseira pode dividir os procedimentos de uma preparação convencional em três categorias de tempos: 1) necessários; 2) desnecessários, e 3) paralelos. Onde:

**NECESSÁRIOS:** São procedimentos indispensáveis, as ações que realmente fazem o set-up. Exemplo: soltar ferramenta antiga, regular martelo, etc.

**DESNECESSÁRIOS:** São procedimentos que podem ser eliminados imediatamente. Exemplo: verificar se a ferramenta a colocar é a correta, trocar ferramenta que foi colocada erroneamente, limpar uma ferramenta que foi retirada ou varrer ao redor da máquina, etc.

**PARALELOS:** São procedimentos passíveis de serem feitos enquanto são executados os necessários, sem interromper ou prolongar estes. Exemplo: Buscar ferramenta nova ou chave adequada, devolver ferramenta antiga, buscar e devolver instrumentos de medição, etc.

**TABELA 3.1**  
**EXEMPLO DE ANÁLISE DE PREPARAÇÃO PARA PRENSA EXCÊNTRICA**

MÁQUINA: Prensa excêntrica		Peça: Suporte A39				
DESCRIÇÃO	Início	Fim	Total	N	D	P
Esperar preparador	0:00	3:00	3:00		X	
Soltar ferramenta	3:01	4:32	1:32	X		
Buscar carrinho	4:33	8:50	4:18			X
Transp. ferr. p/ carrinho	8:51	9:59	1:09	X		
Limpar ferramenta	10:00	10:45	0:46		X	
Buscar ferramenta nova	10:46	15:04	4:19			X
Colocar ferramenta na base	15:05	16:02	0:58	X		
Acertar posição no marte.	16:03	20:04	4:02	X		
Fixar ferramenta no marte.	20:05	23:09	3:05	X		
Buscar chave adequada	23:10	30:04	6:55			X
Trocar chave (chave errad)	30:05	33:32	3:28		X	
Fixar base	33:33	35:10	1:38	X		
Buscar calço adequado	35:11	39:10	4:00			X
Acabar fixação	39:11	41:45	2:35	X		
Ajustar altura de martelo	41:46	44:30	2:45	X		
Buscar matéria-prima	44:31	48:10	3:40			X
Produzir peça teste	48:11	48:35	0:25	X		
Controlar-liberar	48:36	49:40	1:05	X		
Esperar operador	49:31	51:05	1:35		X	

**TABELA 3.2: RESUMODE PREPARAÇÃO PARA PRENSA EXCÊNTRICA**

TOTAIS:	TIPO	TEMPO	PERCENTUAL
	Necessário	19:14	37,5
	Desnecessário	8:49	17,2
	Paralelo	23:12	45,3
	GERAL	51:15	100,0

Para a análise da etapa de preparação, o técnico indicado deve munir-se de prancheta e cronômetro, anotando tempos e descrevendo os procedimentos. Após feitas as anotações, o técnico analisa os procedimentos e os separa conforme a classificação considerada para a etapa de preparação. A Tabela 3.1 reproduz uma folha de análise de preparação de uma prensa excêntrica, utilizando os critérios aqui recomendados.

«A eliminação dos tempos desnecessários é uma tarefa imediata. Deve-se mostrar que certas tarefas não são, de fato, da responsabilidade do set-up, treinando adequadamente neste sentido, por exemplo, não se deve permitir interrupção do set-up para limpeza de ferramentas, de local de trabalho, etc., se já existem equipes ou horários mais adequados para estes serviços. Assim na Tabela 3.2 pode-se verificar que tal atitude causaria uma redução imediata de 17% no tempo de set-up, proporcionando imediatamente uma boa economia.

Na etapa de redução deverá trabalhar-se nos tempos paralelos e necessário, onde um grau maior de atividade de estudo deverá ser desenvolvido. Inicialmente, dar ênfase em reduzir os tempos paralelos que requerem pouco ou nenhum investimento, e mais organização e bom senso, onde as coisas certas devem estar no lugar certo, na hora certa. Cabe destacar que estas providências resultariam numa economia de até 45% do tempo tal como detalha-se no exemplo da tabela 3.2. O passo seguinte consiste em atacar os tempos necessários que vão requerer um investimento maior que variarão exponencialmente segundo a disposição de se alcançar maior ou menor grau de diminuição. A próxima etapa detalha os passos necessários para se atingir estas diminuições.

## B).- ETAPA DE REDUÇÃO

Evidentemente esta etapa não deve ser iniciada sem antes ter um treinamento apropriado para todos os operadores de produção e pessoal técnico imediato, assim se formariam as equipes com os conceitos de envolvimento total a fim de lançar os programas de melhoramento.

Lee [1987], recomenda que as equipes sejam de ação e estudo, evitando-se a divisão de operadores de set-up e operadores de produção envolvidos com o conceito de trabalhadores polivalentes. As economias obtidas deverão ser reinvestidas em set-ups mais freqüentes para produzir correspondentemente pequenos lotes, assim, se o set-up for reduzido em 50%, também os lotes serão reduzidos em 50%.

O pacote de treinamento abará tópicos tais como:

- \* Os conceitos JIT: Uma visão de suas origens, benefícios e o estado de implementação;
- \* A manufaturação JIT: Uma visão das ferramentas utilizadas;

- \* O significado das mudanças: Conduzido sobre o reconhecimento da necessidade de reduzir tempos de set-up;
- \* Composição da equipe: considerar fundamentalmente os envolvidos no chão da fábrica;
- \* Métodos de análise e registro: Utilizar observações "in loco", vídeo-tapes, etc.;
- \* Reuniões ou cursos sumários para os "próximos passos de reduções": Mediante a eliminação das causas (raiz dos problemas, e "competição" entre equipes de melhoramento.

Baseado nas recomendações de Shingeo Shingo, os autores Monde [1984, p.44] e Hall [1983, p.87], recomendam os seguintes métodos:

### 3.2.3 TÉCNICAS DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA

#### A). MÉTODO MONDE

A fim de reduzir o set-up, quatro conceitos básicos devem ser praticados, utilizando seis técnicas:

**CONCEITO 1:** (Separe o set-up em interno e externo. O set-up interno refere-se aos procedimentos que inevitavelmente requerem que a máquina esteja parada. o set-up externo refere-se aos procedimentos que podem ser executados enquanto a máquina está operando. (No set-up externo, as próprias ferramentas, os dispositivos de fixação e os materiais devem estar perfeitamente preparados do lado da máquina, e os reparos nas ferramentas devem ser feitos antecipadamente. No set-up interno, somente a remoção e a colocação de ferramentas deve ser feita.) Estes dois tipos de set-up devem ser rigorosamente separados.

**CONCEITO 2:** (Transfira, tanto quanto possível, os procedimentos internos para externos. Este é o conceito mais importante relativo ao set-up rápido. )

**CONCEITO 3:** (Elimine o processo de ajuste.) O processo de ajuste nos procedimentos de set-up normalmente gasta de 50 a 70% do tempo total de set-up interno. a redução deste tempo é muito importante para minimizar o tempo total de set-up.

**CONCEITO 4:** (Abolir, por si mesmo, o set-up.) Para eliminar completamente o set-up, dois conceitos podem ser considerados; o primeiro é usar o desenho do produto e a mesma peça para vários produtos; o segundo é produzir várias peças no mesmo tempo.

As seis técnicas seguintes se destinam à aplicação dos quatro conceitos anteriores:

**TÉCNICA 1:** Padronize os procedimentos de set-up externo. Tais operações padronizadas devem ser escritas em papel e fixadas em quadros nas paredes próximas, para os operadores as verem e treinarem por si só, tornando-se hábeis nestas rotinas.

**TÉCNICA 2:** (Padronize somente as partes necessárias da máquina.) Se o tamanho e geometria de todas as ferramentas é completamente padronizado, o tempo de set-up é tremendamente reduzido. Em alguns casos, isso pode ser muito dispendioso, portanto, somente a parte necessária à função de set-up deve ser padronizada.

**TÉCNICA 3:** Utilize um fixador rápido. Geralmente, um parafuso é a ferramenta de fixação mais popular. Porém, devido ao fato de que o parafuso fixa somente no último giro e pode soltar-se no primeiro, uma ferramenta de fixação deve ser projetada de forma que permita a fixação com um giro simples na porca. Alguns exemplos são os furos com formato de pêra, arruela com formato de U.

**TÉCNICA 4:** Use uma ferramenta de fixação suplementar. Gasta-se mais tempo para fixar um estampo diretamente numa prensa ou um mordente na placa de um torno. Portanto o estampo ou mordente devem ser fixados a uma ferramenta suplementar na fase de set-up externo; assim, na fase de set-up interno, esta ferramenta pode ser fixada na máquina com um toque. Para este método, as ferramentas suplementares devem ser padronizadas.

**TÉCNICA 5:** Use procedimentos paralelos. As grandes máquinas têm muitas posições de fixação. Os procedimentos de set-up para estas máquinas necessitam de um operador adicional por um longo tempo. Se o tempo de set-up for reduzido de uma hora a três minutos, o segundo operador será necessário neste processo durante somente três minutos. Portanto, especialistas em set-up são treinados e colaboram com os operadores das máquinas.

**TÉCNICA 6:** Use um sistema de set-up mecanizado. Para fixar uma ferramenta, a pressão de óleo ou ar pode ser usada para fixação em diversas posições num mesmo instante, pelo método de um toque. Também a altura dos estampos de uma prensa pode ser ajustada por um mecanismo de operação eléctrica.

Especifica Monde, que apesar de ter-se reduzido o tempo de set-up para menos de dez minutos, na verdade este tempo foi reduzido no set-up interno, pois no externo continua sendo de meia ou uma hora. Se uma corrida de produção for inferior a este tempo, a ferramenta para o próximo lote não pode ser trocada. Como resultado, o tamanho de lote ou o número de set-ups por dia é essencialmente controlado pelo tempo do set-up externo. Na Figura 3.8, detalha-se um resumo do Método Monde.

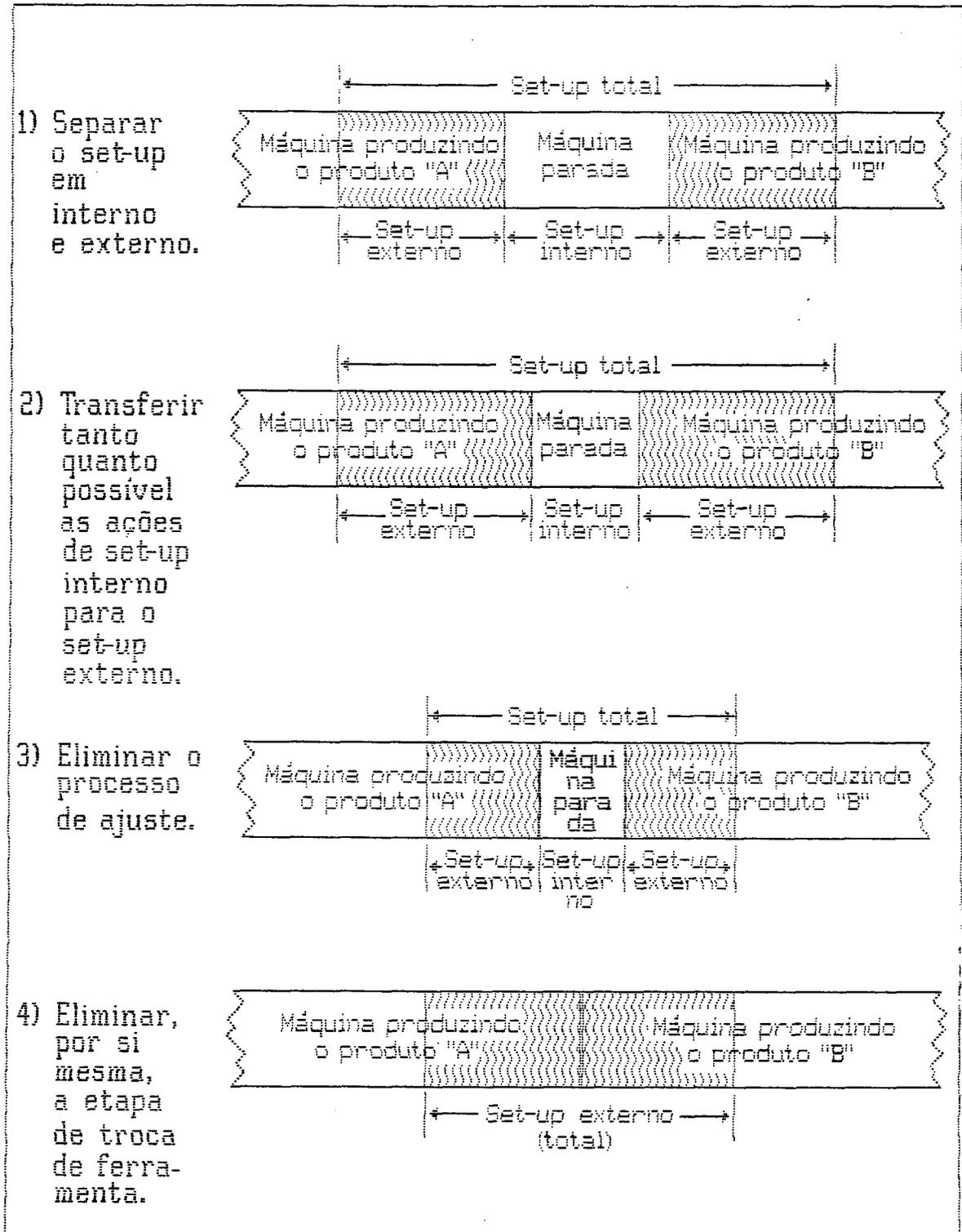


Fig. 3.8 Método Monde de redução de set-up.

## B) MÉTODO HALL

Para a redução do set-up Robert W. Hall recomenda as cinco fases seguintes:

- ii. Examinar e reexaminar o que está no set-up para aperfeiçoar:
  - Revisar a "grande cena", planeando mudanças de produto e equipamento;
  - É realmente necessário o set-up para o processo atual;
  - Estabelecer quais e que extensão de procedimentos de set-up deve cobrir para uma máquina específica, e determinar quais dependem de seu fornecimento.
  
- iii. Estudar e documentar como é efetuado o set-up:
  - Detalhar tanto quanto for possível em set-up interno e set-up externo;
  - Gerar idéias. Idéias direitas e melhoramentos baseado no princípio de Pareto;
  - Ter como base para futuros análises os resultados dos melhoramentos feitos;
  
- iv. Reduzir o desperdício de uso de máquina tanto quanto for possível:
  - \* Transferir procedimentos de set-up com máquina parada (set-up interno) para procedimentos com a máquina em movimento (set-up externo):.
    - Revisar procedimentos e layout no cenário com relação ao set-up interno;
    - Eliminar suspensão onde for possível;
    - Fazer os procedimentos de um operador, padronizando a rotina de métodos;
    - Desenvolver uma equipe de procedimentos onde for necessário;
    - Modificar a máquina, os acessórios, e ferramentas para desempenhar mais operações com a máquina em movimento e operações pesadas com a máquina parada.
  - \* Modificar o equipamento para promover rápido set-up interno:
    - Conexões de simples posição, tipo cartucho;
    - Códigos de cores, tampão de múltipla conexão, e assim por diante.
  - \* Eliminar o tempo de ajustamento como for possível:
    - Ter seguro o encaixe básico de todos os itens, não fazer ajustamentos de posição desnecessários;
    - Ter o equipamento instrumentado para permitir o estabelecimento de set-up em condições externas de julgamento e erro;
    - Determinar, registrar e marcar as condições de set-up de modo que possam ser facilmente reproduzidos de tempo em tempo. Por

exemplo, registrar em cartazes. Usar ajustamento de procedimentos set-up, similares ao botão de pressão de uma rádio;

- Organizar o equipamento e material em seqüência para a montagem e submontagem, assim possibilitando rapidamente a mudança de montagem de um item para a montagem de outro. (se é possível, seqüência de montagem de uma mistura de modelos);
- Praticar e redefinir os procedimentos de set-up.

Hall ressalta, redução de tempos de set-up é um assunto de concentrada engenhosidade nos procedimentos com sobretempo. Se exercitamos paciência em estudo e substituição de equipamento, o montante investido não é grande. As mudanças de equipamento devem ser feitas tanto quanto for possível em casa, empregando o pessoal que trabalha com o equipamento, assim, eles se orgulharão disto e tomarão mais encorajamento. Quando algumas classes de equipamento não dão resposta às tentativas de reduzir tempos de set-up interno, tais como máquinas de múltiplas transferências, tentar encontrar equipamento menos complexo para desempenhar a mesma função, assim pode-se mudar para uma produção em pequenos

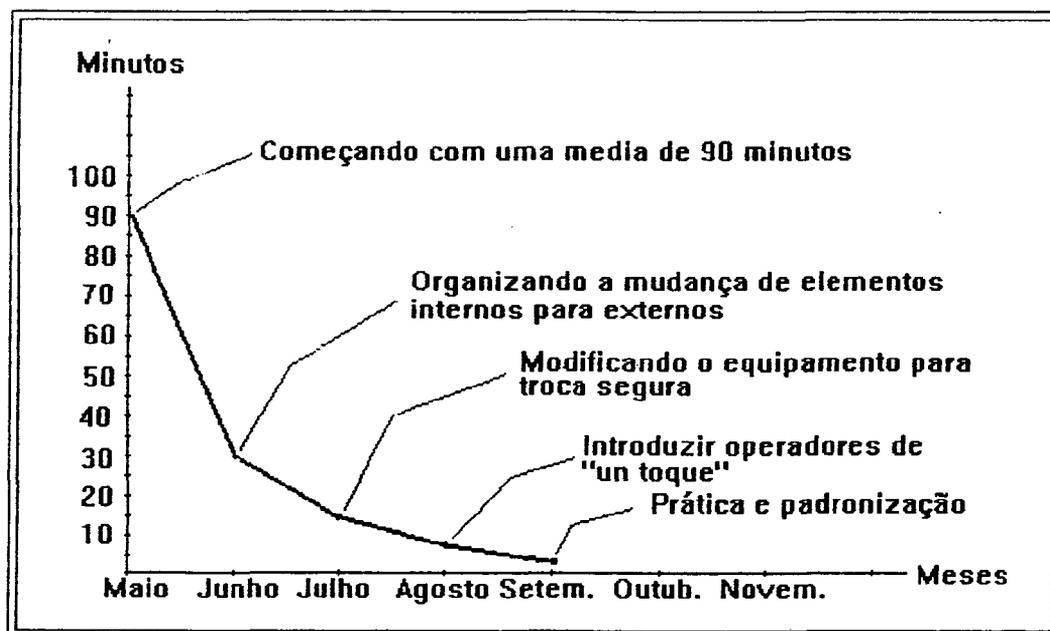
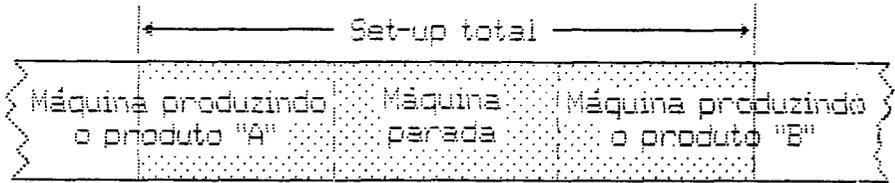


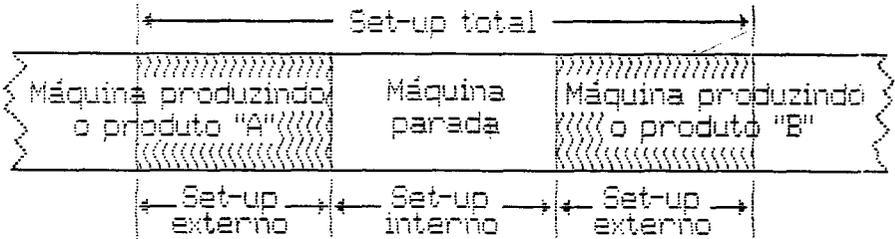
Fig. 3.9 Programa de Redução de Set-up para um Molde de Matriz

lotes, ganhando flexibilidade com células de simples equipamentos. A Fig. 3.10 detalha um resumo do método de Hall, e na Fig. 3.9 o detalhe de avanço de um programa de redução de set-up para um molde de matriz seguindo o método de Hall.

1) Examinar e reexaminar o que no set-up está para aperfeiçoar.

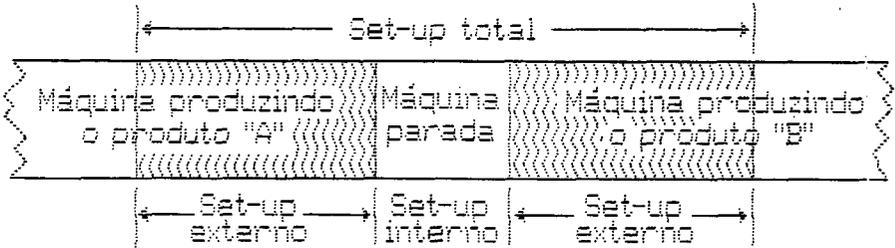


2) Estudar e documentar como é afetado o set-up.

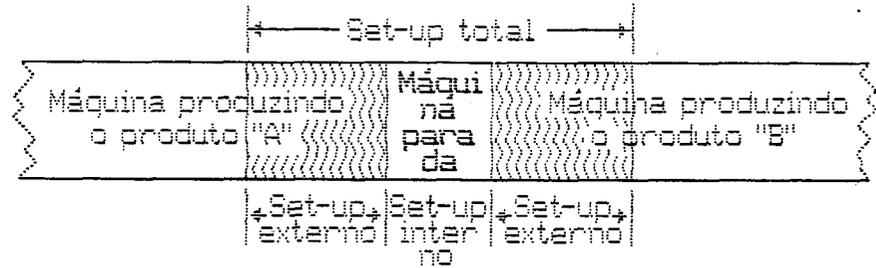


3) Reduzir o desperdício de uso de máquina tanto quanto for possível:

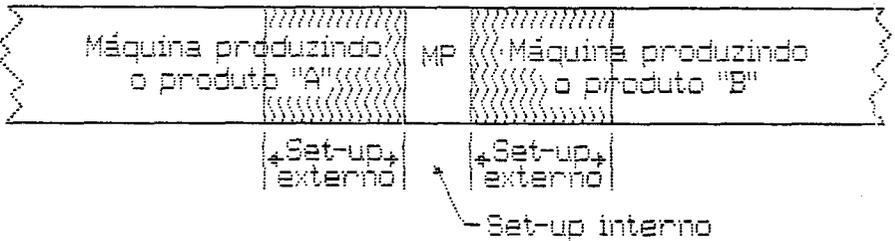
a) Transferir atividades de set-up interno a set-up externo.



b) Modificar o equipamento para realizar rápidos set-up interno.



c) Eliminar tanto tempo de ajustamento quanto for possível.



4) Organizar o equipamento e material de set-up.

5) Praticar e redefinir os procedimentos de set-up.

Fig.3.10 Método recomendado por Hall para a redução de set-up.

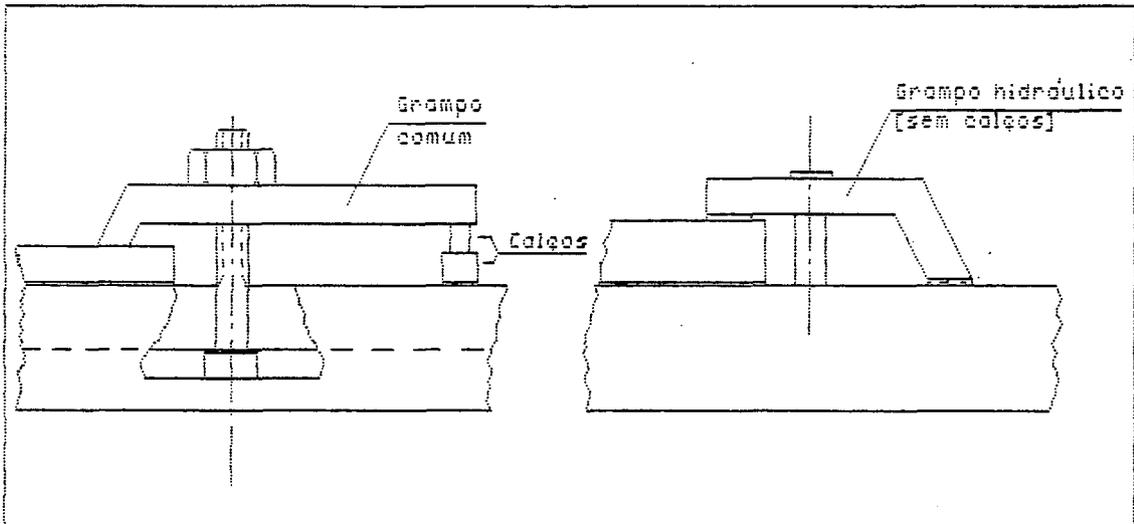


Fig. 3.11 Uso de grampos hidráulicos para aumentar a rapidez de fixação

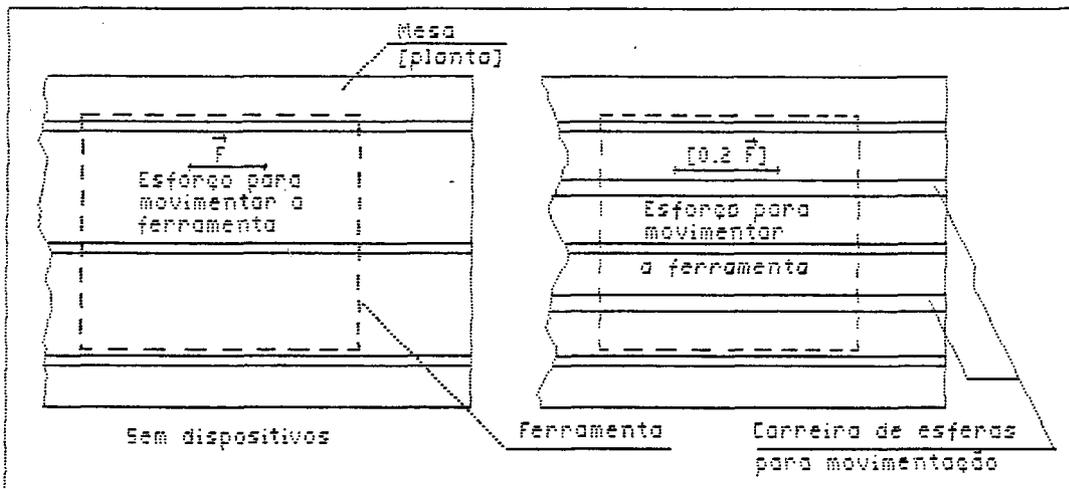


Fig. 3.12 Colocação de esferas embutidas para melhorar a movimentação

EXEMPLOS DE SOLUÇÕES: Na Tabela 3.2 mostra-se alguns exemplos de adaptações para a redução de set-up. [Cese, 1987]

Tabela 3.3 Soluções para reduzir tempos de set-up

MAQUINA: Prensa excêntrica		PEÇA: Suporte A39	
SITUAÇÃO		SOLUÇÃO	
Parafuso dos grampos em grande quantidade e demorados para soltar		Usar grampos hidráulicos Fig. 3.11	
Ferramenta difícil de mover ao retirar-se da mesa		Usar "bolsas de ar" ou esferas embutidas em mesa. Fig. 3.12	
Ajuste demorado da altura correta do martelo.		Padronizar as ferramentas para ter a mesma altura, usando "sobremesas". Fig. 3.13	
Encaixe demorado da espiga do martelo		Colocar "topes" de localização na mesa, padronizando as ferramentas.	
Transporte de ferramenta da mesa ao carrinho (e viceversa) é difícil (alturas diferem).		Usar carrinhos com a altura da mesa, ou de altura regulável.	

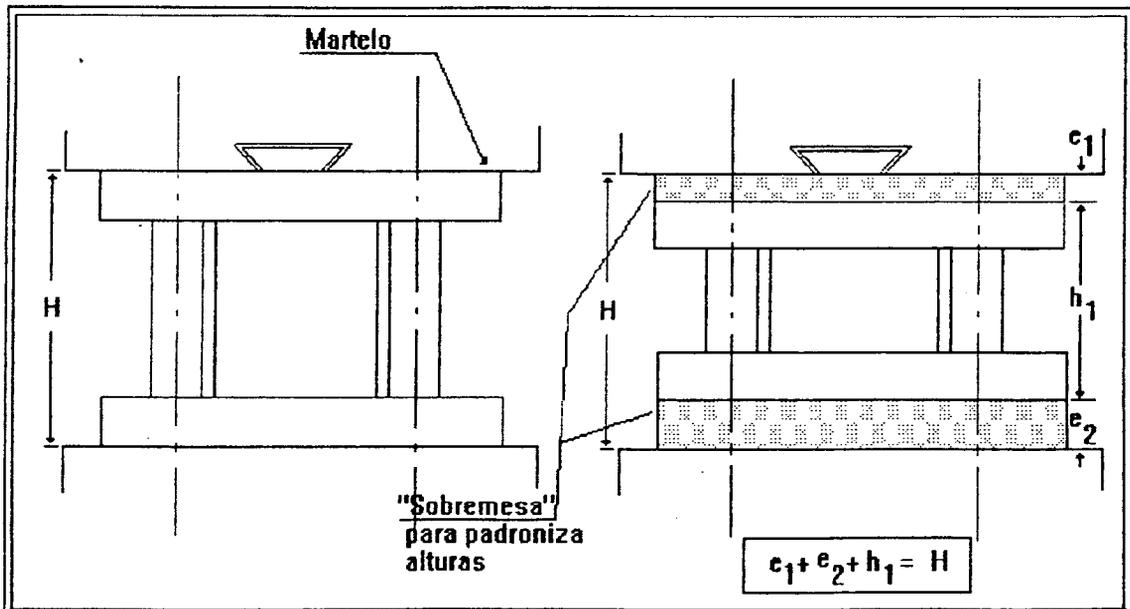


Fig. 3.13 Eliminar ajuste de martelo, padronizando alturas

### 3.2.4 ALGUMAS DICAS PARA A REDUÇÃO DO SET-UP

Com objeto de facilitar a implementação dos programas de redução de set-up encontra-se no artigo [M&A. 1988], as seguintes recomendações:

- Sinalizar (cartões, lâmpadas, alarmes) pelo menos 1/2 hora antes do set-up.
- A mão-de-obra indireta deve trazer tudo para perto da máquina: ferramentas, dispositivos, matéria-prima, etc.
- Ter sobre o carrinho porta-ferramentas (ou uma prancha) o desenho (gabarito) de todas as ferramentas manuais.
- Sinalizar (outra vez), 5 minutos antes da máquina encerrar o lote, com o propósito de ter a todos prontos para o set-up (a equipe).
- O monitor (ou supervisor) deve ler e afixar em local visível todos os passos/etapas de troca e ajuste de ferramentas/máquinas.
- Ao encerrar o lote anterior, ligar o relógio para marcar o tempo-competição.
- Se depender de empilhadeiras, pontes rolantes, inspetor, etc., acionar sinalarias (luzes ou som) para imediata ajuda.
- Ter tudo à mão, demarcado com cores e de forma simples (sem burocracia):
  - \* Cores em bocas de chaves e em parafusos/porcas;
  - \* Traços, stops, ajustes, regulagens, etc.
- A economia no tempo de set-up deve pagar a multiplicação de ferramentas manuais para localização na máquina.
- Se não tem o que produzir, "brincar" de trocar e destrococar ferramentas para melhor aprender.

### 3.3 MANUFATURA CELULAR

Quando os conceitos de tecnologia de grupo (TG) e células de produção (CP) vinculam-se através do layout em forma de "U" atingem a conotação de um sistema, ainda mais, a de uma filosofia de operação. É o que denominamos manufatura celular (MC).

Estes três conceitos estão intimamente ligados, porém suas concepções não tiveram o mesmo objetivo e origem, foi através do tempo e da procura de competitividade nas empresas que fizeram deles uma união natural e intrínseca, a tal ponto que, na atualidade, muitos autores denominam com qualquer um dos termos as três técnicas juntas. Veja-se [Sério, 1990], [Monde, 1984], [Greene, 1989].

Nossa visão será semelhante, procuraremos identificar cada uma como técnica com o objetivo de poderem, individualmente, adaptarem-se aos diferentes tipos de empresas, mas no contexto geral será entendida como uma ferramenta, isto é, manufatura celular (MC).

Considerando os diferentes tipos de indústrias e, dentro delas, as diferentes empresas, se duas produzem o mesmo produto com certeza seus processos de produção serão diferentes, assim, esta ferramenta só será eficaz na medida em que se adapte às características da empresa em particular.

A tecnologia de grupo (TG) pode ser definida como a reunião e organização (agrupamento) de conceitos comuns, atributos, princípios, projetos, tarefas, processos e problemas (tecnologia). Assim, tecnologia de grupo é a percepção de que muitos problemas são semelhantes e que, por agrupamento, uma única solução pode ser encontrada para um conjunto de problemas, poupando tempo e esforços. [Greene, 1989] [Sério 1990,p.37]

Células de produção (CP) é o reagrupamento de postos de trabalho. Têm como objetivo tirar do trabalhador as funções repetitivas para dar-lhe a responsabilidade de participar da montagem e formação do produto, levando-os à motivação e realização pessoal, bem como fornece ao sistema qualidade, flexibilidade e produtividade na produção de pequenos lotes sem estoques intermediários. [Exame, 1986] [Stemmer, 1989]

O layout estabelece a configuração espacial para dar facilidades físicas; deve integrar, ao trabalhador, máquinas, ferramentas, espaço de trabalho, subsistemas de logística e áreas de armazenagem tal que uma possível programação de operações possa ser formulada.

Pode-se dizer que manufatura celular (MC) é o arranjo físico das máquinas da instalação manufatureira em células de produção, normalmente dispostos em forma de "U" (ver Fig. 3.14), onde a saída e a entrada estão na mesma posição. Cada célula é racionalizada para fazer uma família de peças baseadas nos processos produtivos mais relevantes, de acordo com a

similaridade do projeto e/ou da fabricação. É vista como uma pequena fábrica dentro da fábrica principal, com padrões de custos por célula e não por operação individual, seus operadores são responsáveis pela coordenação, produção, organização e qualidade. Estão organizados em uma estrutura semelhante ao círculo de controle de qualidade. [Sério, 1990, p.37] [Monde, 1984, p.57] [Greene, 1989] [Bezerra, 1989] [Diretorio, 1987] [M&A, 1989]

### 3.3.1 OS FUNDAMENTOS DA MANUFATURA CELULAR

A filosofia tradicional de produção, onde "uns pensam e outros fazem" é aplicada na linha de montagem idealizada por Ford, que atingiu alto grau de sincronização, ao ponto de que todas as estações de trabalho tinham o mesmo tempo de operação, onde todos iniciavam e terminavam simultaneamente. Isto se aprofundou ainda mais com o advento do computador, das máquinas de controle numérico e dos robôs.

No entanto, as características da demanda requerem atualmente das empresas que produzam variedades de produtos em pequenos lotes, além do que, é preocupação diária a "humanização do local de trabalho", entendendo-se como tal a liberação do homem de tarefas pesadas, insalubres, repetitivas, perigosas e difíceis, em locais mal arejados, mal iluminados, ruidosos, quentes ou muito frios. [Stemmer, 1989]

Sendo as linhas tradicionais rígidas e com produção de escala, os conceitos de manufatura celular para produção flexível e por lotes, faz-se hoje imprescindível para muitas indústrias.

### 3.3.2 OS ORIGENS DA MANUFATURA CELULAR

Baseados na consideração de que foi a tecnologia de grupo que deu início aos conceitos de manufatura celular, Sérgio [1990, p.28] afirma que é difícil identificar quem foi o primeiro a praticar tais conceitos.

Em 1925, Flanders [1925] apresentou um trabalho descrevendo como as dificuldades de planejamento e fabricação de máquinas operatrizes foram evitadas pela empresa Máquinas Jones e Lamson, utilizando-se os conceitos hoje denominados TG.

Também, J.C.Kerr [1939], apresentou um trabalho em 1938 no Instituto dos Engenheiros de Produção (IPRODE) sugerindo "secionalização" de grupos de máquinas operatrizes, para melhorar o planejamento de fabricação. A idéia era dar a certas máquinas um trabalho padrão a ser executado em seqüência com outras máquinas.

Em 1949, A. Korling [1949], da Scania Vabis da Suécia apresentou um trabalho em Paris sobre "Fabricação em Grupos" e sua influência sobre a produtividade, descrevendo uma profunda reorganização da empresa, usando fabricação em grupo.

Na ex-URSS, um primeiro trabalho de Sokolowsky foi seguido pelo trabalho publicado em 1959 por S.P. Mitrofanov [1959] e traduzido para o inglês em 1966, Mitrofanov é considerado o pioneiro da TG. Posteriormente surgiram as publicações de F.S. Dem'Yanyuk [1963], e E.K. Ivanov [1968]. Talvez, associado à situação peculiar do país com um sistema econômico de planejamento central e com políticas fortes de padronização em níveis nacionais, possibilitou um ambiente adequado à expansão da aplicação de tecnologia de grupo.

Assim por diante este conceito foi difundindo-se, sendo que quase todas as publicações vêm da Inglaterra e da Europa.

### 3.3.3 TIPOS DE LAYOUT

Existem quatro sistemas produtivos identificados por sua forma básica: a) Layout de posição fixa; b) Layout em linha; c) Layout funcional, e d) Layout celular. [Séto 1990, p.69]

#### A). LAYOUT DA POSIÇÃO FIXA

As seções são arranjadas de modo que o produto permanece parado e os operários e equipamentos se deslocam. Aplica-se à fabricação e montagem de grandes produtos. Apresenta as seguintes características:

- ☐ Produtos por encomenda ou pequenos lotes;
- ☐ Os componentes comprados e/ou fabricados são levados até a área de trabalho;
- ☐ Por ser o produto de grande porte, evita-se o manuseio.

Exemplo: Fabricação de pontes rolantes, navios, laminadores, geradores, etc.

#### B). LAYOUT EM LINHA

As seções fabris estão arranjadas de acordo com a seqüência de operações necessárias para a fabricação de um único produto. Ela Apresenta as seguintes características:

- ☐ Utilização de máquinas específicas automáticas;
- ☐ Utilização de correia transportadora para diminuir o manuseio;
- ☐ Grandes lotes de peças semelhantes;
- ☐ Baixo volume de aplicação de mão-de-obra e facilidade de controle dela;
- ☐ O volume de produção depende da velocidade de linha;
- ☐ Provoca monotonia e alienação do operário;

Exemplo: linhas de transferência nas indústrias automobilísticas para fabricação de pistões.

### C). LAYOUT FUNCIONAL

As seções são arranjadas por equipamentos com características semelhantes de fabricação. Apresenta as seguintes características:

- ☐ O produto movimenta-se pelas seções em que vai ser processado;
- ☐ O percurso percorrido pelo produto/peças imposto pela seqüência de operações da ordem de fabricação neste caso é ditado pelas seções. Cada seção tem um tipo de equipamento com características processais semelhantes. Exemplo: seções de tornos paralelos, fresadoras, furadeiras, etc.;
- ☐ Utilização para pequenos e médios lotes;
- ☐ Flexível;
- ☐ Atender produtos diferentes e demanda intermitente;
- ☐ Fluxo complexo e ciclos longos de fabricação.

### D). LAYOUT EM CÉLULA

As seções são arranjadas por máquinas e/ou equipamentos com características tais que possam por si só fabricar famílias de peças. Neste caso, consegue-se obter as vantagens dos sistemas de linha e funcional. Apresenta as seguintes características:

- ☐ Diversificação quanto ao número de produtos e tamanho dos lotes;
- ☐ Diminuição dos estoques WIP, movimentação dos materiais, ciclo de fabricação e aplicação de mão-de-obra;
- ☐ Centralização de responsabilidades e administração, facilitando a criação de ambiente motivador, tendo o grupo visão global do produto ou conjunto a ser fabricado na célula. Pode-se ver na Fig. 3.15 os diferentes tipos de layouts.

#### 3.3.4. METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA CELULAR

De acordo com Grenee[1989], existem várias técnicas para a configuração ou reconfiguração de um sistema de manufatura celular (MC). Sendo Mitrofanov [1959] um dos primeiros expositores da MC com a sua famosa abordagem de componentes compostos.

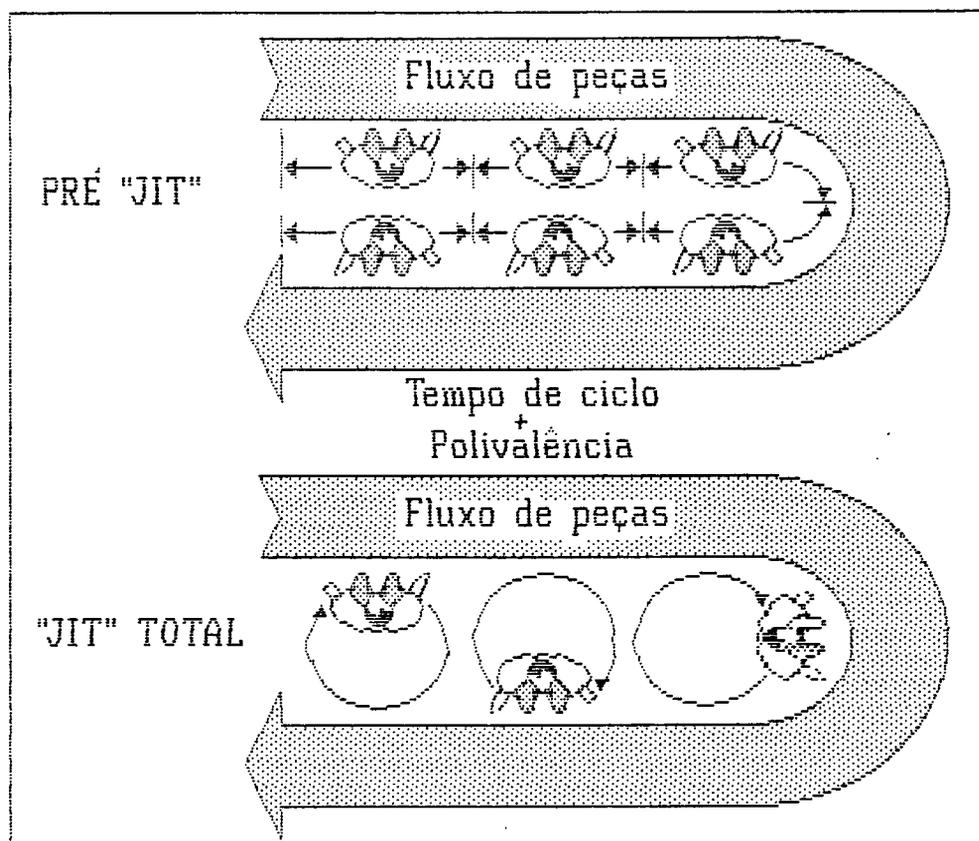


Fig. 3.14 Manufatura celular com layout em forma de "U"

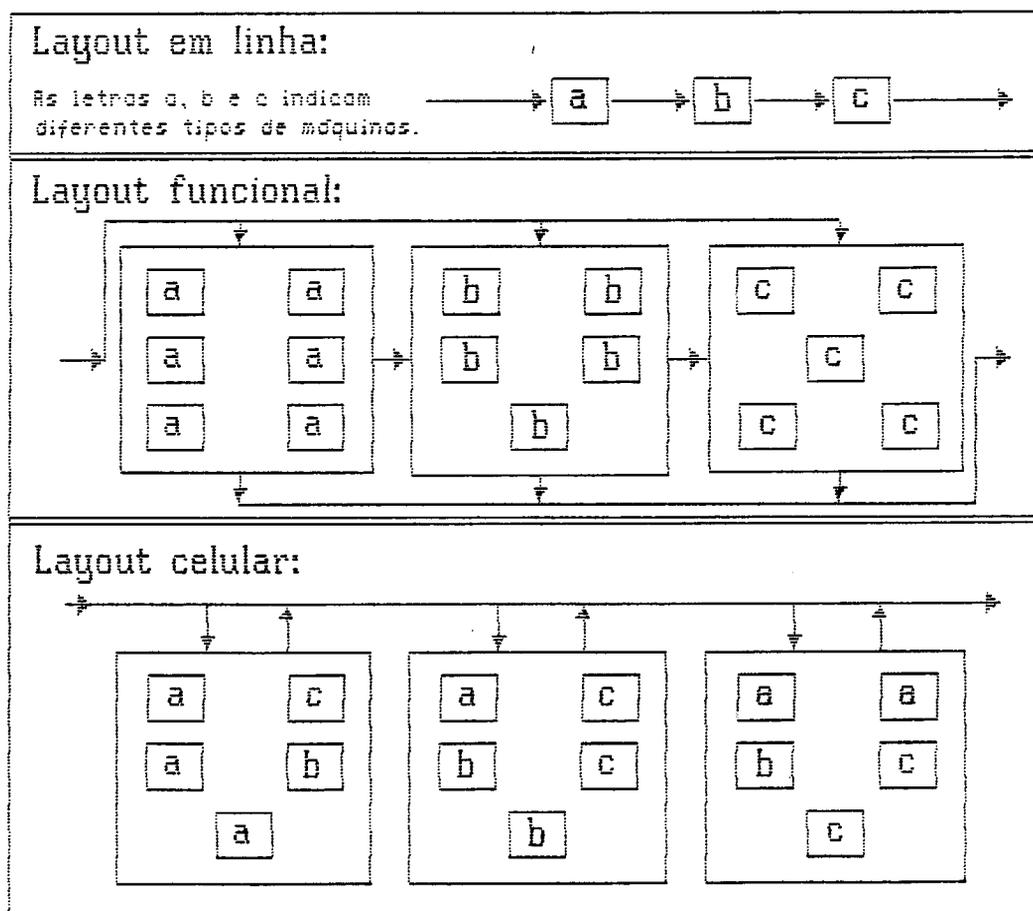


Fig. 3.15 Layout em linha, funcional e celular.

### A) MÉTODO DO COMPONENTE COMPOSTO(CC)

Consiste primeiro em dividir o espectro de peças de acordo com similaridade de equipamentos (torno, fresadora, furadeira, etc.) necessários para a fabricação das peças; depois, dividir pela forma geométrica (eixos, buchas, etc.); em terceiro pelo projeto e, finalmente, pela similaridade das ferramentas necessárias.

Este processo identifica peças similares e leva à concepção do conceito de família e do componente composto. O componente composto é uma peça teórica complexa que incorpora todas ou a maioria das características do projeto da família de peças. Assim, se as máquinas ou grupos de máquinas tiverem capacidade para a fabricação do componente composto, tê-las-ão automaticamente para todas as peças da família com mínimas alterações no arranjo e preparo do ferramental. Ver na Fig. 3.16, o conceito original de Mitrofanov na formação de famílias.

### B) MÉTODO DE ANÁLISE DO FLUXO DE FABRICAÇÃO (AFF)

A análise do fluxo de fabricação, de J.L. Burbidge [1963], foi uma das primeiras metodologias desenvolvidas e subseqüentemente publicadas no mundo livre. Ela também é provavelmente o método mais conhecido e aceito. A AFF não utiliza a classificação e a codificação da peça como dados de entrada, mas, em vez disso, confia nos cartões de roteiro das peças para obter informações. Também é necessária como entrada uma lista completa das máquinas e das suas capacidades. A AFF de Burbidge passou por consideráveis revisões e atualizações, em uma tentativa de eliminar boa parte da distribuição dos cálculos manuais. A computarização foi aplicada à AFF, utilizando o conceito de determinação das máquinas essenciais. Burbidge denominou este novo conceito de síntese nuclear. Ele enfatiza a importância das máquinas que são usadas por um conjunto limitado de peças. A Fig. 3.17 mostra os estágios para a implantação da AFF.

Também, El-Essawy e Torrance [1972], incorporam muitos dos conceitos de simplificação do fluxo de material de Burbidge na sua análise computarizada do fluxo de componentes.

### C) MÉTODO DE CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO

Em 1972 McAuley [MCAU 72] apresentou um método de criação de células baseado na classificação e codificação da peça sobre um coeficiente de semelhança. Carrie e Mannion [1976], relataram um procedimento de projeto de célula baseado no fato de força-la a se parecer com uma área dinâmica. Husain e Leonard [1976] supuseram que, se o projeto celular precisava de classificação e codificação da peça, então a implantação do sistema celular seria longa e cara. Para eliminar a necessidade de classificação e codificação da peça, eles propuseram que a análise estatística fosse usada para criar as células. King [1980] usou um algoritmo de grupo por categoria para reunir as máquinas em células. O seu trabalho deriva da AFF de Burbidge. Chan e Milner estenderam a AFF de Burbidge, desenvolvendo um algoritmo ótimo de busca para determinar os agrupamentos apropriados de máquina-peça.

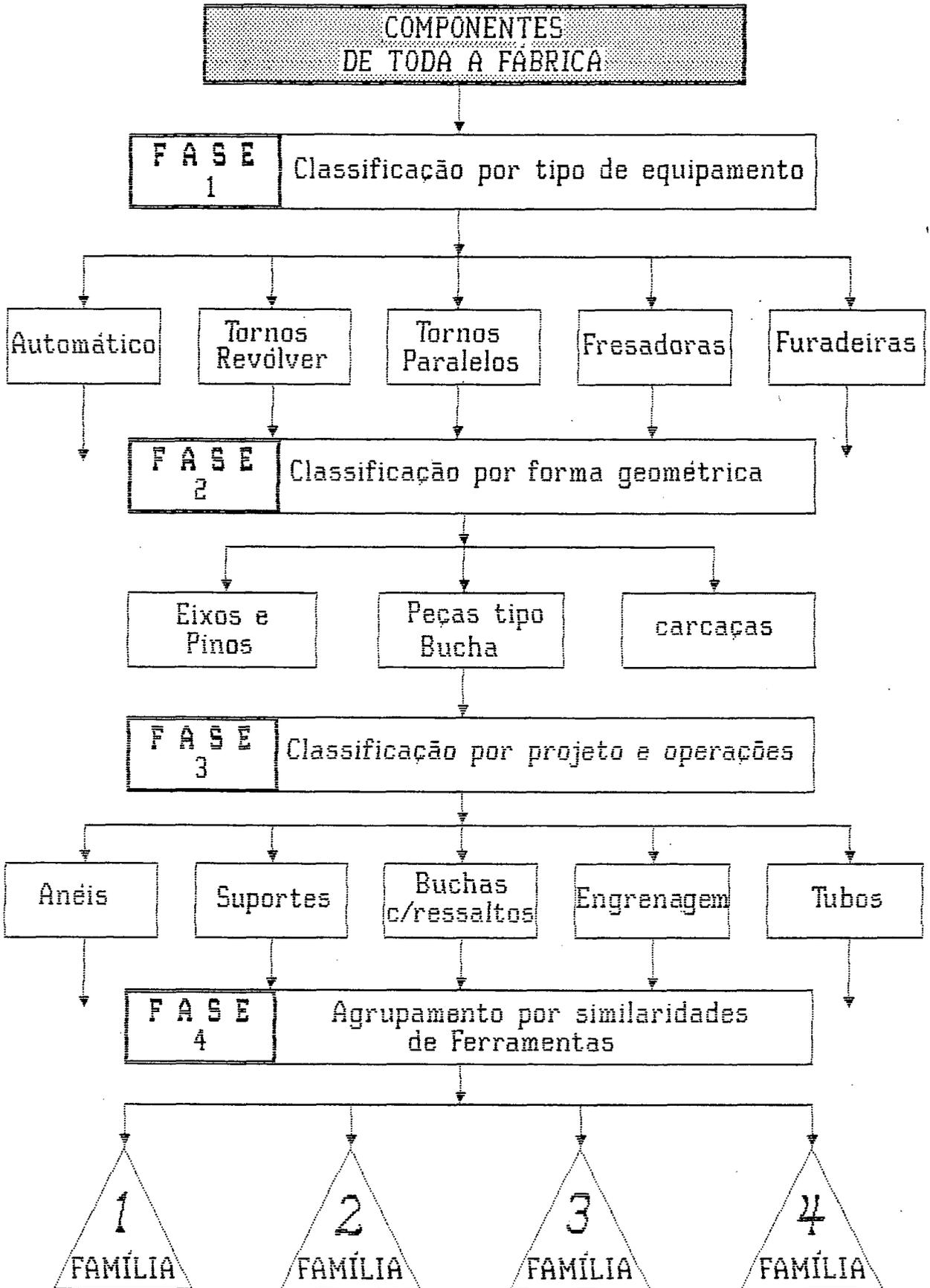


Fig. 3.16 Conceito original de Mitrofanov na formação de família de peças.

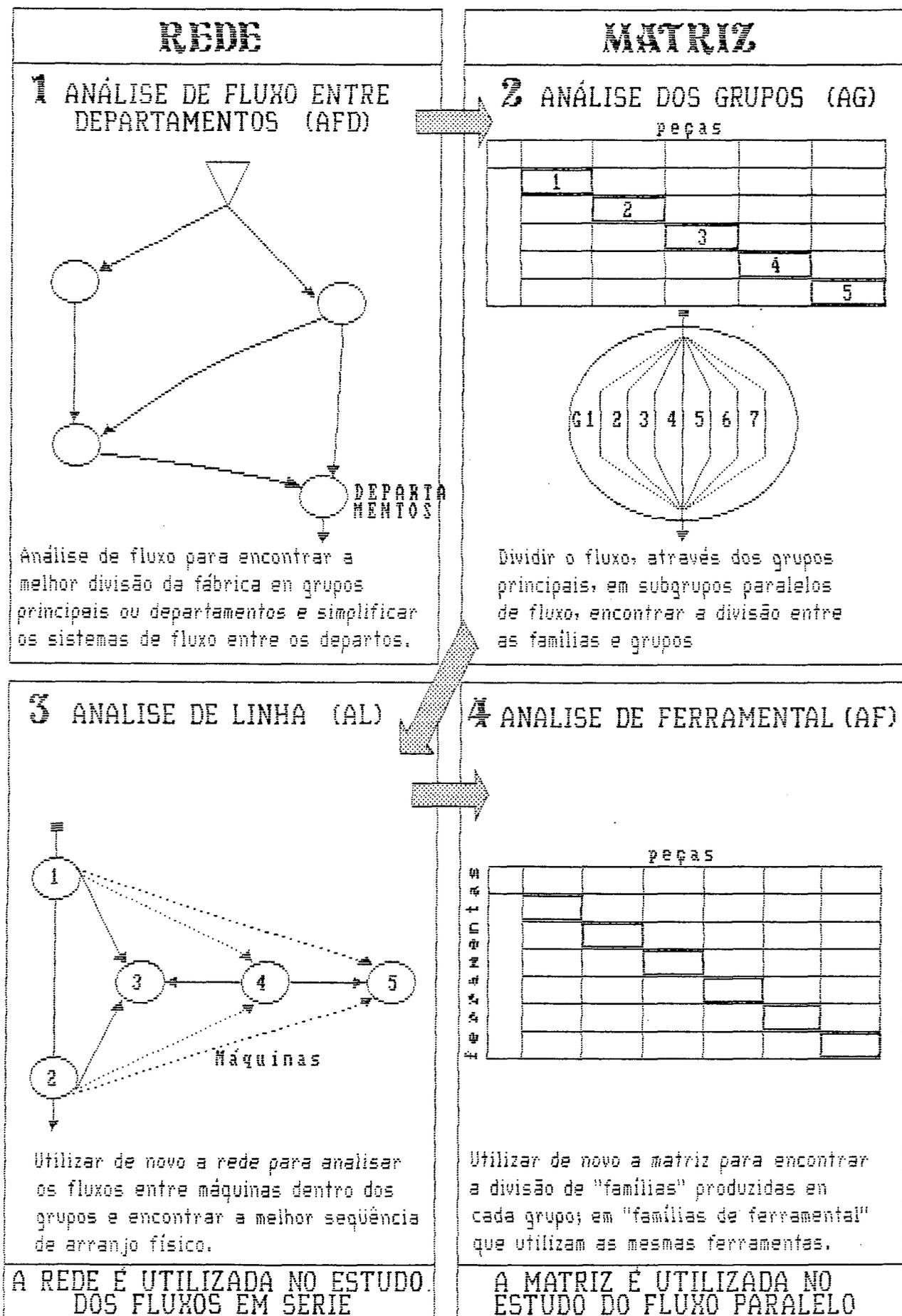


Fig. 3.17 Estágios para implantação de análise de fluxo de fabricação.

A implantação deste método traz como consequência imediata na área de projeto do produto, a geração de peças similares às já existentes e identificadas pelo código. A geração de catálogos de formas semelhantes, de funções e componentes compostos obriga o projetista a utilizar peças já projetadas, uma vez que, havendo a facilidade de recorrência e padronização, se consegue eliminar horas de projeto e evitar diversificação de peças (formas) e consequentemente estoques, ferramentas e dispositivos. Baseados em Sérgio (1990, p.94), poderíamos dizer que a implementação consta de quatro fases: classificação; sistema de codificação; formação de famílias; e componente composto.

□ **Classificação:** A classificação dos componentes é feita baseada nos seguintes critérios:

- Classificação sem orientação específica. A identificação dos componentes é feita por uma seqüência numérica sem um significado específico.
- Classificação orientada para projeto. Os arquivos consistem em famílias de peças semelhantes em forma.
- Classificação orientada para processo tecnológico. Os componentes que requerem idêntica ou semelhante tecnologia de fabricação ou seqüência de operações são classificados na mesma categoria.
- Classificação orientada para análise do caminho descrito pela peça na produção. As peças são da mesma família quando pela análise da ordem de fabricação, descrevem o mesmo caminho ou fluxo para sua fabricação.
- Classificação orientada para o produto. As peças são codificadas de modo que indiquem o produto a que pertencem.

□ **Sistema de codificação:** Os sistemas de codificação permitem um exame completo de todas as peças ativas no processo de formação de famílias de peças, permitindo a formação, independente da origem ou uso da peça. São formas básicas de implementação de um sistema, as seguintes:

- Classificar e codificar as peças que ocorrem num certo período de tempo.
- Escolher um produto, dentro da ilha de produtos da empresa.
- Análise de todos os desenhos da companhia, cobrindo toda a linha de produtos.

Os códigos são classificados também de acordo com sua universalidade, da seguinte maneira:

- Universais. São de ampla aplicação. Exemplos, Dewey(decimal), Sistema Bell, correios dos EUA; tem cinco dígitos; é equivalente ao CEP do Brasil.

- **Especiais.** Feitos para um objetivo específico ou uma empresa específica. Estes são os melhores códigos para aplicações industriais. Exemplo: Brisch, Míclass.

Os códigos podem também ser classificados de acordo com sua forma construtiva em três tipos:

- **Monocódigos.** é um código integrado, onde cada caracter do código precedente qualifica ao código seguinte. Exemplo: O Sistema Dewey usado mundialmente pelas bibliotecas
- **Policódigos.** Cada dígito independe dos demais. Um ou mais símbolos são atribuídos a uma ou mais características previstas, para ocorrer numa população de itens com necessidades específicas. São úteis para representação de informações não permanentes. Exemplo: tamanho de lote, consumo anual, etc.
- **Códigos híbridos ou mistos.** Consiste em monocódigos pequenos, interligados com um policódigo, visando aumentar sua capacidade.

□ **Formação de famílias.** As famílias são formadas dentro da conceituação de cada sistema de codificação. Se o mesmo for orientado para projeto, as famílias serão constituídas por peças de formas semelhantes. Assim, as famílias serão formadas pelas peças que tiveram o mesmo código.

Família de peças, como já conceituado, é um agrupamento de peças relacionadas pela forma geométrica e/ou tamanho, que requerem operações semelhantes para fabricação. Podem ser diferentes em forma, mas relacionados por terem as operações de fabricação em comum.

O agrupamento de peças relacionadas em famílias pode ser feito de dois modos:

- Peças semelhantes em forma, dentro de certa gama dimensional, tendo a maioria das operações em comum.
- Peças com geometrias diferentes, mas com uma ou mais operações em comum. Este caso significa similaridade no processo de fabricação, em vez de forma ou tamanho.

□ **Componente composto.** É a formação ou identificação de uma peça com as características descritas para o componente composto.

### 3.3.5. AXIOMAS DA MANUFATURA CELULAR

O projeto, o controle subsequente e a operação de um sistema de manufatura celular são limitados por um conjunto de axiomas subentendidos. Esses axiomas devem ser obedecidos

para que os benefícios da manufatura celular sejam aumentados ao máximo e as desvantagens sejam minimizadas. Esses axiomas incluem:

- A). As peças são agrupadas com base na forma específica e nas operações necessárias de manufatura.
- B). Se possível, as máquinas de manufatura são agrupadas para que todas as operações de uma família de peças sejam completadas em uma única célula.
- C). As operações exigidas por qualquer peça não devem ser divididas entre as células.
- D). As células podem compartilhar máquinas, mas o número de máquinas compartilhadas deve ser minimizado.
- E). Cada célula deve ser projetada com um fluxo dinâmico.
- F). As máquinas não agrupadas em células especializadas são agrupadas em uma célula restante.
- G). Algumas máquinas não podem ser agrupadas, isto é, cabinas de pintura e equipamento de desengraxamento/galvanoplastia.
- H). Para qualquer peça, existe pelo menos uma célula viável, onde todas as operações podem ser completadas.
- I). Se uma peça puder ser designada para uma célula especializada, ela não deverá ir para a célula restante.
- J). As máquinas de uma célula devem ter alguma flexibilidade para executar múltiplas operações. [Greene, 1989]

### 3.3.6. BENEFÍCIOS DA MANUFATURA CELULAR

A manufatura celular pode proporcionar benefícios consideráveis, se aplicada na instalação apropriada. Existindo restrições nas instalações, é pouco provável que a manufatura celular gere estes benefícios. Os benefícios incluem:

#### A). Redução de movimentação de material.

Em um sistema de MC, todas as operações da peça devem ser completadas na célula. As dimensões físicas da célula devem ser pequenas e suficientes para que um contentor de mão ou um guindaste giratório possam proporcionar capacidades suficientes de movimentação de material. As distâncias, os tempos de movimentação dentro da célula são insignificantes por causa da proximidade da máquina necessária seguinte. A única movimentação significativa necessária no sistema de MC é a matéria-prima desde o almoxarifado até a célula e a de peças acabadas para o armazém. Essas são apenas as duas movimentações (ver Fig. 3.18), em

contraste com as múltiplas produções por encomenda, onde as máquinas são organizadas por funções e as peças precisam de ampla movimentação porque devem passar de uma área funcional para outra. (Ver Fig.3.19)

#### **B). Redução do ferramental.**

As peças feitas em uma célula devem ter forma, tamanho e composição semelhantes. Essas peças devem precisar de ferramental semelhante, que pode ficar concentrado dentro da célula gerando suas formas finais. Na produção funcional, o ferramental não é distribuído por toda a área de produção: ele é estocado a partir de um depósito central de ferramentas. A locação do ferramental necessário de uma célula elimina o seu controle na fábrica inteira, o inventário e seu transporte para o depósito central. Também existem indicações de que, se o ferramental ficar concentrado em uma célula, a quantidade total necessária será reduzida e as perdas por uso incorreto serão minimizadas.

#### **C). Redução de set-up.**

A célula é projetada para lidar com uma família de peças que têm formas semelhantes e tamanhos relativamente semelhantes. Por esta razão, muitas das peças podem empregar o mesmo mecanismo de prender ou um semelhante. Com um número mínimo de mecanismos de prender, a capacidade de estocagem da célula e a familiaridade do operador aumentam. Assim os operadores usam um mínimo de ferramentas e mecanismos de prender, para criar um número mínimo de preparações diferentes. Portanto os operadores podem avançar muito na curva de aprendizagem e fazer a preparação em um espaço reduzido de tempo.

#### **D). Facilidade de programação e controle.**

Devido ao tamanho relativamente pequeno da célula, a programação das peças através das máquinas pode ser feita de maneira mais eficiente. A proporção das peças para as máquinas em uma célula é geralmente pequena o suficiente para empregar técnicas sofisticadas de programação, as quais proporcionarão um programa quase ótimo. Assim também, o controle visual e por sinais se faz uma técnica facilmente adaptável à MC.

#### **E). Redução do inventário WIP.**

O inventário em processo, necessário para a alta utilização da máquina, é reduzido muito, porque cada serviço é processado em uma área limitada, a movimentação de material é reduzida e os controles em processo são melhorados. De fato, por causa do tamanho pequeno das células, o inventário em processo deve ser minimizado para permitir amplo espaço para a produção eficiente. Também, devido à proximidade das máquinas ou operações, é possível avaliar o inventário em processo usando o modelo de análise de Sipper & Shapira [1989], detalhado no Anexo 1, o modelo analisa a conveniência da adoção ou não de uma política JIT.

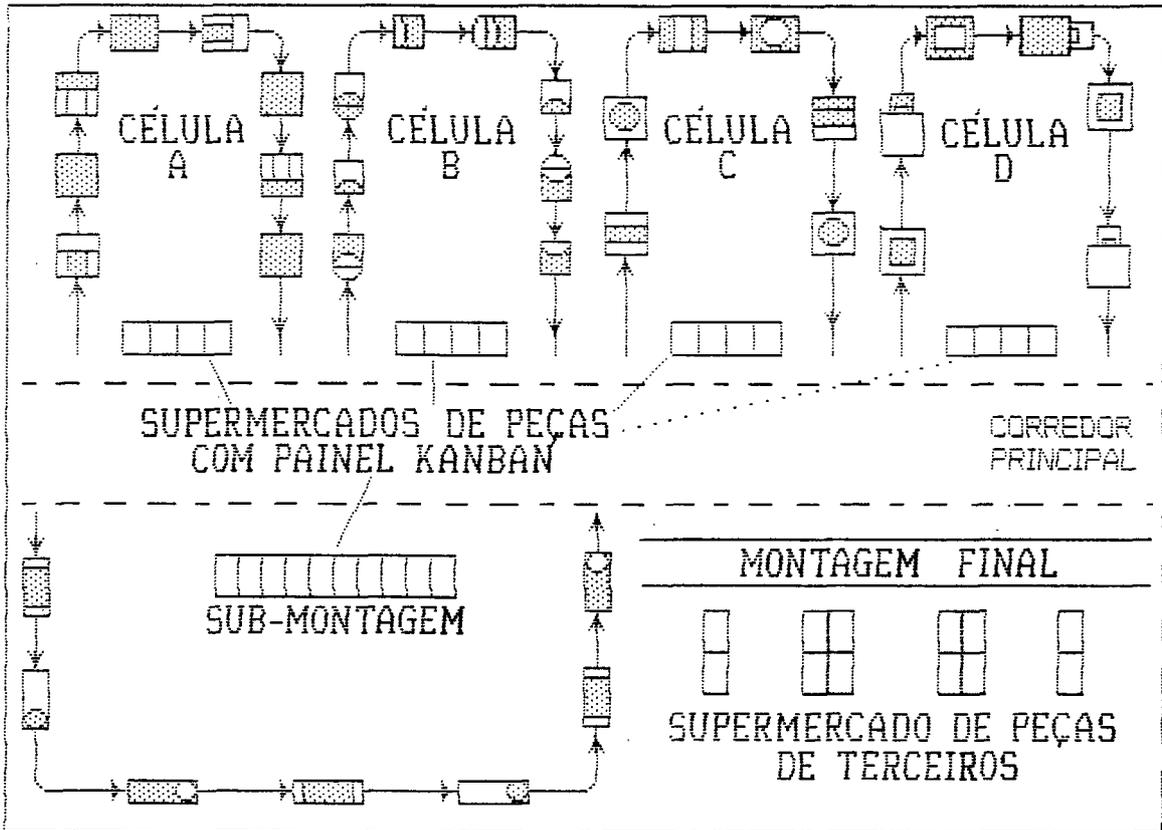


Fig. 3.18 Layout com estrutura de manufatura celular e kanban

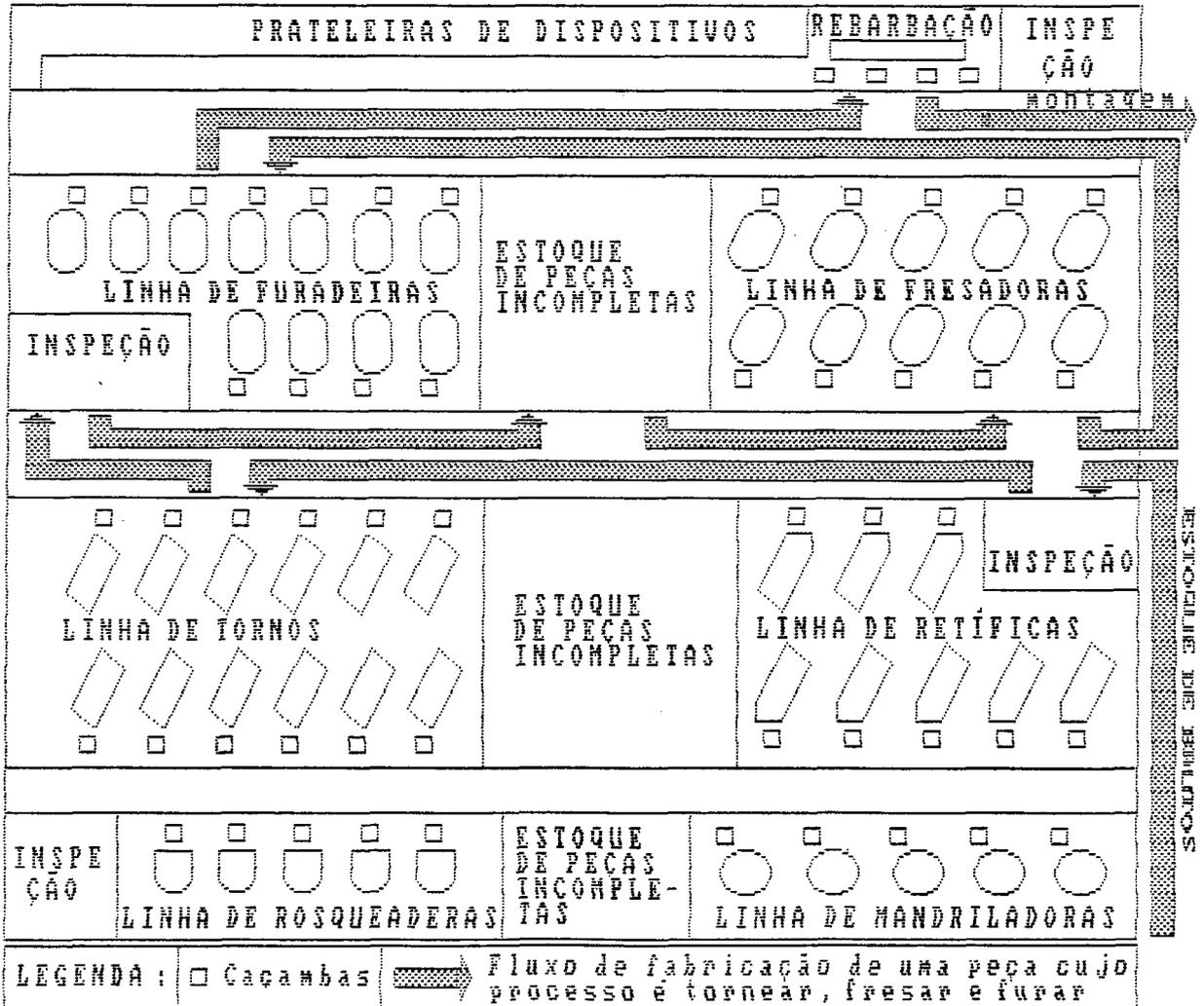


Fig. 3.19 Layout de fábrica com estrutura funcional.

#### **F). Melhoramento das relações humanas e envolvimento total do trabalhador.**

As células tipicamente contêm de 2 a 15 operadores. Essas pessoas formam uma equipe cujo objetivo é a transformação de matéria-prima em peças acabadas. Os benefícios potenciais são enormes. Existe orgulho pela fabricação de uma peça e é gerada concorrência entre as equipes para atender aos padrões de qualidade e produtividade. Os membros da equipe podem visualizar coletivamente as metas e atingi-las prontamente. Existe evidência de que, em média, uma equipe que trabalha unida produzirá mais do que operários que trabalham individualmente (sinergia de grupo).

#### **G). Aumentam a destreza do operador.**

Comumente, na célula se verá apenas um número limitado de peças diferentes, porém semelhantes. Isto permite que os operadores adquiram experiência, avancem na curva de aprendizagem e façam peças mais rapidamente, com nível mais alto de qualidade. Além de que reduz o ausentismo causado pelo stress do trabalho repetitivo.

#### **H). Aumentam a flexibilidade da empresa.**

Suponha-se que uma empresa tenha duas linhas de produção, cada uma com 35 operadores. A introdução de novos modelos de peças pelo requerimento de mercado ou a existência de ausentismo, afeta consideravelmente a toda a fábrica. No entanto, tendo-se sete grupos celulares com 10 operadores cada um, a flexibilidade para absorver uma variedade de peças aumenta de maneira considerável sem ter impacto sobre toda a fábrica, além do que a ausência de um operador numa célula pode ser facilmente coberta pela equipe de trabalho.

### **3.3.7. RELAÇÃO DA MANUFATURA CELULAR COM O FMS**

As Células Flexíveis de Manufatura (CFM), contidas em um sistema Flexível de Manufatura (FMS), são muito semelhantes às células de um sistema de Manufatura Celular (MC), devido ao seu agrupamento. No entanto, em um FMS, as peças são movimentadas entre células e dentro delas por sistemas automatizados de movimentação.

A CFM pode conter mais de duas máquinas de controle numérico computadorizado, alimentadas por robôs, transportadores fixos ou Veículos Guiados Automatizados (VGA). Essas instalações com robôs recebem peças ou por um sistema manual de movimentação de materiais ou por um automatizado. Uma vez designadas para um CFM, as peças recebem múltiplas operações em várias máquinas. Raramente passam por mais de uma célula; em vez disso, as peças e a sua CFM relacionadas são projetadas para serem auto-suficientes. Além

disso, o controle de CFM é auto-suficiente. Quando duas ou mais CFMs são colocadas juntas, é criado um FMS. Deve-se observar que, embora existam muitas CFMs na indústria, não existem tantos FMSs.

Portanto, as CFMs e os FMSs são versões automatizadas das células em um sistema de MC. Como resultado, muito das tecnologias de layout e controle de MC se aplicam a um FMS e inversamente. Na realidade, a tecnologia para determinar os sistemas de MC é muito mais avançada do que para um FMS. Mas, o trabalho de desenvolvimento, associado ao controle do FMS, excede muito o trabalho dos sistemas de MC. [Greene, 1989]

Muitas empresas estão recorrendo aos FMSs, robôs e outras tecnologias vinculadas à eletrônica e ao computador para reassumirem suas posições no mercado. Estas tecnologias podem ter um impacto significativamente favorável. Mas, em algumas fábricas, o que primeiro se faz necessário é um retorno aos princípios básicos e simples, aplicando intensivamente a tecnologia de uso. Um dos assuntos básicos cruciais é a necessidade de rearranjar ou readaptar a maioria das fábricas para aperfeiçoar o fluxo do produto. Isto deve ser visto como um passo adiante para a implementação mais adequada das novas tecnologias, que irreversivelmente deverão ser implementadas na empresa moderna. [M&A, 1986]

### 3.3.8. O DESAFIO A HENRY FORD

Foi com uma manchete semelhante que a Gazeta Mercantil [1989] publicou uma reportagem escrita por Robert Taylor no Financial Times. O fato é que a Volvo, uma fábrica de automóveis criada em 1924, e que na década de 1930 fez de seu sistema de trabalho uma cadeia de montagem como a inventada por Henry Ford em sua fábrica de Detroit, está atualmente em sua montadora de Udevalla, no sudeste de Suécia, utilizando os conceitos de manufatura celular. A característica é que em cada célula operam de seis a dez pessoas das quais 40% são mulheres. Estes grupos autônomos são responsáveis pela montagem completa de um automóvel, pelo volume de material utilizado, assim como pelo controle de qualidade.

A companhia esperava alcançar a meta de 10 mil veículos em 1989, chegando à capacidade plena de 40 mil veículos em 1991. Assim, afirma seu presidente da divisão de carros, Roger Holtback. " Eu espero que no futuro alguém seja capaz de ficar aqui e dizer que Henry Ford inventou a linha de montagem, mas a Volvo conseguiu acabar com ela, de um modo lucrativo."

Para a surpresa de um grupo de jornalistas japoneses visitantes, não existem robôs. Mas estão utilizando a alta tecnologia de hoje como a engenharia e a ciência dos computadores para construir um alicerce melhor, que propicie um trabalho ergonomicamente aceitável, onde se

possa voltar ao velho sistema de aprendiz e mestre artífice, através da amizade e verdadeira cooperação.

O admirável é o baixo nível de decibéis em barulho, a sofisticada ventilação, a falta de sujeira e cheiros, além do uso de luz natural e o colorido nos desenhos da parede livres de stress. Os operários constroem os carros enquanto escutam o grupo "Heavy" Europeu. [Folha de São Paulo, 1989]

### 3.4 SUAVIZAÇÃO E BALANÇO DA PROGRAMAÇÃO

Pode ser necessário de dois a dez anos para que uma empresa implante e ajuste um sistema de produção tal como o just-in-time. O kanban, que é um subsistema deste, pode ser implantado até em alguns meses, mas dificilmente produzirá resultados esperados se tratado isoladamente. Por ser a parte exterior e visível do sistema, o kanban é muitas vezes identificado erroneamente, como a própria filosofia de produção just-in-time, da qual não representa, na verdade, mais que 10%. [Antomação, 1989]

Assim, o kanban não é um sistema de produção, mas um meio de programação e controle da produção, e é tão eficiente quanto simples, desde que o ambiente esteja preparado para sua adoção.

Para isto, no dia-a-dia, são adotadas várias ferramentas ou mais propriamente conceitos junto ao sistema kanban que permitem uma programação equilibrada, simples e que se adapte às variações da demanda.

Segundo Monde [1984, p.31], a adaptação da produção para atender às variações de demanda é chamada produção nivelada. Através dela, uma linha de produção não é mais confiada para a fabricação de um único tipo de produto em grandes lotes, mas deve produzir muitas variedades cada dia em resposta à variação da demanda. Assim, a produção é mantida em cima da data e o inventário reduzido.

#### 3.4.1 METODOLOGIA PARA A SUAVIZAÇÃO E BALANÇO DA PROGRAMAÇÃO

Na fábrica quem determina o ritmo e as quantidades que devem ser produzidas por todas as demais seções é a montagem final. É ela que recebe a programação diária de produtos a serem executados, fazendo requisições à submontagem ou usinagem, que por sua vez se abastece na forjaria, e esta finalmente busca as matérias primas no almoxarifado.

Neste processo, o kanban entra apenas como instrumento que facilita o controle visual das operações executadas e do nível dos estoques. Mas é preciso um conjunto de conceitos para manter uma produção equilibrada e simples, que vise a obter uma alta produtividade e qualidade. São conceitos tais como:

- A. Produção nivelada (Yo-I-don);
- B. Seqüenciamento da produção;
- C. Padronização das operações;
- D. Sistemas de controle por sinalização (Andon);
- E. Controle autônomo de defeitos (Jidoka/Poka-Yoke);
- F. Programação abaixo da capacidade (Muri, Muda, Mura);

- G. Produção em pequenos lotes;
  - H. Máquinas pequenas;
  - I. Manutenção preventiva total;
  - J. Organização da área de trabalho (Seire, Seiton, Seiso, Seibi, e Shetauke);
- A seguir serão apresentados, de forma sucinta, cada um destes conceitos.

### 3.4.2 PRODUÇÃO NIVELADA (YO-I-DON)

É o nivelamento da carga segundo a capacidade, comandada pela montagem final, ou seja, a montagem produz o produto final numa certa seqüência pré-estabelecida, criando uma demanda de capacidade nos componentes, coincidente com a capacidade disponível.

[Kuperman, 1989]

Assim, a produção nivelada permite minimizar a variação na quantidade retirada do que é produzido em cada setor, permitindo que os processos avancem a velocidade constante. O sistema pode assim, adaptar-se rapidamente às variações na demanda dos clientes pela mudança gradual dos tempos em que os lotes são produzidos, sem alterações do tamanho do lote de cada processo. [Lima, 1989]

Isto é um fundamento básico para a utilização do kanban, sendo que neste o lote ideal é o mínimo necessário para garantir a continuidade do ciclo de produção.

O princípio é a seqüência, ou o modo de produção da linha de montagem final quanto ao mix de produtos, que gera necessidades de demanda de peças produzidas na hora nos outros setores, com um certo ritmo que representa uma carga coincidente com a capacidade disponível, sem pre-planejamento, reduzindo a papelada e sistemas muitos complexos de definições de prioridades. [Kuperman, 1989]

A Fig. 3.20 descreve as duas fases da produção nivelada da Toyota. A primeira fase mostra a adaptação às variações de demanda mensal durante um ano (adaptação mensal). A segunda fase mostra a adaptação às variações da demanda diária durante um mês (adaptação diária). A adaptação mensal é atingida pelo planejamento de produção mensal: a preparação de um plano mestre de produção programando o nível médio diário de produção em cada processo da fábrica. A programação de produção mestre é baseada em uma previsão de demanda de três meses e em uma previsão de demanda mensal.

A próxima fase, adaptação diária, é feita pelo despacho da produção diária. Aqui está o papel do sistema kanban na produção nivelada, a expedição de produção diária somente pode ser atingida através do uso de um sistema de "puxar" e de um programa de seqüência. Somente quando um programa de seqüência é preparado para os modelos mistos da linha de montagem é que se pode fazer retiradas niveladas dos fornecedores e submontagens. [Monde, 1984, p.32]

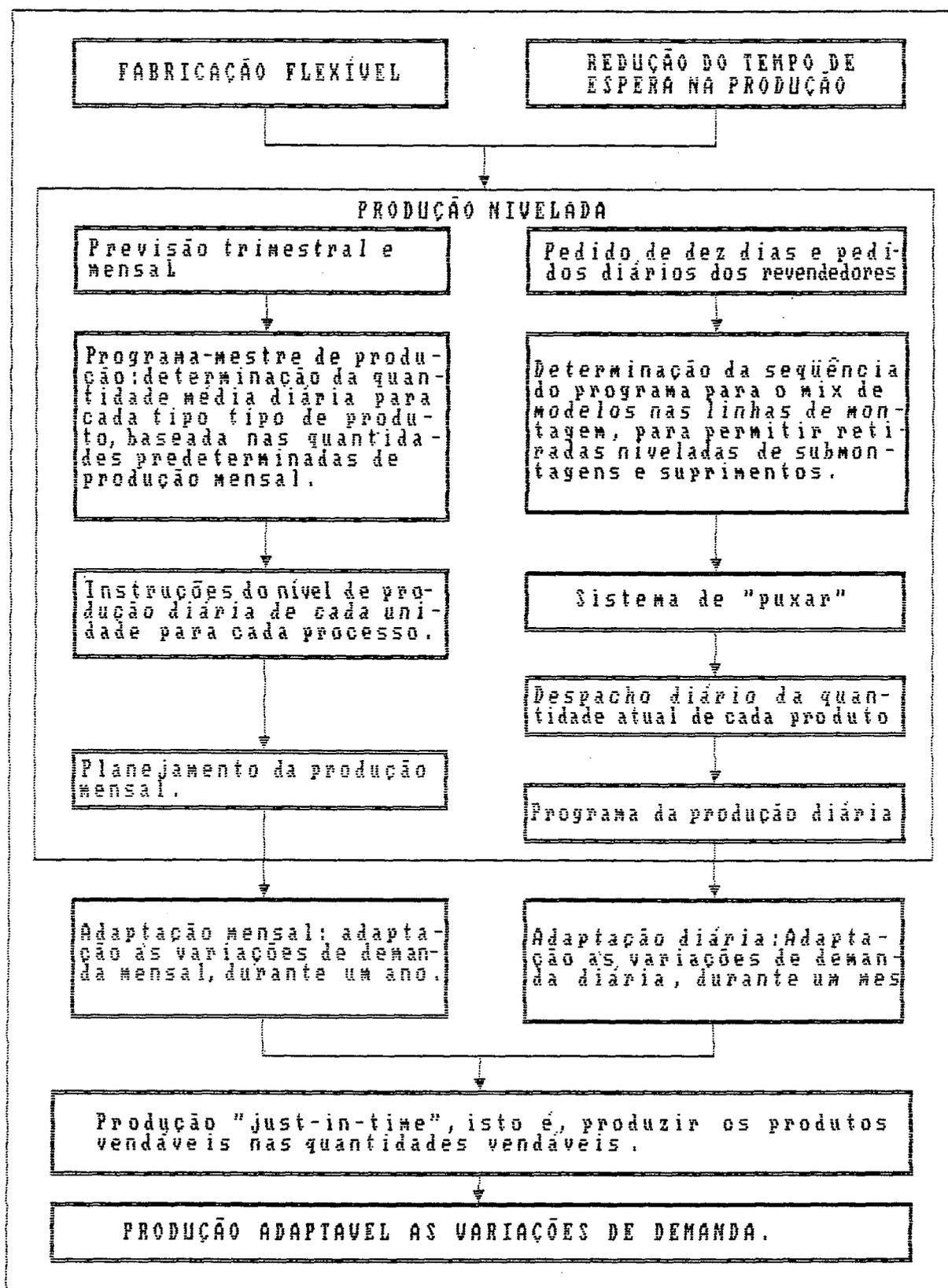


Fig. 3.20 Estrutura para a nivelção da produção (MOND 84;p.32)

### 3.4.3 SEQÜENCIAMENTO DA PRODUÇÃO

Após o cálculo do plano de produção mensal, o próximo passo é a preparação do programa de seqüência por dia. Este programa especifica a ordem de montagem dos vários tipos de produtos vindos através das linhas de montagem final: por exemplo, A - B - C - D e assim por diante. A seqüência é medida quando o tempo de ciclo de um lote pequeno ou unidade termina, para logo introduzir outro lote ou unidade. [Monda, 1984, p.33]

O programa de seqüência é comunicado somente ao ponto inicial da linha de montagem final. Em outros sistemas, todos os processos de produção devem ser informados de seu próprio programa, através do escritório central de informação, tal como acontece no MRP. No entanto, no sistema JIT, os processos que precedem à linha de montagem final, são informados somente com estimativas mensais de quantidades que serão necessárias. A partir dessa quantidade mensal predeterminada, o supervisor de cada processo arranja a mão-de-obra necessária para o mês em questão.

Assim, quando a linha de montagem final está montando um produto usando peças estocadas através da linha, o kanban de movimentação destas peças é destacado. Um operário então, retira-as do processo precedente, o qual novamente as produz na quantidade exata das retiradas. Portanto, nenhum processo precedente necessita antecipadamente de seus próprios programas de seqüência, em outras palavras, as funções do kanban dão instruções de produção para o início do processo precedente, passo a passo.

A Tabela 3.4 mostra a produção nivelada de quatro tipos de unidades da Toyota (A,B,C e D), para a produção de dois turnos de oito horas cada, num mês com 20 dias laboráveis. A seqüência para 9 minutos e 36 segundos é de AAAA, BBB, CC e D, ou poderia ser mais complicada: D,A,B,A,C,A,B,A,C,B, etc.

**TABELA 3.4 : Produção Nivelada para Quatro Tipos de Unidades.**

TIPOS	DEMANDA MENSAL (Unids.)	PRODUÇÃO MEDIA DIÁRIA (Unids)	TEMPO DE CICLO	Nº DE UNIDS. PARA 9 MINUTOS E 36 SEGUNDOS
A	8.000	400	480 min. x 2 turnos	4 unids.
B	4.000	300	----- =	3 unids.
C	4.000	200	1.000 unidades	2 unids.
D	2.000	100	0,96 mints/unidades	1 junidad
<b>TOTAL</b>	<b>20.000</b>	<b>1.000</b>		<b>10 UNIDS.</b>

Obter a seqüência ótima do programa do mix de produção é um tanto difícil, por exemplo, a Toyota tenta determinar mediante a aplicação de um programa heurístico por computador. Mas o aperfeiçoamento da seqüência precisa de tempo e de uma velocidade e quantidade de retirada constante, sendo que no sistema kanban esta quantidade é minimizada.

Na linha de montagem final, os operários necessitam saber somente qual é o próximo tipo de produto que devem montar, para isso usam uma impressora ou um terminal de computador. De acordo com a seqüência do programa, determinado previamente, a informação de qual o próximo tipo de produto a ser montado é transmitida à impressora ou ao terminal no início da linha de montagem final em tempo real, "on-line".

Assim, a adaptação diária para a demanda atual para vários tipos de produtos durante um mês é o ideal da produção just-in-time, que requer retiradas niveladas de cada peça das linhas de submontagem e fornecedores.

#### 3.4.4 PADRONIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES

As operações padronizadas são constituídas por três elementos: folha de operações, tempo de ciclo e quantidade padronizada de material em processo, na Fig. 3.21, mostra-se os elementos e o resultado das operações padronizadas, cada qual contribui com um objetivo específico para determinar uma produção balanceada.

O primeiro objetivo da padronização de operações é a obtenção de alta produtividade através de trabalho dedicado. Isto não significa forçar aos operários a trabalharem duro, e sim a trabalharem eficientemente sem qualquer movimento desnecessário. A "folha de operação-padrão", é uma rotina padronizada de várias operações a serem executadas por cada operário, que facilita de sobremaneira a obtenção deste objetivo. Tal rotina tem dois propósitos; primeiro, ela fornece ao operador a ordem de seqüência ou rotina para apanhar a peça, colocá-la na máquina e retirá-la após o processamento. Segundo, ela fornece a seqüência de operações que um operário multifuncional tem que executar em diversas máquinas dentro de um ciclo de tempo.

O segundo objetivo de padronização de operações, é obter o balançamento de linha entre todos os processos em termos de tempo de produção. Neste caso, o conceito do tempo de ciclo deve ser montado nas operações padronizadas. O tempo de ciclo é aquele no qual uma unidade de um produto deve ser produzida. Este é determinado pela relação entre a quantidade diária necessária de produção e o tempo efetivo de operação diária, da seguinte maneira:

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\text{Tempo efetivo de operação diária}}{\text{Quantidade diária necessária de produção}}$$

Deve-se tomar cuidado para que estes dois parâmetros representem as operações efetivas sem considerar qualquer percentagem adicional por anomalias, ou aumentar o número de unidades considerando as defeituosas.

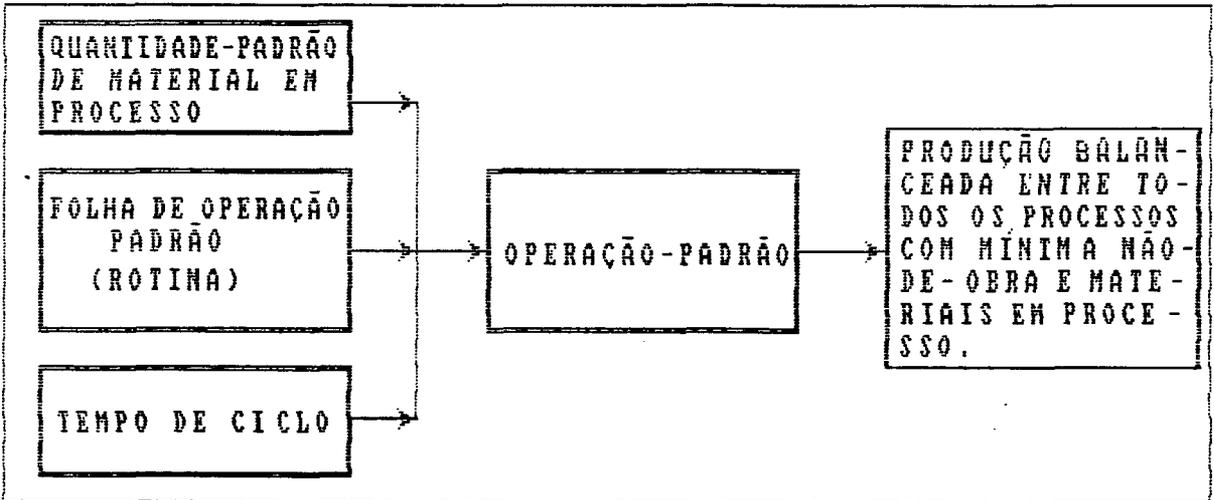


Fig. 3.21 Elementos para uma operação-padrão. (Mond, 1984, p.49)

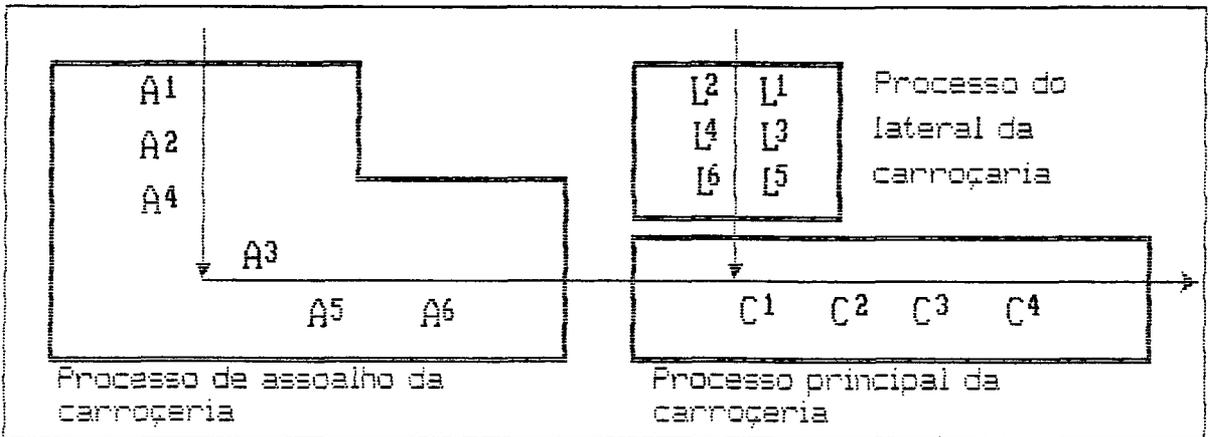


Fig. 3.22 Processo de fabricação de soldas de carroçarias.

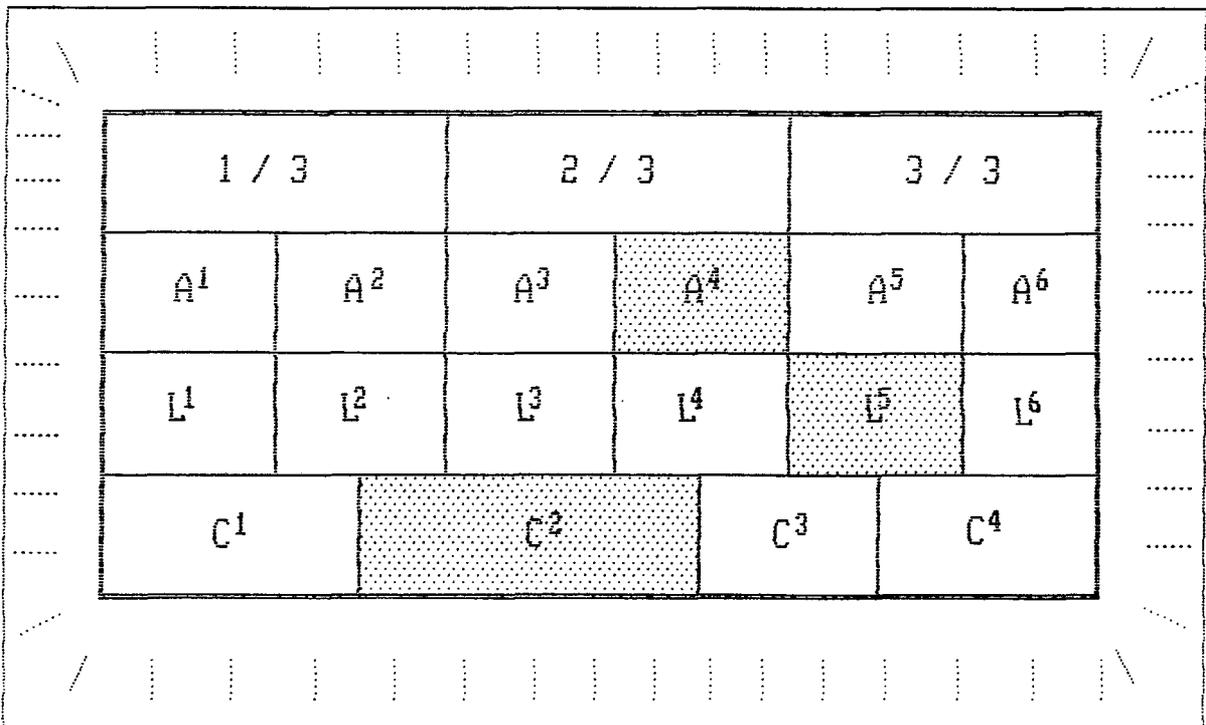


Fig. 3.23 Andon da fábrica de carroçarias

Como terceiro objetivo, temos que somente uma quantidade mínima de material em processo, qualificado como quantidade padrão de material em processo ou número mínimo de unidades necessárias para as operações padronizadas, é manipulada pelos operários. Esta quantidade-padrão contribui para a eliminação dos inventários excessivos em processo. Consiste principalmente na disposição do material e do espaço entre máquinas, além do material em processo, sem o qual o ritmo das operações predeterminadas de várias máquinas nesta linha não pode ser alcançado.

Assim, a produção dos itens deve eliminar dois problemas: a ocorrência de acidentes e a produção de defeitos. Como consequência, a rotina e as posições para verificar a segurança e qualidade dos produtos são também padronizadas. Portanto, as precauções com segurança e qualidade do produto constituem também objetivos das operações padronizadas.

### 3.4.5 SISTEMAS DE CONTROLE POR SINALIZAÇÃO (ANDON)

O controle do sistema é conseguido mediante sinalizações nas estações de trabalho, painéis suspensos com luzes de diferentes cores que são acionados quando o problema surge ou quando um problema potencial se vislumbra. É o chamado controle visual da produção ou ANDON, que monitora a situação da linha e o fluxo da produção. Este controle complementa-se com o sistema de automação. [Luna, 1989]

Por exemplo, numa fábrica de carroçarias da Companhia de Motores Daihatsu, existem seis processos de estrutura de assoalho ( $A^1, A^2, \dots, A^6$ ), seis processos de laterais ( $L^1, L^2, \dots, L^6$ ) e quatro processos principais de carroçarias ( $C^1, C^2, \dots, C^4$ ), tal como ilustra a fig. 3.22.

A fábrica de solda de carroçaria tem que produzir uma unidade de seu produto em 3 minutos e 35 segundos (tempo de ciclo desta fábrica). Dividido este tempo de ciclo em três porções iguais acumulativas, como 1/3, 2/3 e 3/3, indicando o tempo decorrido do tempo-padrão do ciclo para completar cada processo. Um andon (quadro luminoso) é estabelecido para cada processo o qual é pendurado num local alto da fábrica, normalmente próximo ao teto para que todos os operadores possam vê-lo. [Monde, 1984, p.54]

Os operadores do processo da estrutura de assoalho, das laterais e do processo principal da carroçaria devem completar suas operações dentro de 3 minutos e 35 segundos. No início de um ciclo, cada operador coloca o material no primeiro processo a ser operado. Se cada um termina sua operação em todo o processo de sua responsabilidade e transfere o material pronto ao próximo processo dentro do tempo do ciclo, então esta fábrica de carroçaria soldada pode produzir uma unidade em 3 minutos e 35 segundos.

O operador de cada processo aciona o seu botão quando o trabalho termina e, após passarem 3 minutos e 35 segundos, a lâmpada vermelha no quadro luminoso (andon) acende

automaticamente nos processos onde o trabalho ainda não estiver completo. Desde que a lâmpada vermelha indique uma demora no processamento, todas as operações da linha param enquanto a mesma estiver acesa. A Fig. 3.23 mostra o andon da Daihatsu.

Por exemplo, a lâmpada vermelha pode estar acesa nos processos A<sup>4</sup>, L<sup>5</sup> e C<sup>6</sup>. Quando isto acontecer, o supervisor ou os operadores mais próximos ajudam aos destes processos até completarem seus trabalhos. Ao concluírem, começa-se o próximo tempo de ciclo. O mesmo acontece com as operações em todos os demais processos. Isto é chamado Yo-I-Don, que realiza o balançamento da produção entre todos os processos. É parecido ao "sistema de ciclo", no qual o supervisor observa todo o processo e quando todos os operadores terminam seus respectivos trabalhos, avisa para movimentar o produto de um processo ao outro.

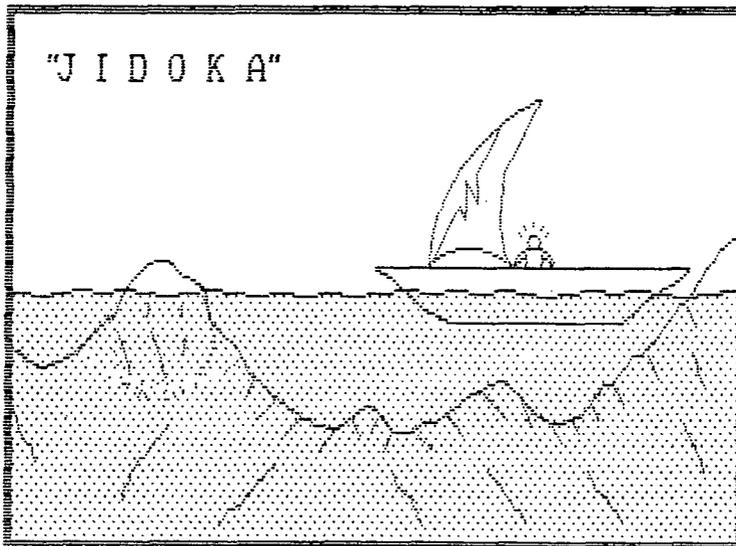
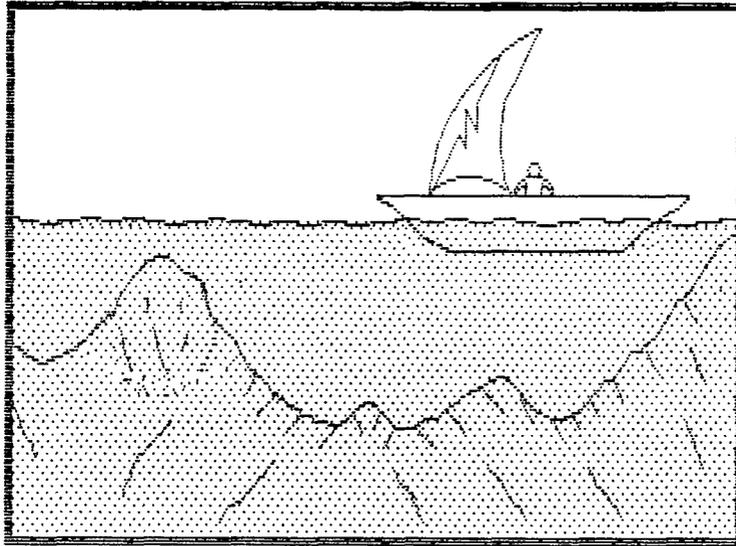
#### 3.4.6 CONTROLE AUTÔNOMO DE DEFEITOS (JIDOKA)

Jidoka é traduzido literalmente como autonomação, palavra que significa que a máquina está equipada com conhecimento para parar automaticamente sempre que houver algo errado com ela. [Chalm, 1984]

Segundo Kuperman [Kuperman, 1989], o pai do fundador da Toyota Motor Company possuía fábricas têxteis. Ele inventou um mecanismo onde basicamente a máquina poderia parar de forma imediata quando um dos fios fosse cortado, desta forma impedindo a produção defeituosa do tecido.

O mesmo conceito é utilizado de forma generalizada, ou seja, parar a produção tanto de forma manual como automática imediatamente após a existência de um problema. Quando um problema é detectado a linha toda pára, e só é recomeçada quando existe certeza de que foi impedida a produção de peças defeituosas. Desta forma, um enorme número de problemas é identificado e resolvido, o que ficaria oculto se a produção defeituosa fosse para o estoque. A Fig. 3.24 mostra o jidoka em analogia com o nível de água numa vertente.

Para o japonês, jidoka tem dois significados e é escrito com dois ideogramas diferentes. Um ideograma significa automação no sentido usual de alteração de um processo manual para um processo mecânico. Com este tipo de automação, a máquina opera por si mesmo, uma vez que o interruptor é acionado. Porém a máquina não tem mecanismo para detectar erros e dispositivos para parar o processo caso ocorra algum problema. O segundo significado de jidoka é "controle automático de defeitos", um significado batizado pela Toyota. Para distingui-los, ao segundo freqüentemente refere-se como ninbennouro jidoka, literalmente traduzido como "automação com a mente humana", ou simplesmente como autonomação. [Monde, 1984, p.82]



É fazer com que os problemas sejam visíveis aos olhos de qualquer um e parar a linha de produção se algum problema ocorre.

E todos os pensamentos, métodos e instrumentos para evitar a parada são "JIDOKA".

Fig. 3.24 O jidoka mostra os problemas

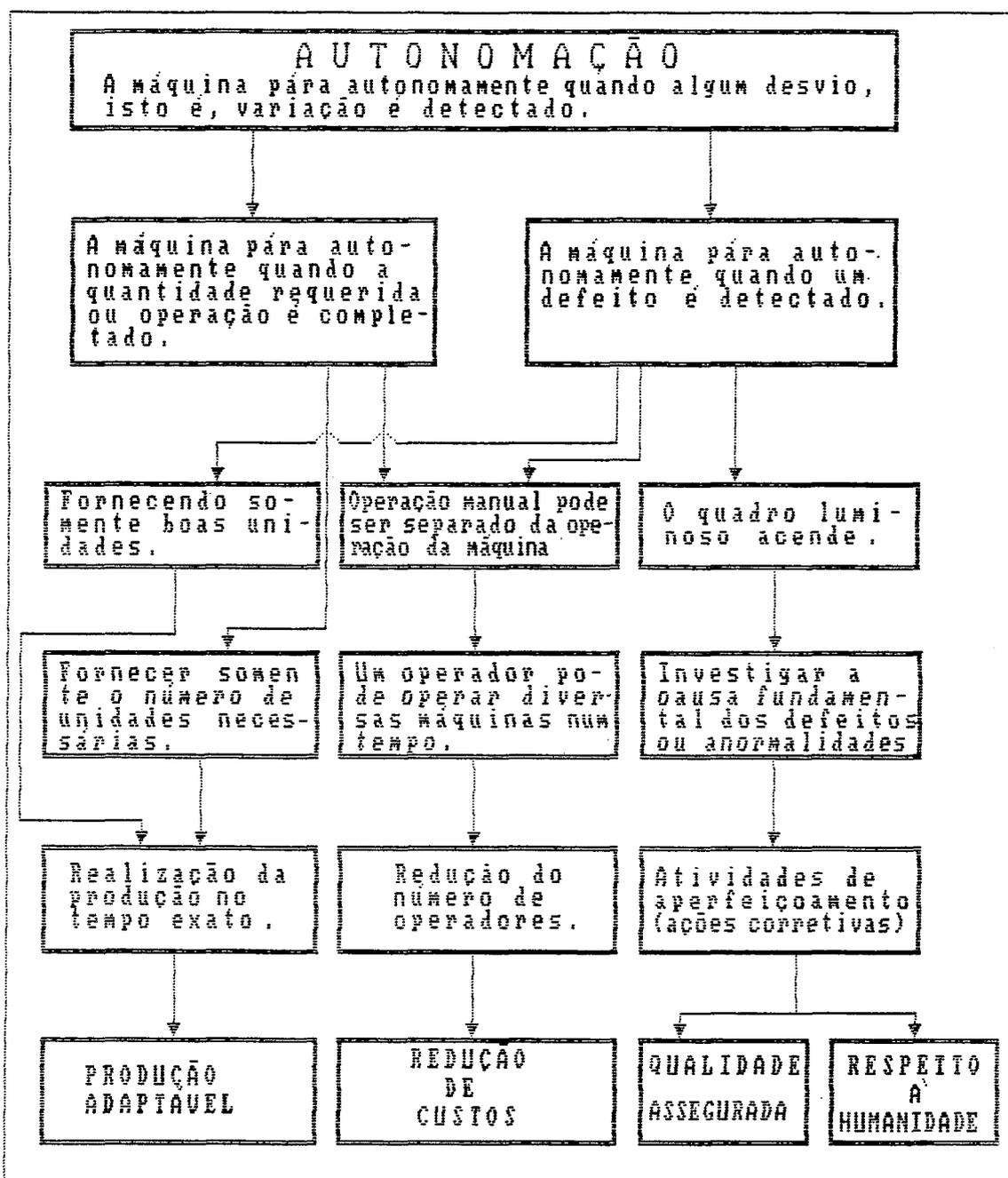


Fig. 3.25 Os propósitos da automação [Mond, 1984, p.83]

Apesar de automação freqüentemente envolver algum tipo de automação, ela não é imitada ao processo da máquina, e pode ser utilizada em conjunção com a operação manual. Neste caso, ela é predominantemente uma técnica para detectar e corrigir defeitos de produção e sempre incorpora os seguintes dispositivos: um mecanismo para detectar anormalidades ou defeitos e um mecanismo para parar a linha ou máquina quando anormalidades ou defeitos ocorrerem. Resumindo: automação sempre envolve controle de qualidade, pois ela torna impossível a passagem de peças defeituosas sem serem descobertas. É aqui que nasce o conceito de poka-yoke.

Em geral a estratégia JIT promove um controle de qualidade absoluto envolvendo uma inspeção total dos produtos em cada etapa de fabricação, onde se utilizam métodos de inspeção sucessiva de auto-inspeção. Uma implementação particularmente eficiente deste método são os dispositivos "a prova de enganos", que os japoneses chamam de "poka-yoke". Onde contatos-limites propriamente instalados nas máquinas acusam o mau posicionamento das peças; lâmpadas sinalisadoras indicam de que contentor a próxima peça deve ser retirada para uma determinada montagem. [Automação, 1989]

Também é bom considerar que, à parte dos dispositivos eletromecânicos de prevenção de falhas, o sucesso de balançamento da produção e do controle da qualidade tem muito a dever à forma de trabalho em grupo e à formação de seus funcionários.

Outros efeitos importantes da automação são: a redução de custos, a produção adaptável e o aumento do respeito à condição humana.

#### A). A redução de custos

É obtida através da redução da força de trabalho. Quando o equipamento é projetado para parar automaticamente no momento em que a quantidade requerida foi produzida ou quando um defeito ocorre, não existe necessidade do operador olhar a operação da máquina. Como resultado, operações manuais podem ser separadas das operações de máquina, e um operador que tenha terminado seu trabalho na máquina A pode ir operar a máquina B enquanto a máquina A está funcionando. Automação executa uma função importante no refinamento da rotina de operações padrão. A habilidade do operador para operar mais do que uma máquina em um mesmo tempo faz com que seja possível reduzir a força de trabalho e por tanto o custo de produção.

### B). A produção é adaptável às alterações da demanda

Desde que todas as máquinas parem automaticamente quando tiverem produzido o número de peças necessárias com boa qualidade. Automação elimina o excesso de inventário e torna possível a produção no tempo exato e pronta adaptabilidade às alterações na demanda.

### C). Respeito à condição humana

Logra-se quando por meio da automação determina-se uma atenção permanente para os parâmetros sensíveis a variações, os quais determinam a qualidade do produto. Assim dando atenção imediata aos defeitos ou problemas no processo de produção, estimula-se melhorias, aumentando o respeito pela condição humana. A Fig. 3.25 mostra como a automação consegue seus propósitos.

## 3.4.7 PROGRAMAÇÃO ABAIXO DA CAPACIDADE

Para se lograr no JIT um correto balançamento das quantidades produzidas e das capacidades de processamento, muitas vezes se utilizam certas máquinas em níveis abaixo de sua capacidade. A experiência japonesa evidencia, contudo, que os benefícios da eliminação de estoques supera economicamente, as aparentes desvantagens dos baixos níveis de utilização das máquinas. [Automação, 1989]

Em geral, dentro do espírito JIT, que abrange todo o processo de manufatura, busca-se eliminar os três "Ms". Muri, ou sobrecarga; Muda, ou gastos desnecessários; e Mura, que significa inconsistência ou desnível. [Exame, 1985]

Isto é, evita-se aquela sobreprodução que tem como fim só fazer pleno uso da capacidade instalada, geralmente originando sobrecarga, produção desnecessária e desbalanço na produção.

## 3.4.8 USO DE MÁQUINAS PEQUENAS

Ganha-se flexibilidade operando máquinas pequenas, baratas, de finalidade especial e feitas em casa, e não as enormes máquinas, capazes de fazer mil coisas. Talvez pareça contraditório afirmar que máquinas construídas para finalidades especiais possam mostrar maior flexibilidade do que as capazes de operações múltiplas. Mas não ha contradição nisso. Precisando fabricar, digamos, mil peças por dia, a empresa japonesa poderá fazer seu pessoal especializado construir cinco pequenas máquinas especiais para aquela operação, cada uma capaz de fazer aproximadamente 200 por dia; uma empresa ocidental provavelmente compraria uma grande unidade, cara, capaz de executar uma série de operações e de produzir muito mais

peças que as necessárias. As máquinas pequenas podem trabalhar lotes pequenos de peças diferentes, podem ter fácil manutenção uma por vez, podem ser operadas por diferentes operadores e podem ser acrescentadas (ou retiradas, ou modificadas) uma por vez. Já as "supermáquinas" costumam adquirir importância extraordinária dentro da fábrica, fazendo com que linhas, programas de produção e campanhas de vendas sejam totalmente guiadas por suas necessidades e limitações. [Schonberger, 1984, p.172]

Outra razão para investir mais em equipamento, é que a maquinaria pequena é um fator de produção mais flexível que o trabalho. A vida útil de uma peça de equipamento novo pode ser de oito anos, enquanto a antigüidade prevista para um novo trabalhador pode ser de 35 anos. Assim, a compra de maquinaria pode ser mais segura que a contratação de funcionários.

[Wels, 1986]

### 3.4.9 PRODUÇÃO EM PEQUENOS LOTES

A produção em pequenos lotes constitui uma das chaves da produção JIT. Os lotes de dimensões reduzidas têm importância vital para permitir que as peças defeituosas sejam apanhadas logo de início, antes que se possam produzir lotes inteiros com defeitos.

[Schonberger, 1984, p.80]

A produção em pequenos lotes passa a ser viabilizada por esforços das operações industriais típicas, tal como a redução do tempo de set-up para a troca de matrizes das prensas. Com isto pode-se reduzir substancialmente os estoques devidos ao tamanho dos lotes. "Lote econômico" já se trata de uma expressão praticamente extinta na terminologia técnica do JIT.

Indiretamente a produção em pequenos lotes contribui para a eliminação de todo tipo de estoques. Isto se deve ao fato de que lotes pequenos significam períodos totais de produção mais curtos, que por sua vez possibilitam níveis menores de estoques, mesmo de acordo com as teorias de controle de estoques convencionais. [Automação, 1989]

### 3.4.10 MANUTENÇÃO PREVENTIVA TOTAL

Paralisação das máquinas é algo que se deve evitar com determinação. Em geral, os potenciais distúrbios ocasionados pela quebra de uma máquina são atenuados pela existência de estoques intermediários ou "folgas" de produção. Esta utilização dos estoques com fins paliativos só vem contribuir para que os motivos reais das paralisações não sejam analisados para evitar a qualquer custo, sua reincidência. Na produção JIT em pequenos lotes e com limitados estoques, problemas de quebra de máquinas devem ser tratados com máxima seriedade. [Automação, 1989]

Podemos deduzir que num meio JIT a manutenção torna-se eminentemente preventiva, pois com estoques mínimos, uma máquina parada pode implicar a interrupção do processo. Para evitar uma situação destas, procura-se não sobrecarregar nem colocar em risco os equipamentos, ao mesmo tempo os trabalhadores devem estar preparados para que todos os dias, logo ao início da jornada, examinem suas máquinas e lhes aplique um regime simples de manutenção preventiva, isto é, pequenos consertos. Além disto, os próprios trabalhadores devem ser capazes de consertar toda vez que, durante a jornada de trabalho, elas estejam em dificuldades.

A manutenção preventiva (MP) compreende o emprego de fichas com anotações minuciosas sobre o uso feito de cada máquina, bem como cuidadosas análises capazes de determinar a necessidade e a frequência da MP, com os responsáveis pela MP assinando a ficha da máquina após cada manutenção. Também, terminado o período de funcionamento, os equipamentos ficam à disposição do pessoal da manutenção, da engenharia da produção, da ferramentaria e ainda dos encarregados de preparar as máquinas. [Schonberger, 1984]

### 3.4.11 ORGANIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO

A ordem e o asseio proporcionam a criação de um ambiente capaz de gerar melhores hábitos de trabalho, qualidade superior e cuidado com as instalações. Poucos são os artigos e livros especializados que tratam o tema com a importância que merece, no entanto, nenhum deles deixa de comentar sobre a organização e limpeza que percebem nas instalações das fábricas japonesas.

Assim, a medida em que é considerada a boa manutenção da ordem e da higiene como fator que contribui a elevar a moral dos trabalhadores, originando produtividade e qualidade, a responsabilidade desta função lhes conferida dentre o conceito do envolvimento total. Logo, o trabalhador, e não uma equipe externa de faxina, mantém limpo os locais de trabalho. Ainda mais, através deste mesmo conceito é possível ver homens da produção, provisoriamente não necessitados em seus serviços básicos, executando trabalhos de faxina e outros do gênero, em qualquer local da fábrica. [Schonberger, 1984, p.82]

Estes trabalhadores põem em prática decisivamente os cinco princípios de organização e asseio do ambiente físico da área de trabalho: [Imam, 1989]

#### A). ORGANIZAÇÃO (SEIRI)

- Classificar todos os materiais de trabalho seguindo dois critérios: necessários / desnecessários
- A regra é: eliminar tudo que é desnecessário.

**B). ORDEM (SEITON)**

- Por em ordem todos os materiais de trabalho, facilitando a localização e acesso, de modo que qualquer pessoa possa encontrá-los.

**C). LIMPEZA (SEISO)**

- Manter limpa a área de trabalho (asseio).

**D). CONSERVAÇÃO (SEIBI)**

- Manter organização, ordem e limpeza.

**E). OBEDIÊNCIA (SHITSUKE)**

- Cumprir regularmente e corretamente os regulamentos, tornando-os um hábito.

### 3.5 CONTROLE DE QUALIDADE ATRAVÉS DA EMPRESA (CQAE)

Tentando descrever global e superficialmente, através da visão JIT, a ferramenta CWQC (Company Wide Quality Control) traduzido como Controle de Qualidade Através da Empresa ou Controle de Qualidade Amplo-Empresarial (CQAE), tal como sua denominação deixa entrever, procuraremos orientar alguns conceitos de qualidade, assim como o conceito abrangente de controle de qualidade

O emprego contínuo do termo qualidade como argumento utilizado para promover um produto levou à popularização do conceito de qualidade. E, por causa disto, foram atribuídos diferentes significados ao termo, inclusive a variedade de conceitos que está presente na literatura especializada.

Assim, baseados no artigo de D. Garvím (1984), podemos diferenciar as seguintes abordagens da qualidade:

#### A). Abordagem Transcendental

Segundo esta abordagem, tal como os atributos físicos ou estéticos de um ser humano, a qualidade é "primitivamente definida", ou seja, é apenas observável mas não pode ser descrita, embora sem ser necessariamente subjetiva ou abstrata. São exemplos de definição da qualidade dentro desta abordagem:

"A qualidade não é pensamento nem matéria, mas uma terceira entidade independente das duas.(...) Ainda que a qualidade não possa ser definida, percebe-se que ela existe." R. M. Pirsig [1974, p.185]

"... uma condição de excelência significando que a boa qualidade é diferente da má qualidade. (...) A qualidade é atingida quando o padrão mais elevado está sendo confrontado com um outro, mais pobre e pior." B. W. Tuchman [1980, p.38]

#### B). Abordagem Centrada no Produto

Para esta abordagem a qualidade é uma variável passível de medição e até mesmo precisa. Assim, melhor qualidade seria sinônimo de maior número e melhores atributos que o produto possui. São exemplos de definição da qualidade dentro desta abordagem:

"Diferenças na qualidade equivale a diferenças na qualidade de alguns elementos ou atributos desejados." L. Abbott [1955, p.126]

"Qualidade refere-se às quantidades de atributos inestimáveis contidos em cada unidade de atributo estimado." K. B. Leffler [1982, p.956]

### C). Abordagem Centrada no Valor

Esta abordagem considera que um produto é de boa qualidade se apresenta alto grau de conformação a um custo aceitável. Assim, um produto apresenta qualidade se oferecer um melhor desempenho a um preço aceitável, ou seja, bom e barato. São exemplos de definições da qualidade dentro desta abordagem:

"Qualidade é o melhor possível sob certas condições do consumidor. Estas condições são referentes ao uso real e o preço de venda do produto" A. V. Feigenbaum [1961, p.1]

"Qualidade é o grau de excelência a um preço aceitável e o controle de variabilidade a um custo razoável" R.A. Broh [1974, p.3]

### D). Abordagem Centrada na Fabricação

Esta abordagem fixa-se no esforço feito, a nível de fábrica, para produzir um item em completo acordo com suas especificações básicas, determinadas a nível de projeto. A idéia de excelência pode ser entendida como o empenho para produzir, logo no primeiro esforço, um produto que atenda plenamente às suas especificações. São exemplos de definições da qualidade dentro desta abordagem:

"Qualidade é o grau com que um produto específico conforma-se a um projeto ou a uma especificação." H. L. Gilmore [1974, p.16]

"Qualidade é a conformidade do produto às suas especificações" P B. Crosby [1979, p.15]

### E). Abordagem Centrada no Usuário

Esta abordagem fixa-se no usuário como fonte de toda avaliação sobre a qualidade de um produto. Desta forma, a qualidade de um produto fica condicionada ao grau com que ela atende às necessidades e conveniências do consumidor. São exemplos de definições da qualidade dentro desta abordagem:

"A qualidade é o grau com o qual um produto específico atende às necessidades de um consumidor específico" H.L. Gilmore [1974, p.16]

"Qualidade é adequação ao uso" J.M. Juran [1974, p.22]

Assim sendo, temos que diversos setores da empresa podem centrar seu enfoque em uma ou mais abordagens criando conflitos, mas isto não é um mal, pelo contrário é um meio para buscar o equilíbrio, minimizando os conflitos com um enfoque global, onde, nas várias fases da produção, utiliza-se enfoques específicos.

Assim por exemplo, utilizando a seguinte definição de qualidade: "Qualidade é a condição necessária de aptidão para o fim a que se destina" (Organização Europeia de controle da Qualidade, 1972), poderia ser incluída na abordagem centrada no usuário, caso se pense que satisfazê-lo representa tudo o que se quer com o produto. Assim, é necessário definir que "fim"

é este e, portanto, a nível de projeto, deve-se pesquisar o mercado para saber o que deseja e o que espera o consumidor do produto em questão. Agregado a isto, pode-se procurar definir que preço o consumidor está disposto a pagar, ou seja, quanto deverá custar o produto. Isto permite definir as faixas de mercado onde o produto vai atuar. Tem-se, aqui, a abordagem centrada no valor.

A partir do que se viu no mercado, e até passar à fábrica todas as informações necessárias para a produção do item, define as características do produto. Isto deve ser feito de forma clara e objetiva, segundo o que prescreve a abordagem baseada no produto.

Já a fábrica procuraria produzir o item de acordo com o projeto, atendendo a todas as suas especificações, ou seja, guia-se pela abordagem centrada na fabricação.

Finalmente, "a condição necessária" de que fala a definição, pode não se sujeitar a uma definição precisa, e, por isso, pode-se recorrer à abordagem transcendental para um grande número de situações específicas. Nesse sentido o controle de qualidade pode ser definido como sendo um sistema dinâmico e complexo, que abrange todos os setores da empresa - de forma direta ou indireta- com o objetivo de melhorar a qualidade do produto final e manter essa melhoria, operando a níveis economicamente aceitáveis.

Mas, para melhor atingir aonde o CQAE quer chegar, citaremos o Prof. K. Ishikawa (ISHI s/d), que diz que é preciso ter em consideração as definições de Controle de Qualidade (CQ), Total Quality Control (TQC) e Garantia da Qualidade para abordar uma definição de CQAE.

Assim, o CQ é definido por J.M. Juran et alii [1974] como sendo:

"Um corpo de conhecimentos técnicos, analíticos e gerenciais, que se ocupa em determinar padrões, verificar o atingimento destes padrões, agir quando estes não forem atingidos e planejar melhoramento destes padrões"

Por sua parte o Dr. A.V. Feingenbaum [1983] define o TQC como sendo:

"TQC é um sistema voltado para propiciar satisfação ao consumidor, gerando os produtos, através de um sistema produtivo, de forma econômica e de assistência ao usuário, estruturando-se de maneira que os diversos grupos integrantes da organização contribuam para o esforço de desenvolvimento, manutenção e melhoria da Qualidade de forma global."

Por sua vez o Prof. Calegare [1985, p.6], define Garantia da Qualidade como sendo:

"Um conjunto de medidas planejadas e sistemáticas, necessárias para assegurar que um produto ou serviço tenha desempenho satisfatório quando está em consumo ou utilização."

Então assim, para o Prof. K. Ishikawa o CQAE ou Controle de Qualidade Através da Empresa é a definição de Controle da Qualidade, TQC e Garantia da Qualidade, porém com a

participação de todos os funcionários e dirigentes da empresa, sendo estes conceitos estendidos aos fornecedores, clientes, empresas coligadas, isto é, o conceito torna-se extremamente amplo.

### **3.5.1 FUNDAMENTOS DO CQAE**

Para se ter uma idéia clara sobre o conceito de CQAE devemos ter em consideração a evolução do Controle de Qualidade através do tempo; baseados no artigo de O. Greshner [Gres, 1985], podemos distinguir seis etapas básicas na evolução histórica do Controle de Qualidade (CQ), a partir do início deste século:

#### **A). Inspeção da Qualidade (1910 - 1919)**

Funda-se a Sociedade Britânica de Inspeção. Caracteriza-se pela inspeção integral, medição ou comparação com padrões e decisão de aceitação ou não, e finalmente a comunicação. O objetivo é a aceitação.

#### **B). Controle de Qualidade Estatístico (1924)**

Difundido pelo Dr. W. Shewhart na Companhia de Telefones Bell; caracteriza-se pela utilização de gráficos e outros meios estatísticos de avaliação de resultados de inspeção para uma decisão mais conceituada e a prevenção de falhas. A tendência das decisões estão baseadas na matemática e números. Procura-se a melhoria da qualidade. A parte administrativa não recebe maior importância. O objetivo é a prevenção e redução de custos.

#### **C). Controle de Qualidade Econômico (1950)**

Foram as tendências pós-guerra. Caracteriza-se pela utilização de informações estatísticas e administrativas para melhorar a qualidade, reduzir custos e aumentar produtividade, ou seja: tornar-se competitivo nos mercados nacionais e internacionais. O princípio do equilíbrio industrial é quantidade, qualidade e custos. Inicia-se a administração e gerência da qualidade. O objetivo está centrado na qualidade equilibrada e econômica.

#### **D). Controle de Qualidade Total (1960)**

TQC, iniciado pelo Dr. A. Feigenbaum. Caracteriza-se pelo planejamento, organização e implementação de um sistema integrado de controle de qualidade para controlar o produto desde o projeto, os materiais, os processos de produção, os de fornecimento e os de assistência técnica ao usuário. O objetivo está centrado em assegurar o triângulo empresarial de qualidade, quantidade e custos.

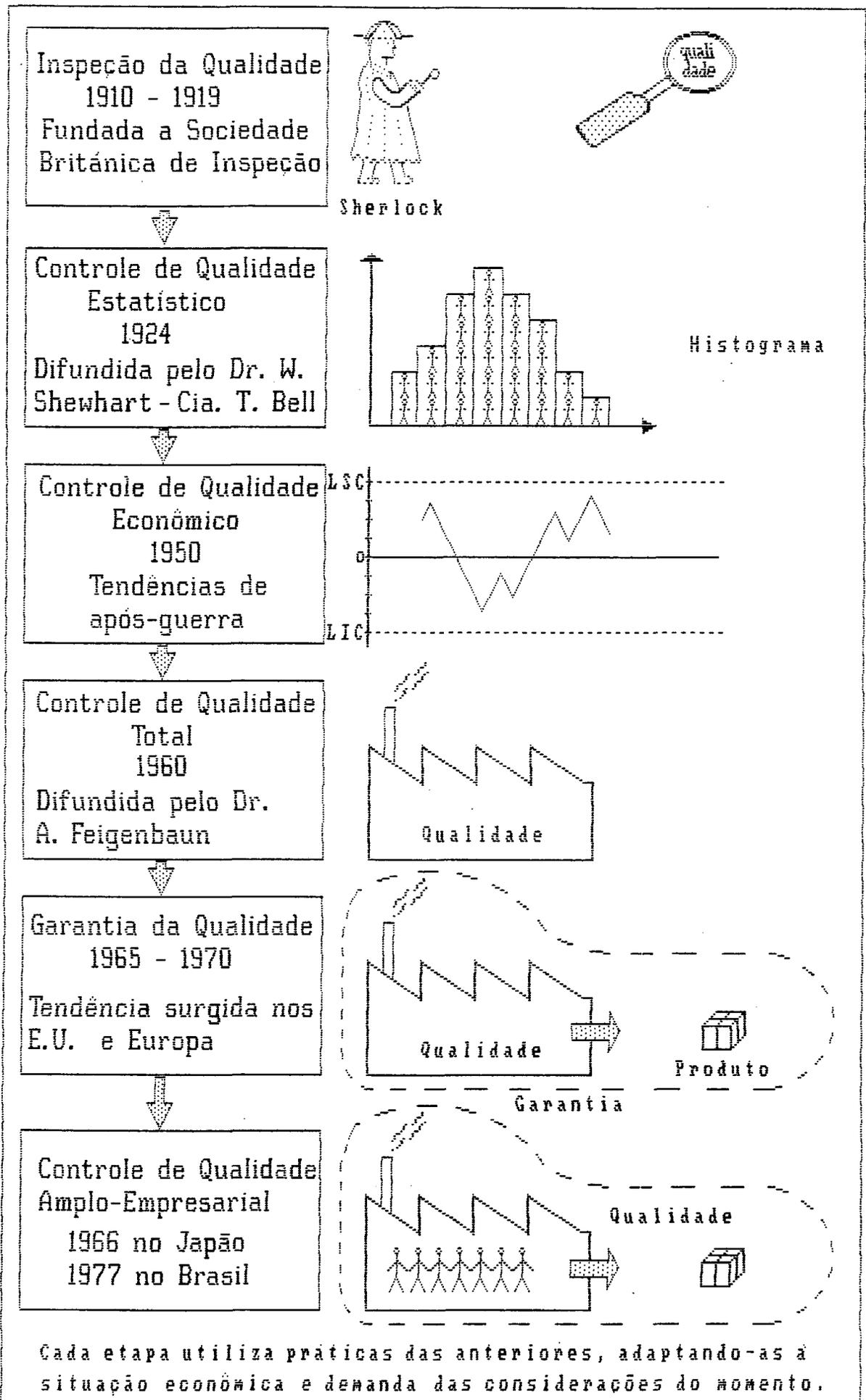


Fig. 3.26 O Controle de Qualidade através do tempo

### E). Garantia da Qualidade (1965 - 1970)

Tendência surgida nos EUA e Europa. Caracteriza-se por manter a política da empresa quanto à qualidade. Organiza e desenvolve os sistemas de controle de qualidade e garantia de qualidade, para fornecer ao consumidor produtos seguros e confiáveis. Protege a empresa contra falhas e, principalmente, contra falhas graves. Seu sistema fundamenta-se em avaliar a qualidade, coordenar os níveis e comunicar os resultados para logo tomar medidas corretivas se necessárias, garantindo a qualidade. O objetivo central é a garantia.

### F). Controle de Qualidade Através da Empresa (1966 surgido no Japão e 1977 iniciado no Brasil)

Caracteriza-se por abranger a responsabilidade da qualidade a toda a empresa e não única e exclusivamente ao departamento de controle ou garantia da qualidade. Utiliza conceitos e sistemas de programas motivacionais para atingir os objetivos da empresa. Modifica todos os conceitos de responsabilidade e concepção das etapas anteriores ao controle de qualidade, porém utiliza e melhora as técnicas de controle de qualidade, simplificando-as e estendendo-as para todas as áreas da empresa. Delega a responsabilidade da qualidade para a fase primeira de execução. Envolve todos os níveis da empresa perante a qualidade. Utiliza o sinergismo da criatividade humana em forma de grupos organizados e treinados (CCQ). Enfatiza o treinamento na solução de problemas e na motivação e estudo do comportamento humano. propõe e prega os princípios de participação e consenso. O objetivo perseguido é a qualidade e satisfação do cliente.

Deve ter-se em conta que cada etapa utiliza as práticas das etapas anteriores adaptando-as à situação econômica e demanda das considerações do momento. A Fig. 3.28 mostra um resumo das seis etapas básicas.

### 3.5.2 O QUE É O CQAE

É chamado no Japão de "Company Wide Quality Control" (CWQC), seu principal difusor é o Prof. Kaoru Ishikawa, no Brasil também difundiram o sistema os professores japoneses Koichi Ohba [1979], Noriaki Kano [1978], Natao Sasahi [1981], e Yoshio Kondo. Os conceitos difundidos de CQAE diferem em todas as aproximações dos sistemas de controle da qualidade e garantia da qualidade até agora conhecidos e praticados, revolucionando a distribuição de responsabilidades e todos os princípios administrativos. Dá grande ênfase ao funcionário, à sua criatividade e oferece ao mesmo oportunidade de participação na "direção da empresa", através do autocontrole de seu trabalho, tomada de decisão e solução de problemas ligados a sua área de trabalho.

O controle de qualidade total originou-se nos Estados Unidos, no ano de 1960, aprofundou-se na administração, estruturas, técnicas, estatísticas de controle de qualidade, mas deu pouca ênfase às teorias motivacionais, estado de comportamento humano e envolvimento de áreas de linhas de trabalho na contribuição à melhoria da qualidade.

O Japão aproveitou as técnicas ocidentais de CQ e de teorias administrativas, levantadas por J.M. Juran, W.E. Deming, D. McGreper, Hersberg, Marlow, Likert, Guellerman e outros, adaptando-as à forma japonesa, para melhorar a qualidade e para uso na administração de empresas, chamadas por W. Ouchi [1985] de "Teoria Z".

O controle de qualidade total (CQT) transformou-se no CQAE mudando seu princípio básico, quebrando estruturas até então consideradas intocáveis, mudando origens de responsabilidade para as "linhas de base" e envolvendo tudo nas técnicas de CQ. Estas mudanças deram certo e demonstraram sua eficiência.

A introdução de CQAE no Oriente, geralmente não apresenta dificuldades pelas próprias estruturas sociais e relacionamento funcional, ao contrário do Ocidente, onde o próprio tema "consensual" não é facilmente aceito.

Porém, a luta pelo mercado e a pressão dos países orientais como Japão, Coreia, Taiwan, Singapura, etc., concorrendo com bons produtos fabricados e relativamente competitivos no preço, fazem com que os países ocidentais revisem suas formas de controle de qualidade e de administração.

O CQAE é aberto para qualquer organização. Os caminhos são variáveis, fáceis ou difíceis, mas possíveis, desde que se queira mudar. As mudanças são necessárias para a introdução do CQAE numa empresa.

O CQAE nada mais é do que um sistema de autocontrole, estendendo-se a todas as áreas e a todos os funcionários de uma empresa que use qualidade antes de tudo: qualidade de processo, produtos e serviços, relacionamento humano, segurança, qualidade de vida.

O CQAE usa de todas as ferramentas de administração e estatística conhecidas até agora, mas tem no CCQ (Círculos de Controle de Qualidade) sua chave de sucesso, e o "pino de junção" funcional de todo o sistema. Sendo o controle de qualidade um sistema dinâmico e complexo, este pode mudar de conceitos através do tempo.

### 3.5.3 O PAPEL DA MÉDIA E ALTA DIREÇÃO

O sucesso do CQAE numa empresa depende exclusivamente da gerência. Só o apoio não é suficiente. A gerência deve assumir responsabilidades e compromissos perante o sistema de CQAE e programas de CCQ. Estes conceitos incluem a adaptação da filosofia do CQAE em si, sua aceitação em forma de gerência participativa, crença na filosofia de CCQ, isto é, crença na dignidade do ser humano, na delegação de responsabilidades, na mudança da teoria administrativa X para as tendências Y e Z.

O compromisso envolve o estabelecimento de um credo da empresa e sua publicação, estabelecimento e cumprimento de um programa motivacional e a correspondente auditoria dos resultados e, principalmente, a aceitação sincera desse compromisso em si.

Também é extremamente importante o apoio da alta gerência à gerência intermediária da empresa, isto é, a política que a empresa decide tomar no que se refere ao produto fabricado. Assim, a colocação da qualidade deve estar acima dos custos iniciais e reduzir, posteriormente a partir do momento em que a qualidade se torna definida e estável, porém sem reduzir a qualidade alcançada.

A alta direção e gerência devem ver sempre em tudo qualidade: tanto no produto como nos serviços, no atendimento dos prazos de entrega e no estado espiritual dos funcionários da empresa.

Assim, qualidade deve ser declarada objetivo da empresa e desta maneira torná-la como responsabilidade de todos. Este conceito exige autocontrole de suas funções em todas as áreas.

A este respeito K. Ishikawa [1986,p.121] faz dez recomendações para cada papel, e são as seguintes:

#### A). Papel da Alta administração.

- ❑ Em primeira instância, estudar a gestão e o controle da qualidade por toda a empresa. Pesquisar a situação vigente no país e compreendê-la perfeitamente.
- ❑ Estabelecer a diretriz para adoção desta sistemática administrativa.
- ❑ Coletar informações relativas à qualidade e ao CQ, definindo parâmetros diretivos fundamentais. Estabelecer a política com prioridades para a qualidade, e perpetuar a visão com horizontes amplos sobre melhoria do nível de qualidade a longo prazo, assim como a sua abrangência com amplitude internacional.

- A qualidade da alta direção para a implementação da qualidade e do CQ.
- Promover educação adequada para a realização do CQ. Efetuar a distribuição de pessoas de forma adequada, a fim de proporcionar condições de trabalho e estabelecer planejamento da organização com visão de longo prazo.
- Verificar se tanto a qualidade como o CQ estão sendo conduzidos conforme as diretrizes e os planejamentos efetuados.
- Delinear claramente o papel da alta administração em relação à sua responsabilidade e consolidação do sistema de garantia de qualidade.
- Consolidar a estrutura de gestão industrial.
- Efetivar a filosofia de que a etapa subsequente da operação é consumidora da precedente. Deve haver também uma garantia de qualidade, mesmo nestas etapas intermediárias de trabalho.
- A alta direção deve promover a reformulação da situação vigente, assumindo a liderança, para a conduzir sob a sua batuta.

#### B). Papel da Média Gerência.

- Atuar como um "controlador de tráfego" na empresa, isto é, intervir somente quando constatam anomalia ou nas horas de "rush".
- Ser elemento indispensável para a empresa e não apenas na empresa.
- Um elemento que não sabe comandar é ainda juvenil. Torna-se senior quando conseguir coordenar o seu próprio superior.
- As pessoas demonstram a plenitude da sua capacidade quando recebem delegações de responsabilidades e assim evoluem.
- Não conduzir os afazeres em função do humor superior.
- Avaliar e captar a conjuntura vigente é uma responsabilidade dos elementos da média-gerência.
- Romper a situação vigente para que haja progresso.
- O sucesso ou insucesso dos grupos de CCQ dependem basicamente da média-gerência.
- Comunicação inter setorial - gestão funcional.
- Planejamento com horizonte de pelo menos 10 anos para o presidente, 5 anos para os diretores, 3 anos para o gerente geral e 1 ano para o gerente-setorial.

### 3.5.4 ELEMENTOS IMPORTANTES NO CQAE

#### A). FILOSOFIA DA ADMINISTRAÇÃO PARTICIPATIVA

Está baseada no conceito de que o homem quer participar, quer controlar seu trabalho, quer tomar decisões, quer ter oportunidades de crescimento, quer pertencer à empresa e quer qualidade de vida.

Dentro da administração participativa está o conceito de administração por consenso, é a tomada de decisões por consenso ou tomada de decisões em grupo dentro dos níveis e entre os níveis. Este conceito é uma das chaves do CQAE e da Teoria "Z". O consenso parece ser difícil de ser praticado, mas na realidade não é como parece. É sim, uma forma gerencial que já funciona em várias empresas. Aqui no Brasil Ricardo Semler tem-se convertido em um dos expoentes mais conhecidos da administração participativa com seu livro "Virando a Própria Mesa" [Semler, 1988] e a experiência em suas empresas em São Paulo, convertidas hoje em centro de atração e de estudo, onde periodicamente grupos de estudantes, trabalhadores e empresários visitam suas instalações para ver in-loco os resultados da administração participativa. [Exame, 1990c]

#### B). PROMOÇÃO DA IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE NA EMPRESA

A qualidade deve ser entendida e sua importância deve ser compreendida pelos funcionários. Nas empresas de maior porte é recomendável organizar um grupo especial de promoção da qualidade, que não tenha nada que ver com QC. Encarregar a este grupo da promoção e da divulgação dos conceitos e técnicas para todos os funcionários, inclusive para os fornecedores, distribuidores, pontos de venda, assistência técnica, etc.

Os meios de promoção podem ser diversos e dependem da criatividade deste grupo. Recomenda-se: cartazes, palestras, concursos, comunicações de níveis da qualidade atingidos, programas de CCQ, programas de "Zero Defeitos", artigos na revista de empresa, apresentações de CCQ em público, etc

#### C). TREINAMENTO NAS FERRAMENTAS DE CQ

As técnicas do CQ no CQAE são "ferramentas" que são colocadas ao alcance de todos os funcionários da empresa de forma simples e lúcida. São técnicas que se devem adequar ao tipo de produção e empresa, tais como Teoria "Z", CCQ, Controle Estatístico do Processo, e outros programas que direta ou indiretamente estão vinculados ao CQAE e se menciona nos parágrafos seguintes.

O treinamento deve incluir todos os níveis e deve começar de cima para baixo, principalmente no envolvimento de níveis equivalentes à supervisão. O treinamento deve ser levado ao próprio domínio da área de trabalho. Este treinamento deve ser contínuo e repetitivo.

#### **D). DISTRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADES**

Deve haver uma distribuição e não sobreposição de responsabilidades, e saber o que e quem deve fazer. Não criar competitividade que não seja sadia, fora dos interesses da empresa. Assim pode desenvolver-se o programa: fazer certo a primeira vez.

Estes conceitos devem ser estendidos para fora da empresa e atingir os fornecedores, distribuidores, etc. A aceitação de responsabilidades é um compromisso dos funcionários e dos participantes de todas as áreas.

#### **E). GARANTIA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO**

Este conceito dá responsabilidade de fabricação e controle do processo ao próprio operador, com auditoria e aceitação pelo departamento de CQ. Todo o sistema de garantia do processo deve ser coordenado entre as áreas de produção e CQ., sem criar áreas cruzadas ou não cobertas. Este conceito necessita de preparo e treinamento dos funcionários dos dois lados, e amplo uso das ferramentas de CQ e CCQ para a solução de problemas e redução de defeitos. Com esta modificação a qualidade começa a receber outros enfoques, melhora significativamente a qualidade e os custos.

#### **F). RELACIONAMENTO COM FORNECEDORES**

Tal como foi detalhado na ferramenta "programação inter-companhias JIT", que trata do relacionamento entre fornecedor/cliente, onde deixamos entrever que o compromisso já não é de empresa a empresa, é um compromisso de homem a homem, consciente e configurado entre fornecedor e consumidor, para a entrega dos produtos just-in-time no sentido quantitativo e qualitativo por parte do fornecedor, de modo que o cliente tenha certeza da qualidade na fonte. Este compromisso dos dois lados, com todas as configurações do CQAE e apoio dos CCQ de ambas empresas, é conquistável e real. Assim o objetivo é obter qualidade desde os primeiros passos e não conviver com problemas.

#### **G). GARANTIA DE QUALIDADE DOS PRODUTOS E SERVIÇOS**

É a garantia real daquilo que nos foi fornecido e que fabricamos. Se não fabricamos qualidade, não devemos prometer aos nossos consumidores aquilo que não temos. Só se declara a verdade e garante-se o que se declara.

Para produtos duráveis, é necessário organizar assistência técnica na empresa. Esta assistência deve ser de alto padrão, preços justos, serviço de pronto atendimento e garantido, peças de reposição de fácil obtenção e assim por diante.

#### **H). ATENDIMENTO E PRAZO DE ENTREGA**

Para a pontualidade das entregas e um perfeito atendimento precisamos da compreensão do CQAE. O sistema só poderá funcionar com um bom planejamento. Da mesma forma, a manutenção dos estoques e os inventários baixos, praticamente zero, só será possível, se nossos fornecedores também consideram os prazos de entrega como algo sagrado.

#### **D). NORMALIZAÇÃO**

A padronização foi analisada na descrição da manufatura celular. Sua importância para a empresa e o país deve ser discutida. Deve ser considerado o ponto de vista econômico, funcional, facilidades de obtenção ou reposição de peças ou componentes, redução de estoques, redução de duplicação e eliminação de materiais obsoletos. A empresa deve criar comitês internos de normalização, normalizar a própria empresa e ao mesmo tempo coordenar esforços com normas externas.

#### **J). DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

A empresa deve manter um estado de evolução contínua no sentido da tecnologia, produtividade e qualidade, assim como de oferta de novas idéias e novos produtos. Estacionar significa sair do mercado.

No desenvolvimento de novos produtos devem ser ouvidas e envolvidas as áreas interessadas. Assim a prevenção de falhas deve ser feita antes que o produto atinja o usuário.

#### **K). O DEPARTAMENTO DE CONTROLE DE QUALIDADE**

Sua função é fundamentalmente coordenadora, assim, o Departamento de Controle de Qualidade deve estar à altura funcional, técnica e profissionalmente eficiente, suas funções básicas são:

- Assessorar a empresa nos assuntos de qualidade;
- Treinar e transmitir as técnicas de CQ;
- Atualizar-se continuamente.

## **L). OS CUSTOS DA QUALIDADE**

Uma grande maioria de empresas possuem controle de custos. Atualmente, isto é muito importante, principalmente por motivos inflacionários e econômicos do momento. Porém, poucas empresas controlam os custos de qualidade. É um programa à parte, que procura identificar estes custos e suas causas, freqüentemente invisíveis. Corrigir e acompanhar os custos da qualidade num meio onde utiliza o CQAE é indispensável.

## **M). PROGRAMAS MOTIVACIONAIS**

Estes programas devem manter acesa a chama dos objetivos do CQAE e mostrar a atenção gerencial dada aos funcionários.

Podem existir várias formas de motivação. A motivação depende da cultura, da situação econômica do país, da região, da necessidade dos funcionários, do momento, etc.

A motivação como programa deve ser sempre atualizada, pois o que motiva ontem poderá não motivar amanhã. Os tópicos motivacionais podem motivar e desmotivar ao mesmo tempo. Ditos muito comuns são: "onde existe pão, pão não motiva", "em casa de ferreiro, espeto de pau".

### **3.5.5 COMO INTERAGEM O CCQ, A TEORIA "Z" E O CQAE**

O CCQ é um grupo de voluntários de uma área de trabalho, treinados na filosofia e uso de ferramentas. Este grupos voluntários não recebem recompensas financeiras, mas sim procuram oportunidades de participação e, principalmente, reconhecimento. Os círculos querem o que cada funcionário quer: participação e segurança no emprego e reconhecimento do seu esforço. Os funcionários querem mostrar sua criatividade e ver suas idéias realizadas.

A Teoria "Z", levantada por William Ouchi em 1978, começou a revolucionar o mundo através da administração participativa, sendo um fator influente na adaptação do CQAE na empresa.

Assim, o CCQ, a Teoria "Z", e o CQAE são ferramentas gerenciais eficientes que ajudam a atingir os objetivos da empresa e obter uma série de melhoramentos com satisfação e realização dos funcionários.

A Teoria "Z", contribui à implementação e evolução do CQAE, este por sua vez é um suporte para o CCQ, que é um meio dinamizador do CQAE. Tais ferramentas integram-se, originando sinergia entre elas.

### 3.5.6 BENEFÍCIOS DO CQAE

Após da implementação do CQAE e o funcionamento de seus programas, os benefícios são alcançados com sucesso a longo prazo, na continuação detalha-se alguns dos benefícios perceptíveis que comumente são alcançados:

- Programas de controle em processos: melhora a qualidade, reduz perdas, reduz paradas de produção, aumenta eficiência e produtividade.
- Certificação pelo fornecedor: reduz inventários, reduz estoques de segurança, reduz investimentos, diminui o capital de giro, libera áreas industriais para melhor uso, modifica os conceitos de CQ, libera a Mão de obra; de CQ, de laboratórios, e de inspeção.
- As técnicas de solução de problemas: permite descobrir as imperfeições nos sistemas, nos fluxos de comunicação, nos processos, etc.
- Melhora o relacionamento humano interno e externo.
- Motiva a todos a evoluírem e acompanharem junto com a evolução do CQAE, o qual traz uma série de benefícios e vantagens aos mesmos.

### 3.5.7 INTRODUÇÃO DO CQAE NA EMPRESA

Oleg Greshner [1985] diz, segundo sua experiência no Brasil, que a implantação do CQAE passa por uma modificação do sistema existente, e como qualquer modificação encontrará resistências humanas individuais e grupais. Com esta consideração levada em conta, identificam-se dois caminhos para introduzir o CQAE.

#### A). Forma de Cima para Baixo

Quer dizer, formar grupos de trabalho, planejar e partir para a introdução. Os passos e tópicos desta forma são os seguintes:

- Tomar a decisão gerencial de implantação
- Definir o credo: política da empresa e filosofia CQAE.
- Definir objetivos imediatos.
- Nomear o grupo de projeto.
- Definir funções e responsabilidades.
- Revisar o organograma da empresa.
- Analisar e estudar o posicionamento da forma de gerência versus X, Y e Z.
- Selecionar a área de "ponto de partida".
- Analisar e estudar a área quanto aos sistemas X, Y e Z
- Definir a qualidade, indicadores e pontos de controle na área.
- Organizar os canais de comunicação e a exposição visual dos resultados.
- Estabelecer a forma de reconhecimento, "programa motivacional".

- ☐ Dar início via promoção e explicação.
- ☐ Implantar o CQAE da forma tentativa.
- ☐ Iniciar treinamento.
- ☐ Analisar periodicamente os resultados.
- ☐ Corrigir as imperfeições.
- ☐ Estender para outras áreas.
- ☐ Sofisticar o treinamento e o próprio CQAE.

## B). Forma da Esquerda para Direita

Quer dizer escolher alguns tópicos básicos de conceitos, sistemas de trabalho ou o próprio programa motivacional e começar com isto. Os passos desta forma são os seguintes:

- ☐ Descobrir a área de "oportunidade".
- ☐ Mostrar os resultados e estender passo a passo.
- ☐ Enfrentar os obstáculos (vencimento dos obstáculos -VO-)
- ☐ Organizar grupos para introdução do CQAE, além dos grupos de trabalho.
- ☐ Definir o grupo de introdução de CCQ.
- ☐ Definição de responsabilidades e revisão.
- ☐ Início do programa de treinamento.
- ☐ Início do programa de desenvolvimento.
- ☐ Controle de processo.
- ☐ Controle de custos.
- ☐ Normalização.
- ☐ Outros programas.

Quanto maior a empresa, mais difícil será a introdução do CQAE. A primeira opção aplica-se facilmente com organizações de até 330/500 funcionários. A segunda é para grandes organizações ou com tradições e sistemas enraizados, difíceis de contornar.

Tanto uma como outra forma levará ao sucesso desde que haja grupos de introdução "dedicados à causa", e quando começarem o trabalho, aparecerão os primeiros resultados. Tem que haver calma e evitar erros.

Para se ter uma informação mais completa, sobre os aspectos da implementação do CQAE, citaremos as sete recomendações do Prof. K. Ishikawa [1984] que diz:

- ☐ Para a adoção e implementação do TQC ou CQAE, é fundamental a liderança exercida pela cúpula, para tal os altos dirigentes deverão assimilá-la, estabelecer diretrizes e objetivos, assim como externar o seu engajamento.

- A educação e treinamento em TQC ou CQAE.
- Estabelecimento de um centro de implantação.
- Consolidar a garantia da qualidade.
- A empresa deve propiciar a criatividade em todos os setores. Isto significa assumir postura receptiva para sugestões individuais, de grupos de trabalho e de grupos de CCQ.
- Eliminação do seccionalismo na empresa.
- Condução do TQC ou CQAE de forma compassada, sem atropelos.

### 3.6 PROGRAMAÇÃO INTER-COMPANHIAS JIT

É costume de muitas empresas fazer a denominada reunião de fim de ano com seus fornecedores, onde se costuma premiar ao melhor ou melhores fornecedores. Essas empresas premiadas com certeza no ano seguinte não ocuparão aquele lugar, já que as outras empresas fornecedoras farão tudo para o ocupar. Assim, a premiação tem as características de "o beijo de Judas", pelo fato de que as outras empresas fornecedoras, conhecendo quem é a empresa com menores preços, tentarão destroná-la fazendo contratos desvantajosos e degradando a qualidade do produto. Este sistema tradicional que visa a competição dos fornecedores, com objetivo de obter um menor preço, cria um ambiente de tensão, reservas e hesitações na relação cliente-fornecedor, o que a longo prazo prejudica a ambos.

A rotina dos negócios contratuais é muito conhecida, os clientes-fabricantes irão pressionar os fornecedores para conseguir a oferta mais baixa e os termos mais favoráveis. Assim, o contrato é sustentado por um compromisso mínimo e com a menor segurança de trabalho possível. Pelo que o fornecedor fica à mercê do cliente, sofrendo a longo prazo por ter aceito uma oferta artificial baixa. Então o fornecedor não tem outra saída, uma vez obtido o pedido, senão fazer mudanças de engenharia com preços maiores ou qualidade inferior para os pedidos subsequentes. Desta forma a rotina continua ano após ano, o cliente-fabricante procurando outros fornecedores que utilizam a mesma fórmula.

Muitos anos atrás os fabricantes evitaram estes problemas integrando verticalmente as fontes de fornecimento e os sistemas de distribuição, tal como fez a Ford Motor Company [Lubben, 1989]. Isto porque os níveis de tecnologia eram tais que as empresas podiam incluir uma nova máquina ou processos quando necessários, já que os ciclos de vida dos produtos eram maiores e davam ao fabricante tempo para recuperar o investimento feito.

A complexidade e sofisticação dos produtos atuais estão conduzindo da integração vertical para a descentralização da tecnologia de manufatura. Assim, por exemplo, um lavaroupas antiga podia ser totalmente fabricada por uma empresa. A atual, fabricada com peças de precisão, motores, eletrônica e controles computarizados, provavelmente é o esforço combinado de dúzias de fornecedores e a empresa de montagem final. Numa visita feita a EMBRAER, na exposição de recepção, ante uma pergunta sobre qual era o percentagem de materiais produzidos na empresa e no país, o expositor respondeu que praticamente zero; é possível que aquela resposta só queria dar a entender a importância que tem os fornecedores na empresa, isto também acontece em quase todas as empresas no momento atual.

Neste contexto as empresas que estão dentro da filosofia de produção JIT, têm a certeza que uma boa relação fornecedor-fabricante só irá promover altos níveis de eficiência. Para facilitar este relacionamento os clientes-fabricantes têm poucos fornecedores com contratos de

períodos longos e os fornecedores muitas vezes estão associados com um único cliente, em outros casos os fornecedores são parcialmente de propriedade do cliente-fabricante. Assim, fornecedores e clientes não ficam procurando novos parceiros. Além do que quando os fornecedores se tornam uma extensão natural do processo de manufatura do cliente, os seus papéis como parceiros se tornam vitais para o sucesso de ambas as empresas.

### 3.6.1 OS FUNDAMENTOS DA PROGRAMAÇÃO INTER-COMPANHIAS JIT

Dada a importância que têm as empresas fornecedoras num ambiente JIT, tem-se desenvolvido alguns conceitos que visam alcançar os princípios e objetivos JIT. Tal como a diminuição dos fornecedores, transladar a filosofia JIT aos fornecedores, integrar a produção com os fornecedores, elaborar meios ou contratos que garantem as parcerias e assim por diante. Passaremos a apresentar detalhadamente estes conceitos.

### 3.6.2 DIMINUINDO A BASE DE FORNECEDORES

Em geral as empresas têm um departamento de compras que tem como objetivo fazer os pedidos aos fornecedores; ali se gasta grande quantidade de horas-homem fazendo os pedidos e avaliando os fornecedores através da cotação dos preços. Mas como pode saber-se através desta avaliação se o fornecedor deu um preço justo, além disto uma menor cotação não é necessariamente um bom indicador do valor real, porque alguns dos fornecedores, tal como indica R. Lubben [1989], podem:

- A). Não entender alguns dos requisitos de especificações.
- B). Omitir um dispositivo importante na especificação.
- C). Considerar o seu processo de produção melhor do que na realidade é.
- D). Não manter a qualidade do produto pelo preço cotado.
- E). Fazer ofertas abaixo do preço (desconto no preço) somente para "abrir as portas".

Estes fatores originam um clima de confronto entre cliente e fornecedor que lhes obriga a tomar ações de segurança. Uma maneira é tendo o cliente vários fornecedores por peça ou produto e o fornecedor vários clientes para seus produtos. Agora se todos estes clientes e fornecedores forem ser avaliados, forma-se uma grande confusão, além de originar custos internos, perdas de tempo e de produção.

Tudo isso muda de cenário se cada fabricante tem apenas poucos e bons fornecedores e reciprocamente, cada fornecedor tem apenas poucos e bons clientes. Em muitos casos os fornecedores têm um único cliente tornando-se uma extensão natural do processo de manufatura do cliente.

Quando se logra a diminuição de fornecedores, segundo R. Schonberger [1988], os seguintes resultados são atingidos:

- A). Uma fábrica fornecedora típica venderá volumes muito maiores para um número muito menor de clientes do que antes. (Redução de custos internos).
- B). Contratos de longo prazo substituem ordens de compra de curto prazo. (Redução de custos interno e segurança de trabalho).
- C). O fornecedor recebe treinamento, informação de planejamento avançado e, ocasionalmente, até ajuda financeira. (Desenvolvimento JIT).
- D). Alguns contratos podem prever entregas a um ritmo diário regular em vez de flutuações de demanda. (Segurança de trabalho).
- E). Compradores da fábrica do cliente assumem a dor de cabeça dos fretes. (Integração da programação JIT).

### 3.6.3 DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES JIT

Em geral, a filosofia JIT é desenvolvida e aprimorada dentro da empresa e só então estendida aos fornecedores neste processo; a fábrica maior trata de preparar seus fornecedores para o cumprimento de horários (entrega), qualidade e preço, repassando-lhes as técnicas necessárias e monitorando seu progresso. Assim, é essencial desenvolver um vínculo entre as organizações para assegurar uma relação comercial de longo prazo. Desenvolver um fornecedor tal como afirma R. Schonberger [1988], significa fazer dele "sua família". O esforço só é válido se existir uma intenção clara de permanecer com o fornecedor por um longo tempo, ou seja, os muitos anos de vida de um componente, ou talvez mais que isto. Pode ser a vida de companhias ou fábricas, e pode levar várias gerações de uma família de componentes ou classe de mercadorias. Ao caso, R. Lubben [1989] indica que são cinco fatores que apóiam a execução de desenvolvimento do fornecedor: (1) confiança, (2) comunicação, (3) linearidade de produção, (4) tempo e visibilidade para fazer alterações, e (5) sociedade com os fornecedores.

**Confiança.** Os negócios são operados por pessoas e as pessoas operam em termos de confiança. Os contratos são meros instrumentos. Eles somente registram os detalhes e mantêm a honestidade das pessoas. A confiança, por outro lado, pode ser explorada mas demanda envolvimento e comprometimento pessoal. Com certeza a confiança funciona em ambas direções, o cliente espera que o fornecedor sustente o outro lado da relação e reciprocamente o fornecedor do cliente. Isto irá permitir que as duas organizações trabalhem muito mais juntas do que seria possível através do relacionamento tradicional baseado somente em um contrato. Assim o custo de controle será muito pequeno. Praticamente desaparecerá o trabalho de análise de amostras de materiais quando cada fornecedor tem como ponto de honra entregar o produto certo, dentro da variabilidade exigida pelo cliente. (Just-in-Time qualitativo).

**Comunicação.** A comunicação entre clientes e fornecedores é crítica na operação de um sistema JIT. Nesta relação os clientes procuram menores ciclos de produção e respostas mais rápidas para os problemas.

Para o bom sucesso deste relacionamento, as linhas de comunicação devem estar bem estabelecidas e funcionando continuamente. Em geral o primeiro contato é feito por uma equipe de engenheiros de valor, posteriormente um membro dessa equipe participará durante cada conversa mantida com o fornecedor.

Os elementos de comunicação incluem manter os fornecedores a par das decisões comerciais que irão afetar a sua capacidade de responder à mudanças nas necessidades de produção, a avaliação de sugestões e solicitações do fornecedor. O cliente deve também abrir as informações e decisões comerciais que irão ter um efeito sobre a capacidade de produção e planejamento do fornecedor. Tais informações incluem a situação das necessidades de curto e as provisões de longo prazo. As de curto prazo fornecem as informações diárias necessárias para sincronizar o índice de produção com as necessidades do cliente. Fornecer provisões de mercado de longo prazo ajuda ao fornecedor a planejar os recursos de equipamento e mão-de-obra necessários para atender ao cliente e manter a saúde da empresa fornecedora. Por exemplo, a Toyota envia dois tipos de informação a seus fornecedores. [Monde, 1984] O primeiro é um plano predeterminado de comunicação mensal, o qual é comunicado ao fornecedor no meio do mês precedente. Usando este plano, o fornecedor determina o planejamento do tempo de ciclo de cada processo, a rotina de operações padrão para rearranjar a alocação dos operários, as quantidades de peças a serem requisitadas dos sub-fornecedores, e o número de kanbans para sub-fornecedores. O segundo tipo de informação diária que especifica o número atual de unidades a serem enviadas ao cliente, pode ser de duas formas diferentes: um kanban ou uma tabela seqüencial do programa. Estas duas formas são utilizadas alternadamente, dependendo dos métodos de requisições da Toyota.

Outro canal de comunicação poderoso são os contatos pessoais freqüentes. Pessoas de todos os níveis devem visitar seus pares equivalentes na outra companhia porque há coordenação a ser feita e mal entendidos a serem esclarecidos. Existe um custo para que pessoas de todos os níveis possam ocupar seus tempos em visitas a outras fábricas, mas se isto diminui problemas internos, tornam o pessoal indireto mais disponível para visitar outras fábricas e, portanto, aceleram o ritmo de desenvolvimento do fornecedor.

Outra ferramenta de comunicação são os encontros de fornecedores, que os mantêm informados acerca dos tópicos de interesse mútuo e asseguram o acesso à informação ou à

pessoas que terão impacto na produção. Também é um meio para definir como o sistema JIT irá funcionar.

**Linearidade de produção.** Adicionalmente às comunicações, é importante que o fornecedor assimile as características da filosofia JIT e tenha uma habilidade para nivelar seu plano de produção. Assim uma preocupação importante para o fornecedor é controlar as necessidades do cliente de perto. Para que isso ocorra, o fornecedor deve reduzir o ciclo de produção ao mínimo. Portanto o fornecedor deve isolar os gargalos de produção, balancear a produção e reduzir os set-ups. Sua produção deve ser em pequenos lotes para ter as entregas mais freqüentes coincidindo com os contratos de longo prazo.

**Tempos e visibilidade para fazer alterações.** A maioria dos fornecedores podem responder à alterações na demanda do cliente, mas eles precisam ter o tempo necessário para fazer as mudanças necessárias. Os tipos de alterações para os quais os fornecedores devem fazer ajustes são: (1) compra de materiais, (2) inclusão de equipamento, (3) estabelecer turnos de trabalho, e (4) contratar e treinar mão de obra. Algumas empresas estão começando a dar aos fornecedores as mesmas informações, planos e provisões de produção que estão disponíveis internamente. Isso inclui dar ao fornecedor provisões de mercado e requisições de pedidos de clientes. Com melhor visibilidade para planejar, os fornecedores devem ser capazes de reagir mais rapidamente no caso de uma mudança de produção por parte do cliente.

**Sociedade com os fornecedores.** Um fator determinante para obter produtos finais altamente competitivos é a integração vertical do capital com as empresas fornecedoras. Evidências deste fato são inúmeras na indústria japonesa, tal como menciona uma reportagem de "The Economist", publicado na Gazeta Mercantil [1991], a qual relata que as empresas japonesas possuem participações umas de outras, permitindo que elas se paguem dividendos mínimos, liberando assim grandes somas para investimentos de capital. Apesar das reclamações, não há nada de inerentemente injusto ou desleal nesta prática. Também Andrew Weiss [1987] já tinha qualificado como uma das verdades elementares da indústria japonesa. Qualificou-a como estrutura de capital único, onde os principais acionistas das companhias japonesas normalmente são outras companhias. Assim fornecedores e clientes tendem a estar mais interessados em maximizar os lucros operacionais dos negócios principais do que os lucros operacionais da companhia da qual possuem ações. Da mesma forma, que um banco que possui ações de um de seus clientes pode preferir ver o cliente se expandir comprando mais equipamento e aumentando o débito no banco, em vez de contratar mais empregados, mesmo que o segundo caminho seja mais lucrativo para a companhia. O banco está, antes mais que nada, interessado em seus próprios lucros operacionais. Assim, em mercados que não são perfeitamente competitivos, as companhias verticalmente integradas por meio do capital, utilizam o custo real

dos recursos em vez dos preços de mercado para tomar decisões de produção, normalmente são mais eficientes que seus concorrentes.

### 3.6.4 INTEGRAÇÃO DA PRODUÇÃO COM O FORNECEDOR

Toda vez que o fornecedor é parte "da família JIT", fica fácil implementar um sistema mutuamente benéfico, para que fornecedor e cliente trabalhem em cooperação e consigam um benefício maior do que o que poderiam conseguir individualmente. Esse processo forma uma sinergia entre as duas organizações, o que reforça ainda mais as relações. São alguns sistemas tais como o envolvimento antecipado do fornecedor, transporte dos itens e o sistema de entregas e finanças.

**Envolvimento antecipado do fornecedor.** Quando se proporciona ao fornecedor um papel ativo na etapa de projeto do produto, freqüentemente são feitas sugestões que irão melhorar o projeto e reduzir o custo unitário do produto. Assim as estreitas relações de trabalho promovidas durante a etapa de projeto melhoram a padronização de projeto e a engenharia de valor.

**Sistema de transportes.** O fretamento coletivo não fazia sentido quando havia várias ofertas anuais e mudanças constantes no ambiente do fornecedor. Com uma estabilidade de fornecedores, o fretamento coletivo deverá ser normalizado. O ritmo de implementação é lento, mas ele não parará. É uma nova concepção de fretes industriais no mundo.

**Sistemas de entregas e finanças.** Quando o sistema JIT está em operação, em vez de entregas de uma ou duas vezes por mês, os fornecedores estarão fazendo entregas diárias ou semanais. O número de pedidos irá aumentar segundo R. Lubben [1989] entre 400 e 2000 por cento. A solução JIT para esse problema é simplificar e tornar mais rápido o processo de pedidos e contas a pagar. Assim os departamentos financeiros devem desenvolver sistemas que possam suportar entregas freqüentes. Por exemplo, o sistema eletrônico de pedidos EDI (Electronic Data Interchang) irá funcionar se os fornecedores tiverem equipamentos compatíveis que possam transmitir diretamente para o sistema do cliente. É necessário um sistema de verificação para provar que as peças foram recebidas. Outra solução é pagar os fornecedores baseados nos registros de compras e/ou unidades que completarem o processo de montagem. Uma terceira possibilidade é montar lotes de pedidos e submetê-los a um esquema de planejamento bimensal ou semanal. Uma possibilidade adicional é fazer os pedidos das entradas mensais em um único pedido. Essa possibilidade aumenta o número de pedidos e verificações a serem processados.

### 3.6.5 CONTRATOS GARANTINDO PARCERIAS

As empresas JIT contornam muitos problemas com o desenvolvimento de relações fornecedor-cliente, assegurando contratos justos e equitativos. Estabilizar a estrutura de fornecimento requer o desenvolvimento de comprometimentos de longo prazo e todos os atributos que compõem isso: confiança, compromissos, comunicações, redução de ciclos de produção e a otimização do preço unitário. Adicionalmente, o fornecedor tem dois elementos comerciais necessários: segurança e se o trabalho for pago além do custo, um lucro justo, enquanto o fornecedor permanecer competitivo. A Tabela 3.5 mostra uma lista de checagem dos elementos para contratos e comprometimentos de longo prazo recomendado por R. Lubben [1989].

**Tabela 3.5**

**Lista de checagem de elementos para contratos e comprometimentos de longo prazo**

1. Relações de longo prazo.
    - a). Cliente e fornecedor concordam em apoiarem-se mutuamente em relações de longo prazo.
    - b). Cliente e fornecedor estendem comprometimentos similares a suas contrapartes.
  2. Segurança.
    - a) O cliente identifica as empresas que podem fornecer produtos confiáveis a preços razoáveis por um período fixo de tempo.
    - b) Os fornecedores têm segurança de saber de onde está vindo uma percentagem significativa do negócio.
- Nota: Da mesma forma que em qualquer outra matéria financeira, seguranças maiores significam lucros menores. Um fornecedor que pretenda fornecer para um fabricante JIT irá receber uma margem de lucro menor em negócios seguros de longo prazo, em oposição a receber ganhos maiores em negócios especulativos, de alto risco e curto prazo.
3. Comprometimento em relação aos materiais.
    - a) O cliente quer estar seguro de que todos os materiais comprometidos serão consumidos.
    - b) O fornecedor quer ter a certeza de que todos os materiais contratados serão comprados.
  4. Cotação de preços.
    - a). O cliente solicita uma cotação de preço unitário (1) de fornecedor e (2) de um engenheiro de manufatura qualificado.
    - b). As cotações são devolvidas para compra e revisão pelo comprador e pelo engenheiro industrial para determinar os custos de produção e margens de lucro do fornecedor. Se os custos e as margens de lucro forem aceitáveis, o fornecedor é premiado com um contrato de longo prazo (1 a 2 anos).
    - c). Se o preço for muito alto ou a empresa não puder se comprometer em contratos de longo prazo para esse produto, o comprador tem duas opções:
      - \*). Chama o fornecedor e entra em detalhes para determinar por que ele excede as estimativas internas.
      - \*\*). Onde não se espera que uma peça em particular precisa de um contrato de longo prazo, oferece ao fornecedor um contrato que contenha um pacote de requisições menores.

## IV LEVANTAMENTO DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO NA ADOÇÃO DA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO JIT EM EMPRESAS CATARINENSES

### 4.1. INTRODUÇÃO

Ao fim da década dos 70 e começo dos anos 80 devido ao êxito da indústria japonesa, difundiram-se pelo mundo estudos levantando aquela realidade industrial; foram autores tais como Y. Monde, R. Schonberger, R. Hall e outros que enfatizaram a produtividade, K. Ishikawa, G. Taguchi e outros que enfatizaram a qualidade, bem como W. Ouchi abordando uma visão comportamental e participativa do ser humano dentro da empresa. Todos eles demonstraram que as características produtivas da indústria japonesa podem ser adotadas em outras realidades.

Até meados da década dos anos 80 muitas empresas adotaram algumas ferramentas da filosofia JIT mais como um modismo do que uma necessidade, pelo que surgiram notícias de muitos fracassos. No entanto, empresas de grande porte como a IBM, GM, Ford, HP e outras, utilizando com bom senso os conceitos da filosofia estão tendo resultados gratificantes. Uma pesquisa aleatória feita nos E.U.A., publicada no International Journal Production Research em 1990 indica que mais do que 35% dos pesquisados estão utilizando técnicas de Just-In-Time.

Assim também, na indústria catarinense tem-se empresas tais como a Hering S/A, Consul S/A, Akros e outras que estão utilizando criteriosamente os conceitos JIT com bons resultados, mas também existem empresas que não estão logrando avançar em sua implementação e outras que estão retrocedendo, tentando adaptar as técnicas JIT à filosofia tradicional JIC (Just-In-Case, classificação dos sistemas de produção que atuam "a maneira de previsão" - Ver Anexo O1).

Neste contexto é importante identificar os objetivos da filosofia JIT assim como os caminhos ou estratégias que se devem utilizar para alcançar estes objetivos. No entanto, um objetivo por si só torna-se muito subjetivo ou difuso caso não se tenha um parâmetro que possa medir o grau de obtenção dos objetivos.

São as medidas de desempenho que em forma quantitativa e qualitativa medem o avanço da implementação JIT e além disso permitem identificar metas de curto e longo prazo. As medidas de desempenho podem ser expressas numa razão, tal como a medida da produtividade ou simplesmente quantificadas e medidas.

## 4.2. A PRODUTIVIDADE E AS MEDIDAS DE DESEMPENHO

### 4.2.1. A PRODUTIVIDADE

A palavra produtividade foi utilizada pela primeira vez em 1766 por Quesnay, em 1883 a Larousse Etymological Dictionary (Littre), a definiu como a “faculdade de produzir”. Porém só recentemente no princípio deste século o termo adquiriu um significado mais preciso como uma relação entre os resultados obtidos e os recursos aplicados para obter tais resultados [Tubino, 1980].

Em 1950 a Organização para a Cooperação Econômica Européia (OCEE) ofereceu uma definição formal do termo:

“Produtividade é o quociente entre a produção e um dos fatores de produção. Desta forma é possível falar da produtividade do capital, do investimento ou da matéria prima, segundo o que se produz e se toma em relação ao capital, ao investimento ou à quantidade de matéria prima, etc.”

Segundo David J. Sumanth [1990], o termo produtividade foi estudado e foram obtidas uma série de definições das quais umas quantas deixaram marcas como se detalha na tabela 4.1.

Tabela 4.1. Cronologia de Definições Importantes de Produtividade

Século XVIII	Quesnay	1766	A palavra “produtividade aparece pela primeira vez.
Século XIX	Littre	1883	“Faculdade de produzir”.
Século XX	Early	Década de 1900	“Relação entre produção e os meios empregados para a lograr.
	CEE	1950	“Razão que se obtém ao dividir a produção por um dos fatores de produção”
	Davis	1955	“Troca no produto obtido pelos recursos gastados.”
	Fabricant	1962	“Sempre uma razão entre a produção e os recursos”
	Kendrick e Creamer	1965	Definições funcionais para a produtividade parcial e total.
	Siegel	1976	“Uma família de razões entre a produção e os recursos.”
	Sumanth	1979	“Produtividade total: Razão de produção tangível entre recursos tangíveis”

#### 4.2.2. OS BENEFÍCIOS DA PRODUTIVIDADE

As melhoras de produtividade de trabalho, materiais, capital, energia e outras, são as que permitem à empresa obter benefícios.

Assim quando se intenta reduzir o número de trabalhadores (com a esperança de melhorar a produtividade), uma empresa pode automatizar a planta com custos de capital excessivos, causando na realidade um aumento no custo unitário de fabricação do produto ou serviço, dado que:

$$\text{Preço/unidade} = \text{Custo/unidade} + \text{Margem de lucro/unidade}$$

Assim, se o custo/unidade aumenta, a administração ver-se-á obrigada a reduzir a margem de lucro por unidade para compensar (se a concorrência não permite aumento de preço), ou se enfrentar a uma diminuição percentual do mercado conservando a mesma margem de lucro.

Então, o melhoramento da produtividade total de um produto ou serviço dá por resultado a diminuição do custo total por unidade, permitindo determinar as duas seguintes estratégias:

- Reduzir o preço de venda do produto ou serviço sem sacrificar a margem de lucro atual.
- Aumentar a margem de lucro sem reduzir o preço de venda.

Assim, se adotando-se a primeira estratégia ter-se-á como resultado:

- Os consumidores beneficiar-se-á com a poupança ao comprar o produto ou serviço a menor preço, com a mesma qualidade ou melhor em quase todos os casos.
- O mais provável, é que a empresa beneficiar-se-á ganhando uma percentagem maior do mercado, gerando por sua vez oportunidades para maior ingresso.

Se a segunda estratégia fosse aplicada, os acionistas ou donos beneficiar-se-iam através de maiores dividendos sob suas ações. Também a empresa teria melhor oportunidade de reinvestir os lucros em novos produtos, serviços, processos e negócios.

Em qualquer das duas estratégias os empregados poderiam beneficiar-se com incrementos de salários reais se a organização fizer uma divisão honesta da parte das vantagens obtidas entre seus empregados.

#### 4.2.3. AS MEDIDAS DE DESEMPENHO

De forma geral entende-se como medida de desempenho a um padrão, razão ou número. Seu objetivo principal é quantificar e comparar a fim de possibilitar a avaliação das

metas que possibilitam alcançar objetivos identificados. Deve-se entender que alcançar os objetivos significa melhorar a produtividade empresarial e quando se está medindo passo a passo como é que se vai alcançando a meta, se está medindo indiretamente as produtividades parciais.

Internamente, pode-se desmembrar as medidas segundo duas características: uma de qualidade e outra de escala de valores.

A qualidade nos diz o que é esta medida, definindo-a e a diferenciando em relação as demais, permitindo que a mesma seja mensurável de forma inequívoca.

A escala de valores nos fornece os diferentes graus de atendimento do que se propõe medir. A escala pode ser nominal, do tipo "pertence ou não pertence", ordinal, estabelecendo níveis de prioridade, ou cardinal, com valores contínuos.

A respeito, Hradesky [1989] nos diz que se deve estabelecer um sistema para medir, registrar e informar o desempenho em relação ao objetivo de maneira como ele é visto pelo cliente. Isto torna imprescindível identificar as medidas de desempenho e identificar quais são as prioridades do cliente. Justamente este último ponto nos levou a realizar a pesquisa de campo, visto serem as empresas que conhecem melhor quais são as medidas mais representativas.

#### 4.2.4. CLASSIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO

Do relacionamento das ferramentas e objetivos JIT é possível determinar as medidas de desempenho específicas para a produção just-in-time.

Assim, baseados em Hradesky [1989] classificamo-las em medidas administrativas, medidas produtivas, medidas de qualidade e medidas de custos, tal como é detalhado a seguir:

##### A). ADMINISTRATIVAS

Na Tabela 4.2 mostra-se as medidas administrativas que têm como função avaliar a evolução do desempenho administrativo quando se está implantando a filosofia JIT:

Tabela 4.2. Medidas administrativas

Razão de demissões por ano.	Mede a poupança da mão de obra
Razão de faltas por mês por ano.	Mede a diminuição de faltas ao trabalho.
Razão de documentos emitidos por pessoa por dia.	Mede a poupança na documentação.
Número de níveis hierárquicos.	Mede a redução de níveis hierárquicos.
Razão de sugestões por pessoa por ano.	Mede o aporte de soluções por trabalhador.
Razão de decisões coletivas por ano.	Mede o nível de decisões coletivas.
Razão Média de cargos exercidos por pessoa.	Mede o nível de funções por diretor.

Número de pessoas na função.	Mede a quantidade de pessoas numa função.
Tempo médio de traslado da informação.	Mede a rapidez de traslado da informação.

## B). PRODUTIVAS

Na Tabela 4.3 mostra-se as medidas, que têm como fim avaliar a evolução do desempenho produtivo no momento de por em prática as ferramentas JIT.

**Tabela 4.3. Medidas Produtivas**

Razão de programas de treinamento por pessoa por ano	Mede o número de programas de treino recebido por trabalhador.
Razão de tempo de montagem das ferramentas	Mede o nível de set-up atingido na linha de produção.
Razão de número de atrasos por fornecedor	Mede o nível de atrasos dos fornecedores
Razão do tempo médio de paralisações por máquina	Mede o nível de paralisações no linha.
Razão de tipo de produtos produzidos por dia por linha	Mede o número de produtos por linha.
Tamanho dos lotes de produção	Mede o nível do lote de produção.
Nível de estoque médio por item	Mede o nível de estoque de cada item.
Rotação de inventários	Mede o nível de rotação de inventários.
Tempo de ciclo de produção por produto	Mede o ciclo de produção de cada produto.
Razão de produtividade por produto por linha por dia	Mede a produtividade total.
Número de peças e processos por produto	Mede o nível produção.

## C.) DA QUALIDADE

Na Tabela 4.4. mostra-se as medidas de qualidade, que têm como fim avaliar o nível dos resultados de qualidade quando se estão adotando a filosofia JIT.

**Tabela 4.4. Medidas de Qualidade**

Razão de defeitos em p.p.m.(partes por milhão)	Mede o número de produtos defeituosos.
Razão de devoluções e reclamações por produto	Mede o número de devoluções.
Diminuição da variabilidade das especificações	Mede a redução da variabilidade.
Razão de retrabalhos	Mede o número de retrabalhos.
Razão de prejuízo por produto defeituoso	Mede o custo adicional por defeitos na produção.

## D. DE CUSTOS

Na Tabela 4.5. mostra-se as medidas de custos, que quantificam os resultados quando se estão adotando a filosofia JIT

Tabela 4.5. Medidas de Custos

Economia obtida pela implementação	Mede o nível de ingressos obtidos pela implementação.
Nível de capital de giro	Mede a quantidade de capital de giro empregado.
Economia pela distância percorrida por item	Mede a poupança no espaço percorrido.
Economia pelo uso de ferramentas por célula	Mede o nível de ferramental usado nas células.
Economia nos tempos de paralisação	Mede a poupança nos tempos de paralisação.
Economia pela redução de espaço ocupado	Mede a poupança de espaço.

### 4.3. PESQUISA DE CAMPO

#### 4.3.1. GENERALIDADES

O objetivo da pesquisa foi identificar quais são as medidas de desempenho que melhor refletem a implementação da filosofia JIT através do uso de suas ferramentas em empresas catarinenses, paralelamente se aproveitou para medir o estado da arte.

Para isto, visitou-se oito empresas; Indústrias de Fundação Tupy Ltda., Consul S/A, Embraco S/A, Akros Indústria de Plásticos Ltda., Hering Têxtil Ltda., Metalúrgica João Wiest S/A, Kohlbach S/A, e Frahm Eletrônica S/A.

As referidas empresas contam com uma força laboral que varia de 345 a 12000 trabalhadores com uma média de 4178 trabalhadores, seus campos de atividade são diversos e estão incluídas nas categorias da indústria eletrônica, elétrica, de plásticos, têxtil, metalúrgica, e metal mecânica. As empresas foram selecionadas por indícios e informação secundária de que estão utilizando ferramentas da filosofia JIT.

#### 4.3.2. CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

A pesquisa teve como fundamento central o preenchimento de um formulário por parte das pessoas que estão vinculadas diretamente com a implementação da filosofia JIT ou ocupam cargos diretivos. O referido formulário consta de quatro partes: A primeira tem como fim identificar a empresa e o entrevistado; a segunda indagar sobre a situação da implementação JIT, a terceira indagar sobre o estado de arte pessoal do entrevistado com respeito à filosofia

JIT, e a quarta parte considera a qualificação das medidas de desempenho por parte do entrevistado (Ver Anexo 2).

Paralelamente ao preenchimento, percorreu-se as instalações da fábrica verificando "em situ" o estado atual da implementação da filosofia JIT. Isto possibilitou a classificação das empresas segundo o grau de implementação JIT em: empresas sem nenhuma implementação JIT, empresas com alguma implementação JIT, empresas com mediana implementação JIT, e empresas com alta implementação JIT.

Empresas sem nenhuma implementação JIT: São aquelas empresas que utilizam técnicas ou métodos tradicionais na totalidade de suas atividades produtivas (uma empresa).

Empresas com alguma implementação JIT: São aquelas empresas que estão no início da implementação JIT ou que sua implementação foi detida e na qual permanecem por vários anos, assim utilizam algumas ferramentas JIT em algumas de suas atividades produtivas (duas empresas).

Empresas com mediana implementação JIT: São aquelas empresas que estão num estado médio de implementação JIT, têm vários programas avançados, alguns em implementação, mas ainda utilizam técnicas ou métodos tradicionais (duas empresas).

Empresas com alto grau de implementação JIT: São aquelas empresas que estão num estado avançado na implementação JIT em relação às outras empresas visitadas e usam regularmente muitas ferramentas JIT. No entanto não é possível afirmar que é um meio JIT ideal ou ótimo, mas no contexto geral têm progredido muito mais que as outras empresas no que se refere à implementação JIT (três empresas).

#### 4.4. TABULAÇÃO DE DADOS

Das 50 pesquisas feitas, 78% foram devidamente preenchidas e devolvidas, das quais se obteve as Tabelas 4.6, 4.7, e 4.8. Em cada uma, as quatro primeiras colunas correspondem ao grau de implementação JIT, a coluna Total-1 detalha a média dos quatro tipos de empresas e a coluna Total-2 detalha a média sem considerar os 12% dos dados correspondentes à classe nenhuma. Também as tabelas foram ordenadas de maior a menor segundo a coluna Total-2.

TABELA 4.6						
ESTADO DE ARTE PESSOAL						
ESTADO DE ARTE DA PESSOA EM RELAÇÃO A:	NENHUM A	ALGUMA	MEDIANA	ALTA	TOTAL-1	TOTAL-2
1. CCQ	80,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,44%	100,00%
2. Kanban	100,00%	100,00%	100,00%	91,67%	97,44%	97,06%
3. Controle Estatístico do Processo (CEP)	100,00%	90,00%	100,00%	91,67%	94,87%	94,12%
4. Análise de Valor / Engenharia de Valor	100,00%	100,00%	83,33%	91,67%	92,31%	91,18%
5. Troca Rápida de Ferramentas	80,00%	70,00%	91,67%	100,00%	87,18%	88,24%
6. Células de Fabricação	100,00%	60,00%	100,00%	100,00%	89,74%	88,24%
7. Perda Zero / Zero Defeitos	60,00%	50,00%	91,67%	83,33%	74,36%	76,47%
8. CAD / CAM	60,00%	70,00%	66,67%	91,67%	74,36%	76,47%
9. Layout em Forma de "U"	100,00%	50,00%	83,33%	83,33%	76,92%	73,53%
10. Tecnologia de Grupo	80,00%	60,00%	66,67%	83,33%	71,79%	70,59%
11. Padronização de Operações	100,00%	30,00%	91,67%	83,33%	74,36%	70,59%
12. Manutenção Preventiva Total	60,00%	30,00%	83,33%	91,67%	69,23%	70,59%
13. Produção em Pequenos Lotes	80,00%	40,00%	91,67%	66,67%	69,23%	67,65%
14. MRP/MRP II	100,00%	40,00%	58,33%	66,67%	61,54%	55,88%
15. Melhoramento Contínuo	40,00%	10,00%	91,67%	58,33%	53,85%	55,88%
16. Organização da área de Trabalho	40,00%	10,00%	100,00%	41,67%	51,28%	52,94%
17. Gerência Participativa	60,00%	40,00%	50,00%	58,33%	51,28%	50,00%
18. Esforço na Solução de Problemas	60,00%	30,00%	50,00%	58,33%	48,72%	47,06%
19. Controle Autônomo de Defeitos	60,00%	20,00%	58,33%	58,33%	48,72%	47,06%
20. Sistemas de Controle por Sinalização	80,00%	30,00%	33,33%	66,67%	48,72%	44,12%
21. Sequenciamento da Produção	100,00%	10,00%	66,67%	41,67%	48,72%	41,18%
22. Controle de Qualidade Através da E. (CWQC)	80,00%	10,00%	50,00%	33,33%	38,46%	32,35%
23. Programação abaixo da capacidade	80,00%	10,00%	33,33%	33,33%	33,33%	26,47%
24. Pensamento Criativo	20,00%	10,00%	25,00%	41,67%	25,64%	26,47%
25. FMS (Sistema de Manufatura Flexível)	40,00%	00,00%	33,33%	41,67%	28,21%	26,47%
26. CIM (Manufatura Integrada por Computador)	40,00%	20,00%	25,00%	33,33%	28,21%	26,47%
27. Programação da Produção Inter-companhias	60,00%	10,00%	33,33%	25,00%	28,20%	23,53%
28. Expedição no Ponto de Uso	20,00%	00,00%	33,33%	33,33%	23,08%	23,53%
29. Robôs	40,00%	00,00%	25,00%	25,00%	20,51%	17,65%
30. Produção Nivelada	20,00%	00,00%	33,33%	16,67%	17,95%	17,65%
31. OPT (Tecnologia da Produção Otimizada)	80,00%	00,00%	33,33%	16,67%	25,64%	17,65%
32. EDI (Intercâmbio Eletrônico de Dados)	40,00%	00,00%	16,67%	25,00%	17,95%	14,71%
33. Fontes Simples	20,00%	00,00%	16,67%	8,33%	10,26%	8,82%
TOTAL:	66,06%	33,33%	61,11%	58,84%	53,95%	52,14%

TABELA 4.7

SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA EM RELAÇÃO A:		SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA						TOTAL-1	TOTAL-2
		NENHUM A	ALGUMA	MEDIANA	ALTA	TOTAL-1	TOTAL-2		
1.	Cartões Kanban	00,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	87,18%	100,00%	
2.	Grupos de Solução de Problemas	40,00%	70,00%	100,00%	91,67%	91,67%	82,05%	88,24%	
3.	Quadros Sinalizadores	60,00%	70,00%	91,67%	91,67%	91,67%	82,05%	85,29%	
4.	Qualidade Responsabilidade de Quem Faz	40,00%	70,00%	100,00%	83,33%	83,33%	79,49%	85,29%	
5.	Programas de CCQ	00,00%	40,00%	100,00%	100,00%	100,00%	71,79%	82,35%	
6.	Grupos de Melhora do Produto	60,00%	40,00%	83,33%	91,67%	91,67%	71,79%	73,53%	
7.	Sistema CAD/CAM	00,00%	80,00%	66,67%	75,00%	75,00%	64,10%	73,53%	
8.	Decisões Consensuais	100,00%	40,00%	75,00%	83,33%	83,33%	71,79%	67,65%	
9.	Programas de Padronização de Troca Rápida	40,00%	50,00%	50,00%	91,67%	91,67%	61,54%	64,71%	
10.	Manutenção Preventiva	80,00%	40,00%	58,33%	91,67%	91,67%	66,67%	64,71%	
11.	Células de Fabricação	80,00%	20,00%	91,67%	58,33%	58,33%	61,54%	58,82%	
12.	Controle Estatístico pelo Trabalhador	40,00%	100,00%	33,33%	41,67%	41,67%	53,85%	55,88%	
13.	Materiais Fornecidos Diretamente a Produção	60,00%	70,00%	66,67%	25,00%	25,00%	53,85%	52,94%	
14.	Sistemas MRPII	80,00%	70,00%	50,00%	33,33%	33,33%	53,85%	50,00%	
15.	Robôs	00,00%	30,00%	25,00%	8,33%	8,33%	17,95%	20,59%	
TOTAL:		45,33%	59,33%	72,78%	71,11%	71,11%	65,30%	68,24%	

TABELA 4.8 PONDERAÇÃO DAS MEDIDAS

PONDERAÇÃO DAS MEDIDAS EM RELAÇÃO A:		MEDIDAS ADMINISTRATIVAS					MEDIDAS DA QUALIDADE					MEDIDAS DE CUSTOS				
		NENHUMA	ALGUMA	MEDIANA	ALTA	TOTAL 1										
MEDIDAS ADMINISTRATIVAS		9,00	7,44	8,58	8,67	8,37										
Razão de Sugestões por Pessoa por Ano		8,00	8,14	8,30	8,09	8,16										
Tempo médio de traslado da Informação		8,40	7,44	8,27	8,08	8,02										
Razão de Decisões Coletivas por Ano		7,20	6,38	7,17	8,08	7,25										
Número de Níveis Hierárquicos		7,00	5,56	7,58	6,83	6,76										
Razão de Documentos Emitidos por Pessoa por Dia		5,60	5,78	5,55	5,58	5,62										
Número de Pessoas na Função		6,20	4,33	5,82	5,83	5,49										
Razão Média de Cargos Exercidos por Pessoa		7,20	4,11	6,00	5,00	5,36										
Razão de Demissões por Ano		8,00	4,78	5,83	4,58	5,46										
Razão de Faltas por mês, por ano		7,40	6,00	7,01	6,75	6,72										
TOTAL:																
MEDIDAS PRODUTIVAS		9,40	8,56	9,17	9,08	9,01										
Razão de Tempo de Montagem das Ferramentas		9,00	8,40	9,33	8,75	8,87										
Tamanho dos Lotes de Produção		9,40	7,90	9,08	8,83	8,74										
Tempo de Ciclo de Produção por Produto		9,00	8,11	8,75	8,92	8,67										
Razão de Programas de Treinamento por Pessoa / Ano		7,60	7,50	9,18	9,00	8,49										
Rotação de Inventários		8,60	8,20	9,25	8,25	8,59										
Nível de Estoque Médio por Item		8,20	8,40	8,75	8,33	8,46										
Razão de Tipo de Produtos Produzidos por Dia / Linha		8,20	7,30	8,50	8,92	8,28										
Razão de Produtividade por Produto por Linha por Dia		9,00	7,78	8,67	8,25	8,35										
Razão do Tempo Médio de Paralisações por Máquina		10,00	7,67	8,83	7,58	8,30										
Razão de Número de Atrasos por Fornecedor		7,40	6,67	8,42	8,17	7,76										
Número de Peças e Processos por Produto		8,71	7,86	8,90	8,55	8,50										
TOTAL																
MEDIDAS DA QUALIDADE		8,60	8,89	9,08	9,08	8,97										
Razão de Defeitos em ppm (partes por milhão)		8,80	8,00	8,67	9,00	8,62										
Diminuição da Variabilidade das Especificações		10,00	8,11	8,42	8,67	8,62										
Razão de Devoluções e Reclamações por produto		8,80	7,33	8,75	8,75	8,39										
Razão de Retrabalhos		9,20	7,67	8,33	8,58	8,35										
Razão de Prejuízo por Produto Defeituoso		9,08	8,00	8,65	8,82	8,59										
TOTAL																
MEDIDAS DE CUSTOS		8,80	9,25	8,00	9,17	8,78										
Economia Obtida pela Implementação		8,40	7,88	8,92	9,17	8,66										
Economia pela Distância Percorrida por Item		8,40	8,50	8,42	9,00	8,62										
Economia pela Redução de Espaço Ocupado		9,20	8,13	8,50	8,67	8,54										
Nível de Capital de Giro		8,00	7,88	8,33	8,67	8,28										
Economia pelo uso de Ferramentas por Célula		8,20	7,25	8,67	8,50	8,19										
Economia nos Tempos de Paralisação		8,50	8,15	8,47	8,86	8,51										
TOTAL																

#### 4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Da Tabela 4.6, pode-se deduzir que o estado da arte pessoal dos entrevistados é uniforme, estando ao redor de 52,14% com respeito aos 33 itens pesquisados, sendo os programas de CCQ, Kanban, Controle Estatístico do Processo, Análise de Valor, Células de Fabricação e Troca Rápida de Ferramentas como as ferramentas mais conhecidas. É possível que exista um margem de erro nas respostas da categoria sem nenhuma implementação, devido à tendência do entrevistado de sentir-se informado, isto também pode haver acontecido nas outras categorias, mas em menor grau. 52,14%, significa também que 17 itens são pouco conhecidos, entre os que se encontra elementos muito importantes para o JIT, tais como; gerência participativa, controle de qualidade amplo empresarial, balanço da programação e programação inter-companhias JIT, o que limita uma boa implementação JIT.

Os quinze itens da Tabela 4.7, indicam elementos, programas ou ações num meio JIT, assim segundo seu uso, pode-se corroborar o nível de implementação da filosofia JIT. a respeito o 59,33% dos itens são utilizados pelas empresas que têm algum grau de implementação, e em média 71,94% são utilizados pelas empresas de média e alta implementação e fazem em conjunto uma média de 68,24%, o que dá significação aos resultados. Isto é, as empresas que estão implementando o JIT, estão fazendo uso das ferramentas adequadas.

O item de Cartões Kanban tem uma média de uso de 100% entre as empresas JIT; isto faz perceber que as empresas têm começado a implementação JIT com a produção "puxada". A seguir estão os itens de "Grupos de Solução de Problemas", "Quadros Sinalizadores", "Qualidade Responsabilidade de Quem Faz", "Programas de CCQ", e "Grupos de Melhoras". Isto faz perceber que as empresas estão aprofundando mais no comprometimento e comportamento do trabalhador, quiçá sem o devido suporte, já que só 50% dos entrevistados dizem conhecer o Gerenciamento Participativo - Teoria "Z" (Tabela 4.6, item 17) -, além disso, as técnicas de "Células de Fabricação" e "Troca Rápida de Ferramentas", em especial este último item, que é recomendado por vários autores como um passo inicial para a implementação JIT, não estão sendo plenamente utilizados.

Na Tabela 4.8, temos o resumo da valoração das medidas de desempenho sugeridas aos entrevistados; a valoração de cada item foi entre 0 e 10, considerando uma valoração de 0 para uma medida nada significativa e, de 10, para uma altamente significativa, ficando no intervalo valores maiores a 0 e menores a 10. Na coluna Total-2, podemos ver que a ordem de valoração das medidas baseados na média geral por cada tipo de medida, encontra-se primeiro as Medidas de Qualidade (8,52), segundo, as Medidas de Custos (8,51), terceiro, as Medidas de Produtividade (8,47) e, finalmente, as Medidas Administrativas (6,62); isto faz supor que as Medidas Administrativas são menos representativas.

Ressaltando a finalidade da presente pesquisa, que é a de identificar as medidas de desempenho que melhor refletem a implementação da filosofia JIT, escolhemos as cinco primeiras medidas de cada área e teremos uma nova ordem da seguinte forma; primeiro, Medidas Produtivas (8,73), segundo, Medidas de Custos (8,52), terceiro, Medidas de Qualidade (8,52) e, finalmente, Medidas Administrativas (7,68). Então, agora é possível enxergar um reflexo real, isto é, as empresas têm como principais medidas de desempenho as produtivas, seguidas pelas de custos. No entanto, considerando individualmente cada medida de desempenho, encontramos na Tabela 4.9 as 10 primeiras em ordem de ponderação.

**Tabela 4.9. As Dez Medidas de Desempenho Mais Usadas**

Razão de Defeitos em ppm	9,03 (MQ)
Razão de Tempo de Montagem das Ferramentas	8,96 (MP)
Tamanho dos Lotes de Produção	8,85 (MP)
Economia Obtida pela Implementação	8,78 (MC)
Economia pela Distância Percorrida por Item	8,70 (MC)
Economia pela Redução de Espaço Ocupado	8,65 (MC)
Tempo de Ciclo de Produção por Produto	8,65 (MP)
Razão de Programas de Treinamento /Pessoa/Ano	8,62 (MP)
Rotação de Inventários	8,62 (MP)
Diminuição da Variabilidade das Especificações	8,59 (MQ)

Onde se tem duas medidas de qualidade, cinco medidas produtivas e três medidas de custos, isto também é um reflexo de que se está avaliando as empresas JIT através de resultados mais mensuráveis. É bom ressaltar que a medida de qualidade, Razão de defeitos em ppm, está sendo uma medida comum nas empresas JIT. Outro aspecto importante é a alta ponderação obtida pela medida Razão de Tempo de Montagem das Ferramentas, coincidindo com a recomendação de diversos autores, no entanto as empresas não estão implementando Programas de Troca Rápida de Ferramentas.

Também se deve ressaltar que se tem recebido sugestões de medidas de desempenho por parte dos entrevistados, tais como:

- Tempo de Atendimento dos Clientes
- Demonstração de Resultados
- Retorno de Resultados
- Benefícios Oferecidos aos Empresários
- Ambiente Físico do Local de Trabalho (Limpeza)
- Razão de Padronização de Itens
- Sistemas de Garantia de Qualidade do Fornecedor
- Refugos Definitivos
- Razão dos Custos de Produção vs Concorrência

## V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1. CONCLUSÕES

Foi e será preocupação permanente das empresas atingir altos níveis de competitividade. Para isso se encontram no mundo empresarial uma série de conceitos que procuram aprimorar a produção a fim de alcançar elevados níveis de qualidade e baixos custos com produção oportuna. São conceitos como: MRP, MRPII, OPT, GDR, FMS, JIT, CIM, QUALIDADE TOTAL e REENGENHARIA. Na verdade todos procuram a competitividade empresarial, cada um tendo suas características e se moldando, em maior ou menor grau, a determinado tipo de empresa, umas usam tecnologia de ponta outras a "técnica de uso", nas primeiras tem-se altos investimentos e nas outras tem-se a criatividade e motivação como fundamento.

Entre estes conceitos, sobressai a filosofia de produção JIT, que a partir de seus princípios anteriormente citados, busca a efetiva eliminação dos desperdícios e o atendimento das necessidades dos clientes.

As empresas que estão aplicando com eficiência os conceitos da filosofia JIT estão tendo resultados satisfatórios, reduzindo seus níveis de produtos defeituosos, diminuindo seus níveis de inventários, aumentando a produtividade dos funcionários e melhorando as condições de trabalho. Nela todos ganham, os empresários com maiores lucros e os trabalhadores com melhores salários e condições de trabalho.

Através do presente trabalho percebeu-se que as empresas de prestígio e com bons resultados no passado estão procurando melhorar mais ainda sua produtividade, levando-as a mudar seu sistema de produção baseado na filosofia tradicional para a filosofia just-in-time, com resultados satisfatórios. Também se viu que algumas empresas estão tendo problemas em implementar a filosofia JIT, devido ao seu enfoque ser ainda do ponto de vista tradicional. Um reflexo disto é a baixa ponderação às medidas administrativas, pois as empresas estão relegando a um segundo plano a participação do trabalhador como elemento dinamizador da produção. Isto também se refletiu quanto ao conhecimento do pessoal entrevistado, pois 50% desconhece o Gerenciamento Participativo.

### 5.2. RECOMENDAÇÕES

Ao concluir este trabalho pode-se recomendar um estudo mais avançado que procure complementar a visão aqui apresentada da filosofia JIT.

Entre elas pode-se citar:

- Analisar os princípios, objetivos, ferramentas e medidas de desempenho mais significativas para cada rama industrial (têxtil, metal-mecânica, electro-electrónico, etc).
- Estudar uma situação bem sucedida de implantação da filosofia JIT na prática empresarial, de forma a permitir identificar quais dos conceitos discutidos aqui foram realmente aplicados.
- Estudar que formas alternativas de aplicação da filosofia JIT se adequa melhor a determinado estágio atual de desenvolvimento organizacional das empresas. Se uma mudança brusca (reengenharia) ou uma mudança gradual.
- Recomenda-se, por fim, que as universidades e/ou centros de estudos criem laboratórios onde se possam analisar, simular e implementar sistemas JIT, de forma a obter maior eficiência e eficácia na aplicação prática dos mesmos.

## VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, L. Quality and Competition. Columbia University Press. New York, 1955.
- ADAIR-Heeley, Charlene B.. Teams for Success with Just-In-Time. P&IM Review APICS news, june 1989.
- ADAIR-Heeley, Charlene B. The Development of Effective Facilitator is Key to JIT Success. P&M Review with APICS news, august 1989a, p.28.
- ANTUNES Jr, José A., Kliemann Neto, Francisco J., e Fensterseifer, Jaime Evaldo. Considerações Críticas sobre a Evolução das Filosofias de Administração de Produção: do "Just-In-Case" ao "Just-In-Time". Revista de Administração de Empresas, São Paulo, Jul/Set 1989, p.49
- ANTUNES Jr, José A., e Kliemann Neto, Francisco J., "Considerações Críticas sobre a Evolução das Filosofias de Administração da Produção: do 'Just-in-case' ao 'Just-in-time'", (Apostila, 1989a).
- ANTUNES Jr., José A.; Kliemann Neto, Francisco J., e Lima, Iré S., "Reorganização da Produção pela Utilização da Filosofia Justo-a-tempo : O caso do Setor Metal-mecânico do Estado do Rio Grande do Sul", IX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, 1989b, Anais, V.1, p.81-95.
- APTER, J., "Que Peut Apporter L'association de la Modulation du Temps de Péponse à la Métho de Japonaise du Juste à Temps", Travail Et Méthodos, Avril 1988 1ere partie p.43-54, mai 1988 2ène partie p. 35-49.
- ARAI, Seyu. ARABAN - O Princípio das Técnicas Japonesas de Produção - Qualidade - Custo - Prazo de entrega. IMAM, São Paulo, 1989, 143p.
- AUTOMAÇÃO & Indústria. Estratégia de Produção Japonesa, uma Nova Revolução Industrial. (Artigo publicado na revista Automação & Indústria, e compilado sem a data por Reinaldo A. Moura, no compêndio "A evolução do Just-in-Time no Brasil, IMAM, 1989, c-37.
- BEZERRA, Juarez Cavaganti. Células de Manufatura: Uma experiência Prática. (Artigo da publicação Mineração Metalúrgica 493 e compilado sem a data por Reinaldo A. Moura em "A evolução do Just-in-Time no Brasil, IMAM, 1989).
- BOCKERSTETTE, Joseph A., "Misconceptions About Concerning Just-in-time Operating Philosophy", Industrial Engineering, september 1988, p.54-57.
- BOSE, Gerald J. and Rao, Ashok, "Implementing JIT with MRPII greates hybrid manufacturing environment", Industrial Engineering, september 1988, p.49-53.
- BROH, R.A. Managing Quality for Higher Profits. McGraw-Hill, New York, 1974.

- BURGRIDGE, J.L., Production Flow Analysis. Production Engineering, 1963, p.742.
- CALEGARE, Álvaro José de Almeida. Técnicas de Garantia da Qualidade. Livros Técnicos Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1985.
- CARRIE, A.S. & Mannion, J. Layout Design and Simulation of Group Cells. M.T.D.R., 1974, p.145.
- CESE, João Fábio. O Aumento de Produtividade nas Indústrias Brasileiras. Mundo Mecânico, junho, 1987.
- CHAIM, Célia. A Vitoria Japonesa. Revista Administração e Serviços, abril de 1984, p.11.
- CLARK, Michael P., "The Evolution of JIT", P&IM Review, may 1989, p.9.
- CROSBY, P.B. Quality is Free. McGraw-Hill, New York, 1979.
- DEMYANYUK, F.S. Technological Principles of Flow and Automated Production. Pergamon Press, Oxford, 1963.
- DIRETORIO Industrial, Revista. "As Vezes é Preciso Mexer no Leiaute". Novembro de 1987, p.26.
- DIRETORIO Industrial, Revista. "Menor Espaço para as Máquinas". 2 de março de 1989. p.24.
- EL-ESSAWY, I.F.K. & Torrance, J. Component Flow Analysis: An Effective Approach to Production System Design. The Production Engineer, may 1972, p. 165.
- ENCICLOPÉDIA Universal Ilustrada Europeo-Americana, Espasa-Calpe S.A., Madrid, 1958.
- ENCICLOPÉDIA Grande Delta Larousse, Editora Delta S.A., Rio de Janeiro, 1973.
- ENCICLOPÉDIA Barsa, Enciclopédia Britannica do Brasil Publicações Ltda, Rios de Janeiro - São Paulo, 1989.
- EXAME, Artigo da revista. "Motivando para a Qualidade". 01/11/1986, p.62.
- EXAME, Artigo da revista. "Empresas Excelentes não Existem". 22 de agosto de 1990, p.78.
- EXAME, Artigo da revista. "Uma Receita para Todos os Gostos". 21 de março de 1990, p.92.
- EXAME, Artigo da revista. "Anatomia de uma Mesa que foi Virada". 17 de outubro de 1990, p. 94.
- FEIGENBAUN, A.V. Total Quality Control. McGraw-Hill, New York, 1961.

- FEIGENBAUN, A.V. Total Quality Control: Engineering and Management. New York, McGraw-Hill, 1983.
- FLANDERS, E.L. Design Manufacture and Production Control of Standard Machine. Transaction of ASME, N° 46, 1925, p.691.
- FOLHA de São Paulo. Volvo Adota Sistema de Montagem Artesanal. 29 de junho de 1989.
- GARVIN, David. What does "Product quality" Really Mean. Sloan Management Review, fall, 1984, p.25-43.
- GAZETA Mercantil. A Volvo Desafia Henry Ford. 20 de junho de 1989.
- GILBERT, James P. The State of JIT Implementation and Development in USA. International Journal Research, vol. 8, N 6, 1990, p.1099.
- GILMORE, H.L. Product Conformance Cost. Quality Progress, june, 1974, p.16-19.
- GONZALES, Julio. MRPIII, O Exemplo da Fugitsu. Anais X Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte, 1990, p.132-137.
- GREENE, Timothy J. e Cleary, Colleen M. Células de Manufatura Racionalizam a Movimentação de Materiais. Institute of Industrial Engineers. (Artigo publicado na revista M&A e compilado sem a data por Reinaldo A. Moura em "A evolução do Just-in-Time no Brasil", IMAM, 1989)
- GRESHNER, Oleg. Cultura da Qualidade e Controle de Qualidade Amplo-Empresarial. Revista Vida Industrial, janeiro de 1985, p.24.
- GROEFLIN, H.; Luss, H.; Rosenwein, M.B.; and Wahls E.T., "Final Assembly Sequencing for Just-in-time Manufacturing", International Journal Production Research, 1989, vol.27, nro 2, p.199-213.
- HALL, R.W. Driving the Productivity Machine: Production Planning and Control in Japan. American Production and Inventory Control Society. Falls Church, VA, 1981.
- HALL, Robert W. Zero Inventories. Dow Jones Irwin-CECSA, Homewood, Illinois, 1983. 329p.
- HARMON, Roy L., Peterson, Lenoy D.. Reinventando a Fábrica: Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados na Prática. Rio de Janeiro, Campus, 1991.
- HARMON, Roy L., Peterson, Lenoy D.. Reinventando a Fábrica II: Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados na Prática. Rio de Janeiro, Campus, 1993.
- HOLANDA, Aurélio Buarque de. Novo Dicionário de Língua Portuguesa. 2. ed. Rio de Janeiro; Editora Nova Fronteira, 1986.

- HRADESKY, John L. Aperfeiçoamento da Qualidade e Produtividade - Guia Prático para Implementação do Controle Estatístico de Processo - CEP. McGraw-Hill, São Paulo, 1989. 301 p.
- HUSAIN, M. & Leonard, R. The Design of Standard Cells for Group Technology by the Use of Machine Tool and Workpiece Statistics. M.T.D.R., 1976, p.75.
- IMAM. Princípio das 5S. Folha do Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais. (Compilado por Reinaldo A. Moura no compêndio "A evolução do Just-in-time no Brasil". IMAM, 1989, F-11)
- ISHIKAWA, Kaoru. Conceitos Básico de TQC - "Total Quality Control". Toyo Video Co., Ltd. Copyright, 1984.
- ISHIKAWA, Kaoru. TQC, Total Quality Control: Estratégia e Administração da Qualidade. IMC, São Paulo, 1986.
- ISHIKAWA, Kaoru. CWQC: Revolutionary Concept in Management Philosophy. Management Quality Control, vol 4, s/d, p.12-15.
- IVANOV, E.K, Group Production Organization and Technology. Business Publications Ltd., 1968.
- JURAN, J.M.; Gryna, F.M. & Bingham, R.S. Quality Control Handbook. McGraw-Hill, New York, 1974.
- KANO, Noriaki. Comparison of the Background of Quality Control Between Japan and East, s/e, 1978.
- KERR, J.C. Planning in a General Engineering Shop. Institute of Production Engineers, XVIII, Nº 1, jan. 1939, p.15.
- KING, J. R., Machine-Component Grouping in Production Flow Analysis: An Approach Using a Rank Order Clustering Algorithm. International Journal Production Research, v.18, n.2, 1980, p.213.
- KORLING, A. Group Production and its Influences on Productivity. Second International Congress of Engineering Manufacture, Paris, 1945.
- KREPCHIN, Ira P., "How Software Must Change to Meet JIT Demands", Modern Materials Handling, december 1988, p.72-74.
- KUPERMAN, Ernesto. O que Podemos Aprender das Técnicas Japonesas. (Resumo das palestras do Kuperman no II ERAN, compilado por Reinaldo A. Moura sem a data no compêndio "A evolução do Just-in-Time no Brasil", IMAM, 1989, c-49)

- LEE, D.L. Set-up Time Reduction Making JIT Work. Cummins Engine Co. Ltd, UK. (Artigo do manual "Just-in-Time Manufacture" de C.A. Voss. p.73-84, 1987.)
- LEFFLER, K.B. Ambiguous Changes in Product Quality. American Economic Review, 1982, p.956-67
- LUBBEN, Richard T. "Just-In-Time" - Uma Estratégia Avançada de Produção. 2<sup>da</sup> Edição, McGraw-Hill, São Paulo, 1989. 302 p.
- LUNA, Eduardo. Técnicas Japonesas de Administração e Manufatura - Uma Resposta Integrada Visando o Controle Total de Perdas. (Compilado por Reinaldo A. Moura sem a data no compêndio "A evolução do Just-in-Time no Brasil", IMAM,1989, c-16)
- M&A, Revista. "É Hora de Transformar sua Fábrica numa Célula". Jul/Ago. 1986, p.8.
- M&A, Revista. Set-up: Um desperdício Invisível. Maio/junho, 1988.
- M&A, Revista. "Redução no Fluxo de Materiais através da Análise de Fluxo de Produção". (Artigo publicado na revista e compilado sem data por Reinaldo A. Moura em "A evolução do Just-in-Time no Brasil", IMAM, 1989)
- M&A, Revista. O Just-In-Time Aperfeiçoa os Resultados. Artigo publicado na revista M&A, Jan/Fev. 89.
- MACKNESS, John, "Novas Filosofias de Fabricação", Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas (apostila), outubro 1989.
- MCAULEY, J. Machine Grouping for Efficient Production. The Production Engineer, feb 1972, p.53.
- MITROFANOV, S.P., Scientific Principles of Group Technology. English Translation Published by National Tending Library for Science and Technology, 1955.
- MONDE, Y. What Make The Toyota Production System Really Tick. Industrial Engineering, 13(1), p.36-46, 1981a.
- MONDE, Y. Adaptable Kanban System Help Toyota Maintain Their Just-in-Time Production. Industrial Engineering. 13(5), p.29-46, 1981b.
- MONDE, Y. Smoothed Production Lets Toyota Adapt to Demand Changes and Reduce Inventory. Industrial Engineering, 13(8), p.42-51.1981c.
- MONDE, Y. How Toyota Shortened Supply Lot Production Time, Waiting Time and Converyance Time. Industrial Engineering, 13(9), p.22-30, 1981d.
- MONDE, Yasuhiro, "Sistema Toyota de Produção", IMAM, Saõ Paulo, 1984.

- MOURA, Reinaldo A., "Sistema Kanban de Manufatura Just-In-Time: Uma introdução às Técnicas de Manufatura Japonesa", IMAM, São Paulo, 1984.
- MOURA, Reinaldo A. Kanban: A Simplicidade do Controle da Produção. IMAM, São Paulo, 1989.
- NUNES, Rogério; Kleimann Neto, Francisco J. ; e José A.V., "Compatibilização Kanban/MRP II em Ambiente Just-in-time", X Encontro Nacional de Engenharia de Produção - X ENEGEP, Anais, Belo Horizonte, 1990, p.123-131.
- OHBA, Koichi. Situation of the QC Circle Movement in Company Wide QC Activities of Japanese Industry, S/e, 1979.
- OUCHI, William G. Teoria Z: Como as empresas podem enfrentar o desafio japonês. Nobel, 9. ed., São Paulo, 1985.
- OUCHI, William G. Teoria "Z" - Como as Empresas Podem Enfrentar O Desafio Japonês. Ed. Nobel, 10ª edição, 2ª reimpressão, São Paulo, 1986. 293 p.
- PALADINI, Edson Pacheco. Qualidade: Uma Abordagem Conceitual. Estudo abrangente da abordagem conceitual da qualidade na disciplina de Sistemas de Produção I, EPS/UFSC, 1989.
- PIRSIG, R.M. Zen and the Art of Motorcycle Maintenance. Bantam Books, New York, 1974.
- SASAKI, Naoto. Os Círculos de CQ e a Ultrapassagem de Barreiras pela Gerência. S/E, 1981.
- SCHONBERGER, Richard J. Técnicas Industriais Japonesas: Nove Lições sobre a Simplicidade. Pioneira, São Paulo, 1986.
- SCHONBERGER, Richard J. Fabricação Classe Universal - As Lições de Simplicidade Aplicadas. Pioneira, São Paulo, 1988. 263p.
- SEMLER, Ricardo. Virando a Própria Mesa. Editora Best Seller. 27 Edição, São Paulo, 1988.
- SÉRIO, Luiz Carlos. Tecnologia de Grupo no Planejamento de um Sistema Produtivo. ICONE Editora, São Paulo, 1990, 273p.
- SIPPER, Daniel & Shapira, Reuven. JIT vs WIP - A Trade-off Analysis. International Journal Production Research, v.27, n.6, 1989, p.903
- STEMMER, Caspar Erich. Tecnologia de Grupo e Células de Fabricação. (Artigo publicado na revista M&A e compilado por Reinaldo A. Moura, sem a data, no compedio "A evolução do Just-in-time no Brasil", 1989).

- STICKLER, Michael J., "Going for the Globe", P&IM Review, december 1989.
- SUGIMORI, Y., Kusumoki, K., e Uchikawa, S. Toyota Production System and Kanban System: Materialization of Just-in-Time and Respect-for-Human System. International Journal Production Research, 15(6), p.553-564.
- SUMATH, David J. Ingeniería y Administración de la Productividad. McGraw-Hill, Mexico, 1990, 532p.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. Avaliação de Produtividade Através de Índices de Desempenho. Dissertação de Mestrado, UFSC, 1980.
- TUCHMAN, B.W. The Decline of Quality. Times Magazine, New Yorke, 02-11-80, p.38.
- VOSS, C.A., Just-In-Time Manufacture. IFS(Publications) Ltd., UK, 1987. (No livro expressamente não figura a data).
- WALTER, Cláudio, "MRPIL, Kanban e Escalonamento da Produção: Uma Análise Comparativa", Anais, IX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto alegre, 1989, Vol.1.
- WEIS, Andrew. Verdades Elementares sobre a Indústria Japonesa. Revista Exame, 11/06/1986, p.67.
- WILLIS, T. Hillman and Suter, Willian C. Jr., "The Choice Between JIT and JIC", P&IM Review, march 1989, p.37-42.
- WOMACK, James P. et alli. A Máquina que Mudou o Mundo. Rio de Janeiro, Campus, 1992.
- YUKI, Mauro Mitio. Uma Metodologia de Implementação de Técnicas e Filosofias Japonesas na Gestão de Empresas Brasileiras. Tese de dissertação na UFSC/EPG, Florianópolis, 1988.

## ANEXO I

### ANÁLISE DE COMPENSAÇÃO ENTRE AS FILOSOFIAS JIT e JIC BASEADO NO NÍVEL DE INVENTÁRIO EM PROCESSO

#### INTRODUÇÃO

Neste anexo tenta-se fazer um resumo abrangente das filosofias de produção Just-In-Case e Just-In-Time com o objetivo de salientar suas características principais para logo desenvolver uma análise de compensação entre ambas filosofias em função ao nível de inventário em processo (wip). O resumo está baseado nos artigos: "JIT vs WIP - a trade-off analysis", de Daniel Sipper e Ruven Shapira [1989], e "Considerações Críticas sobre a Evolução das Filosofias de Administração da Produção: Do "Just-In-Case" ao "Just-In-Time", de José Antonio Valle Antunes Junior, Francisco José Kliemann Neto e Jaime Evaldo Fensterseifer [1989a].

#### AS FILOSOFIAS JIC e JIT

Just-In-Case (JIC) e Just-In-Time (JIT) são filosofias de organização e administração da produção e têm como objetivo melhorar sua eficiência, com bom serviço ao cliente, qualidade do produto e custos baixos.

A filosofia JIC entende-se como: "a maneira ou a título de prevenção" é uma filosofia que tem profundas raízes na história manufatureira Européia e Americana; suas ações apontam para a operalização de trabalhadores e máquinas, estando preparados para as emergências [WIMS, 1989]. Esta filosofia tradicional começa numa etapa de diagnóstico, na qual se procura identificar as principais metas e problemas, assim, fornece um sistema de dados, o qual proporcionará informações que permitirão às pessoas envolvidas analisar todas as opções, é preciso salientar que essas informações são sensíveis à qualidade dos dados. Geralmente a estrutura da empresa está dividida em seções fixas (tornos, fresas, montagem, etc...), a qualidade é otimizada pela fabricação de grandes lotes e está sujeita à constituição de estoques, utiliza a noção de "lote econômico", as principais características da aplicação desta filosofia segundo Antunes et alii [1989a], são:

- A). Constituição de altos estoques (matéria-prima, trabalhos em processo -wip-, produtos acabados e suprimentos);
- B). Planejamento e controle centralizado e externo ao sistema de produção;
- C). Produção em grandes lotes;
- D). Mão-de-obra especializada e pouco flexível;
- E). Escolha do fornecedor baseado no mínimo preço;
- F). Sistema pouco sensível às variações da demanda do mercado;

- G). O controle de qualidade é feito sobre lotes de produção;
- H). A manutenção é centralizada;
- I). A produção é "empurrada";
- J). É possível utilizar técnicas do tipo MRP II

A filosofia JIT entende-se como: "justo-a-tempo ou no momento certo, no quantitativo e qualitativo", é uma filosofia cujos conceitos não são novos, mas foram aperfeiçoados pela manufatura japonesa [Clark, 1989], aprimorar uma definição é difícil, mas poderia dizer-se que é: "uma filosofia de produção que apoiada no desenvolvimento empresarial e no envolvimento total das pessoas, visa o melhoramento contínuo mediante a eliminação dos desperdícios e simplicidade operacional. Com qualidade assegurada e capacidade de mudança possibilita o atendimento das necessidades dos clientes." Entende-se por desperdício a qualquer coisa que acrescenta custo, e não valor, ao produto ou serviço. As principais características da aplicação desta filosofia são: [Antunes, 1989a]

- A). Estoques minimizados tendendo a zero;
- B). O Planejamento e controle são feitos localizadamente e no momento;
- C). A produção é em pequenos lotes;
- D). A mão-de-obra é polivalente e versátil;
- E). Os fornecedores são JIT que garantem qualidade, preço e prontidão;
- F). O sistema é sensível às mudanças do mercado;
- G). O controle de qualidade é total e feito pelos próprios trabalhadores;
- H). A manutenção é descentralizada e feito no possível pelos próprios trabalhadores;
- I). A produção é "puxada";
- J). Utiliza-se técnicas de apoio visual.

## ANÁLISE DE COMPENSAÇÃO ENTRE AS FILOSOFIAS

As empresas estão enfrentando uma crescente competição, portanto, suas margens de lucro diminuindo, acima disso, a tradicional solução não está dando resultados, pelo que está sendo uma necessidade a mudança da filosofia JIC à filosofia JIT.

Assim, na atualidade os princípios JIT têm sido adotados por quase todo tipo de organização manufatureira. Uma reportagem de inspeção nos E.U., mostra que mais de 35 percento das empresas pesquisadas estão em algum estágio de implementação JIT, seja começando por acima ou em completa implementação [Clark, 1989] [Gilbert, 1989].

Tendo em conta que a implementação da filosofia JIT precisa de tempo prolongado e baseado no artigo de Sipper e Shapira [SIPP 89], caracterizamos quatro tipos de empresas: (i)

Empresas de filosofia JIC puro; (ii) Empresas de JIC modificada; (iii) Empresas de filosofia JIT modificada; e (iv) Empresas de filosofia JIT pura. Onde:

**Empresas de filosofia JIC puro:** É um sistema de produção que é governada pela filosofia JIC e é planejada para cobrir a máxima expectativa de falta.

**Empresa de filosofia JIC modificada:** Similar à anterior só que em processo de modificação e planejada para satisfazer parcialmente a expectativa de falta.

**Empresa de filosofia JIT modificada:** É um sistema de produção governada pela filosofia JIT em processo de implementação, utilizando algumas ferramentas e conceitos, tal como o kanban, processamento em pequenos lotes e ainda utilizando algum estoque de segurança.

**Empresas de filosofia JIT puro:** É um sistema de produção governada pela filosofia JIT, com lotes de produção de tamanho de uma unidade, sem estoques de segurança, com linha balanceada que fecha só partes em processo.

E, considerando que JIC encoraja o uso de estoques de segurança para cobrir contingências e JIT implica a presença de só o suficiente material no sistema eliminando o estoque de segurança, sendo esta a primeira diferença característica entre JIC e JIT [WILKS, 1989] além disso, hoje a mão-de-obra representa cerca de 10% do custo de um componente e mesmo se este custo fosse eliminado, muitas empresas não fabricariam produtos com custos competitivos, os maiores fatores que influenciam o custo do componente são materiais e inventários, representando, freqüentemente, de 50 a 70%. Mas, os pesquisadores afirmam que o valor é acrescentado em 2% do tempo gasto por um produto no piso da fábrica. A maior parte do tempo restante -até 95% do tempo em processo- é gasto na movimentação entre as operações e na fila de espera. [M&A, 1989]

Então é possível caracterizar com muitas aproximação uma empresa segundo o tipo de política de inventários que usa para identificá-la como das filosofias JIC, JIT ou modificada. Ao respeito Sipper e Shapira [1989] modelaram um sistema que avalia a empresa segundo o estoque em processo (wip work-in-process), para isso se examinou o caso determinístico simples de uma linha de produção em série de duas estações (a Fig. 1 mostra a estrutura do problema), onde se fazem algumas assunções simplificativas, tais como:

- (1) A primeira estação de trabalho nunca está em falta. Aceita-se o fato de estoque inicial e final, ou que fornecedor e cliente são JIT.
- (2) O abastecimento tardio é devido só pela falha da máquina da primeira estação de trabalho.

- (3) A segunda estação de trabalho está livre de falhas.  
 (4) Os tempos de operação são independentes para cada estação.

O problema é minimizar os custos associados por cada abastecimento tardio, considerando o custo de ter estoques para JIC e custo de falta para JIT ou ambos custos para uma política modificada.

Assim, o custo total durante o horizonte de planeamento pode ser dado por:

$$K = \int_0^T icI dt + m \int_{I/r}^{dT} p(rt-I) dt \quad (1)$$

- Onde: I : Nível de inventário de trabalho (wip) entre a estação 1 e a estação 2. A condição é que deve ser reabastecido ao nível I cada vez que uma interrupção é terminada, assim, I pode ser tomado como constante.  
 r : Razão de produção em unidades por tempo. Igual para ambas estações (determinístico).  
 c : Custo do material de uma unidade em I.  
 p : Penalização ao abastecimento tardio por cada unidade e por unidade de tempo. Depende das características da empresa, por exemplo o alto investimento em ativo fixo acrescenta esta penalidade.  
 i : Custo de capital por unidade de tempo.  
 $t_s$  : Intervalo de tempo entre sucessivas falhas da máquina 1.  
 T : Horizonte de planeamento.  
 $dT$  : Duração de reparo (determinístico).  
 K : Custo total no horizonte de planeamento T.  
 n : Número de vezes que a falha ocorre durante o horizonte de planeamento T.

Deve salientar-se que na equação o primeiro termo de K representa o custo por ter estoques de trabalho através do período de planeamento T. O segundo termo é válido só para a região:  $(rt \geq I)$  ou  $(t \geq I/r)$ , isto é, quando se apresenta falta, e representa o custo de falta desde o momento  $(I/r)$  (i.é., no momento em que acaba algum estoque existente), até terminado o reparo ( $dT$ ) pelo número de vezes que a falha se apresenta, a penalidade (p) é característica para cada empresa. Uma condição é que  $(n \cdot dT \lll T)$ , isto é, o tempo total de reparos deve ser muito menor ao tempo de planeamento.

Resolvendo a equação (1) se tem o custo total K ;

$$K = icIT + np[1/2 r dT^2 - IdT + 1/2 (I^2/r)] \quad (2)$$

$$\text{como; } n \sim T/t_s \quad (3)$$

$$\text{e definindo: } h = I/rdT \quad (4)$$

Onde: I representa o nível de estoque para satisfazer a máxima falta por ( $rdT$ ), então se:

$h = 0$  implica que ( $I = 0$ ), isto é, filosofia JIT pura.

$h = (0,1)$  implica que ( $I = hrdT$ ), isto é, uma filosofia modificada JIC ou JIT desde que sejam governadas por uma destas filosofias. Note-se que quando ( $h = 1/2$ ) é igual à falta média ( $1/2 rdT$ ), muitos modelos trabalham sobre a falta média que seria uma modificada JIC.

$h = 1$  implica que ( $I = rdT$ ), a máxima falta, isto é, filosofia JIC pura.

Substituindo (3) e (4) em (2) e resolvendo, temos:

$$K = ich(rdT)T + pr[((dT)^2/2t_s)(1 - h)^2 \quad (5)$$

O primeiro termo ainda representa o custo de possuir estoque, e o segundo o custo por falta de estoque. A representação gráfica da função dá melhor visão (ver Fig.2).

Agora  $h^*$  não precisamente é igual a 1/2, estará em função da penalidade  $p$ , além dos outros parâmetros considerados determinísticos num momento dado. Assim, tomando a derivada ( $dK/dh = 0$ ), o valor de  $h^*$  estará dado por:

$$h^* = 1 - [(ic/p)(t_s/dT)] \quad (6)$$

Substituindo  $h^*$  em  $K$ , temos o correspondente valor de  $K^*$ :

$$K^* = ic(rdT)T - 1/2 rT [(ic)^2/p] t_s \quad (7)$$

Sendo que a região de interesse é ( $0 \leq h^* \leq 1$ ), e representando graficamente a equação (6) em função da penalidade se tem que para ( $h^* < 0$ ) o valor tomado será ( $h^* = 0$ ) (Ver Fig. 3).

A curva é característica de um determinado sistema com  $i, c, p, t_s, dT$  conhecidos, onde  $p$  é imposto por elementos como, tecnologia, custo, vendas, etc. Sendo  $h$  uma variável de decisão.

Na curva o valor de  $h^*$  é igual a zero para um valor específico  $p = p'$ , onde:

$$p' = ic(t_s/dT) \quad (8)$$

Então, qualquer valor ( $p \leq p'$ ) implica a filosofia JIT, por outro lado, a filosofia JIC pura resulta ótimo só para ( $p \rightarrow c$ ) (penalidade muito alta). Assim, a curva desenhada é característica para um dado sistema, conhecida como Característica Operativa por Sipper e Shapira. Considerando uma penalidade ( $p$ ) qualquer, é possível identificar um  $h$  a qual é o correspondente  $h$  na equação (4), então é possível colocar que  $\_ = \_*$ , assim selecionar um nível de estoque ótimo, tal como segue:

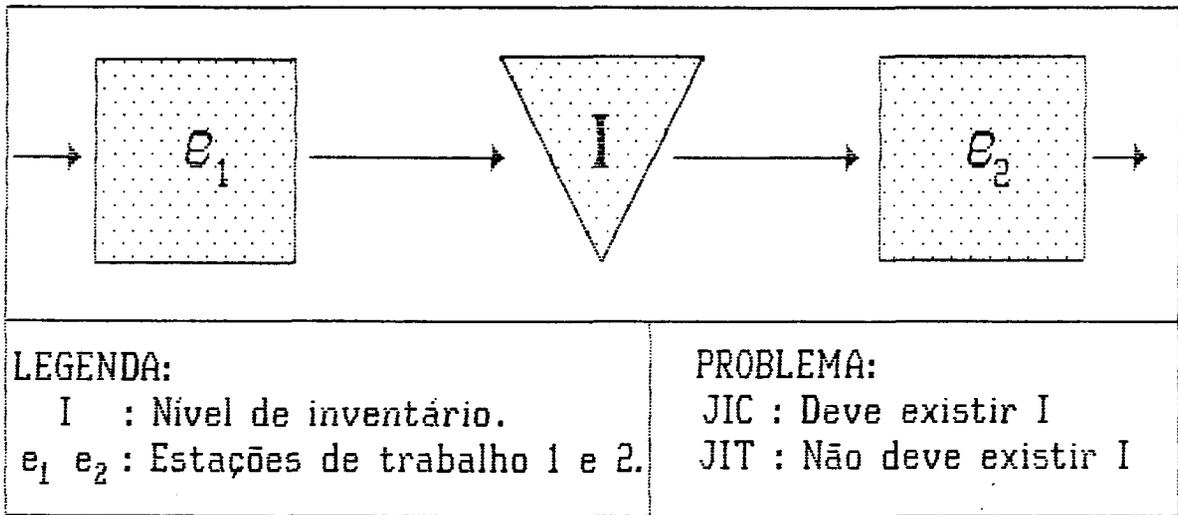


Fig. 1a Fluxo de produção para duas estações

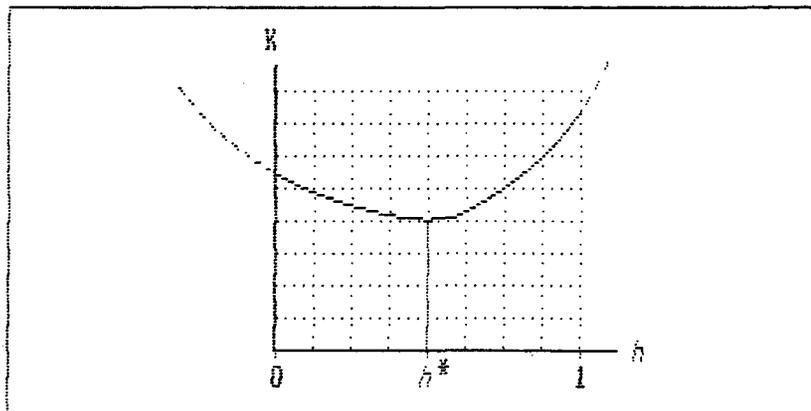


Fig. 2a Gráfico de K

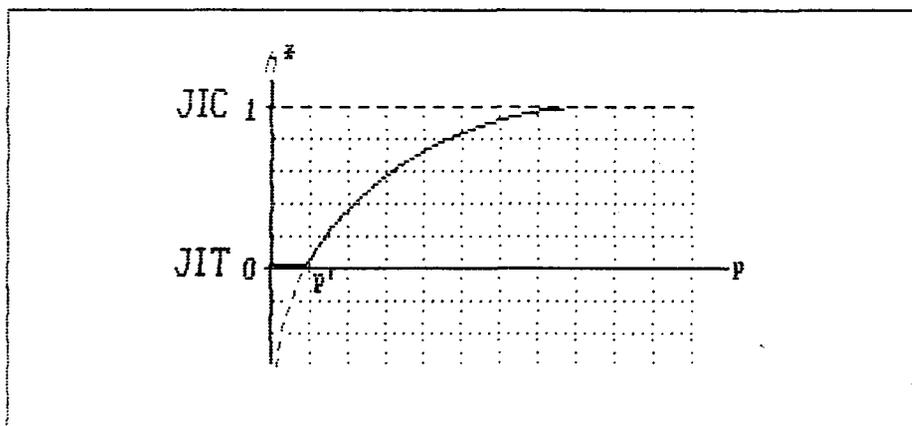


Fig. 3a Curva Característica (CO),  $h^* = f(p)$

$$I^* = h^*(rdT) \quad (9)$$

ou

$$I^* = (1 - [(ic/p)(t_s/dT)]) (rdT) \quad (10)$$

Baseados nestas análises é possível identificar alguns tipos de interesse que são determinados pela função de custo  $K$  em referência às filosofias JIC e JIT, estes tipos básicos apresentam-se resumidamente através do seguinte exemplo.

**EXEMPLO NUMÉRICO:** O seguinte é um exemplo numérico, baseado em valores obtidos da indústria.

Seja:

$i = 1\% / \text{mes} = (0,01/160) / \text{hr.}$  (assumindo 160 hrs de trabalho por mes);

$a = 10$  unidades /hr;

$c = 100$  (\$/unidade);

$T = 2000$  hrs;

$t_s = 200$  hrs;

$dT = 5$  hrs.

Na Tabela 1 estão alguns dos casos que podem acontecer em função a ( $p$ ).

## CONCLUSÕES E OBSERVAÇÕES

É examinado neste artigo uma regra de decisão que indica, para um sistema dado de produção, se as políticas tipo JIT ou JIC a ser usadas. Um modelo de custo, considerando o custo de manter inventário e o custo de falta é desenvolvido, tomando o valor financeiro ( $i$ ), custo ( $c$ ), penalidade ( $p$ ) e aspectos confiáveis do processo ( $t_s$ ,  $dT$ ) do sistema de produção.

Depois de estabelecidos as bases teóricas, um simples caso de duas estações é analisado. Um parâmetro  $h$  (a razão entre wip e a máxima falta) é definida, e uma função custo  $K = f(h)$  pode ser descrito como uma curva Característica Operativa (curva CO) do sistema. A importância de  $h^*$  repousa no fato de que  $h^*$  pode servir como uma regra de decisão entre um tipo JIT ou tipo JIC de política de controle de inventários a ser usado. Especificamente, uma análise de sensibilidade revela que sistemas de produção com ( $h^* < 0,5$ ) estão na zona JIT, e aqueles com ( $h^* > 0,5$ ) estão na zona JIC. A conclusão é que cada zona está associada com um diferente conceito de controle de inventários.

Tabela 1a. Comportamento de  $K = f(h)$

TIPO	$K = f(h)$	SIGNIFICADO	COMENTÁRIOS
I		Quando: $K_{JIT} = K_{JIC}$ Puro Modificado Considera a falta média como limite a cobrir.	$h^* = 0,25$ A filosofia recomendada seria o JIT modificado.
II		Quando: $K_{JIT} = K_{JIC}$ Puro Puro Considera a falta máxima como limite a cobrir	$h^* = 0,5$ A filosofia recomendada é indiferente entre o JIC modificado e o JIT modificado.
III		Quando: $K_{JIT} > K_{JIC} > K^*$ Considerando ambos casos, a falta média ou máxima como limite a cobrir.	$h^* > 0,5$ A filosofia recomendada é o JIC modificado.
IV		Quando: $K_{JIC} > K_{JIT} > K^*$ Igual a III	$h^* < 0,5$ A filosofia recomendada é o JIT modificado.
V		Quando: $K_{JIC} > K_{JIT} = K^*$ Igual a III	$h^* = 0$ A filosofia recomendada é o JIT puro.
VI		Quando: $K_{JIT} > K_{JIC} \approx K^*$ Igual a III	$h^* \approx 1$ A filosofia recomendada é o JIC puro.

## ANEXO II

# PESQUISA SOBRE A FILOSOFIA DE PRODUÇÃO JUST-IN-TIME

## INTRODUÇÃO

A filosofia de produção just-in-time tem-se apresentado como uma alternativa eficaz para levar às empresas a produzir produtos altamente competitivos. Na atualidade difunde-se por todo o mundo. Numa pesquisa realizada nos Estados Unidos entre maio e outubro de 1988 e publicada na revista *International Journal of Production Research* em 1990, indica que de 134 empresas que responderem 35,8% estão usando a filosofia JIT.

A filosofia JIT é norteada por sete princípios:

1. Satisfazer as necessidades do cliente.
2. Eliminação de desperdícios.
3. Capacidade de mudança.
4. Qualidade total.
5. Simplicidade de métodos e processos.
6. Envolvimento total das pessoas.
7. Constante desenvolvimento.

A presente pesquisa tem como objetivo identificar quais são as medidas de desempenho que refletem de melhor maneira os resultados da implementação da filosofia JIT.

Os dados fornecidos só serão tratados estatisticamente e terá carácter confidencial.

Agradecendo-lhe, desde já, o interesse mostrado, aproveito o ensejo para manifestar nosso apreço e consideração.

### 1. DADOS GERAIS

#### 1.1 DADOS DA EMPRESA

- RAZÃO SOCIAL .....

#### 1.2 DADOS DO ENTREVISTADO

- NOME .....

- CARGO NA EMPRESA .....

- ANOS DE TRABALHO NA EMPRESA .....

### 3. SITUAÇÃO ATUAL

Marque com uma (X) se isto acontece em sua empresa:

- Programas de padronização de troca rápida de ferramenta.
- Cartões kanban para produção.
- Células de fabricação.
- Manutenção preventiva.
- Quadros Sinalizadores para coordenar a produção.
- Materiais ou matéria prima fornecida diretamente a produção.
- Decisões consensuais.
- A qualidade é responsabilidade de quem faz.
- Controle estatístico pelo trabalhador.
- Grupos de melhora do produto.
- Grupos de solução de problemas.
- Programas de CCQ.
- Sistema MRPII de programação da produção.
- Sistema CAD/CAM.
- Robôs.

### 4. ESTADO DA ARTE PESSOAL

Marque com uma (X) os conceitos que você conhece.

- Círculos de controle de qualidade (CCQ).
- Teoria "Z" de administração.
- Troca rápida de ferramentas (Set-up rápido).
- Programação puxada (kanban).
- Manufatura celular.
- Tecnologia de grupo.
- Células de fabricação.
- Layout em forma de "U".
- Suavização e balanço da programação.
- Produção nivelada (Yo-I-Don).
- Seqüenciamento da produção.
- Padronização de operações.
- Sistema de controle por sinalização (ANDON).
- Controle autônomo de defeitos (Jidoka/Poka-Yoke).
- Programação abaixo da capacidade.
- Produção em pequenos lotes.
- Manutenção preventiva total.
- Organização da área de trabalho (Seiri, Seiton, Seiso, Seibi, Shitsuke).
- Programação da produção inter-companhias.
- Controle de qualidade através da empresa (CWQC).
- Controle estatístico do processo (CEP).
- Análise de valor/Engenharia de valor.
- Programas especiais.
- Perda zero/Zero defeitos.
- Fontes simples.
- Expedição no ponto de uso.
- Melhoramento contínuo.
- Pensamento criativo ou idéias inventivas (Soikufu).
- Esforço na solução de problemas.
- Sistemas de software/hardware para produção.
- OPT (Tecnologia da produção otimizada).
- CIM (Manufatura integrada por computador).
- FMS (Sistema da manufatura flexível).
- MRP/MRPII (Planejamento das necessidades de materiais / Planejamento dos recursos de manufatura).
- CAD/CAM (Projeto apoiado por computador / Manufatura apoiada por computador).
- EDI (Intercâmbio eletrônico de dados).
- Robôs.

## 5. PONDERAÇÃO DAS MEDIDAS

Segundo seu entendimento, qualifique numa escala de 0 a 10 a importância em que as medidas de desempenho abaixo numeradas se prestam para avaliar a implementação da filosofia JIT. (Será assumido que na escala; 0 é nada significativo e 10 é muito significativo)

Ao final de cada área você tem liberdade para incluir outras medidas que considerar importantes.

### Medida de Desempenho

### Qualificação

#### 5.1 ADMINISTRATIVAS

- Razão de demissões por ano..... ( )
- Razão de faltas por mês, por ano ..... ( )
- Razão de documentos emitidos por pessoa por dia ..... ( )
- Número de níveis hierárquicos ..... ( )
- Razão de sugestões por pessoa por ano ..... ( )
- Razão de decisões coletivas por ano ..... ( )
- Razão média de cargos exercidos por pessoa ..... ( )
- Número de pessoas na função ..... ( )
- Tempo médio de traslado da informação ..... ( )
- Outras (Sugira outras medidas de sua consideração)
- ..... ( )
- ..... ( )

#### 5.2 PRODUTIVAS

- Razão de programas de treinamento por pessoa por ano ..... ( )
- Razão de tempo de montagem das ferramentas ..... ( )
- Razão de número de atrasos por fornecedor ..... ( )
- Razão do tempo médio de paralisações por máquina ..... ( )
- Razão de tipo de produtos produzidos por dia por linha ..... ( )
- Tamanho dos lotes de produção ..... ( )
- Nível de estoque médio por item ..... ( )
- Rotação de inventários ..... ( )
- Tempo de ciclo de produção por produto ..... ( )
- Razão de produtividade por produto por linha por dia ..... ( )
- Número de peças e processos por produto ..... ( )
- Outras (Sugira outras medidas de sua consideração)
- ..... ( )
- ..... ( )

Medida de DesempenhoQualificação

## 5.3 DA QUALIDADE

- Razão de defeitos em p.p.m.(partes por milhão)..... ( )
- Razão de devoluções e reclamações por produto ..... ( )
- Diminuição da variabilidade das especificações ..... ( )
- Razão de retrabalhos ..... ( )
- Razão de prejuízo por produto defeituoso ..... ( )
- Outras (Sugira outras medidas de sua consideração):
- ..... ( )
- ..... ( )

## 5.4 DE CUSTOS

- Economia obtida pela implementação ..... ( )
- Nível de capital de giro ..... ( )
- Economia pela distancia percorrida por item ..... ( )
- Economia pelo uso de ferramentas por célula ..... ( )
- Economia nos tempos de paralisação ..... ( )
- Economia pela redução de espaço ocupado ..... ( )
- Outras (Sugira outras medidas de sua consideração):
- ..... ( )
- ..... ( )

OBRIGADO