

**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

**Dissertação de Mestrado**

**ADEQUAÇÃO DE UM SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO DA  
PRODUÇÃO À ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL**

**Ivandro Ceconello**

**Florianópolis**

**2002**

**Ivandro Cecconello**

**ADEQUAÇÃO DE UM SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO DA  
PRODUÇÃO À ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia da Produção.

**Orientador:** Prof. Osmar Possamai, Dr

**Florianópolis**

**2002**

**Ivandro Cecconello**

**ADEQUAÇÃO DE UM SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO DA  
PRODUÇÃO À ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção no Programa Pós-Graduação em Engenharia da Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 03 de dezembro de 2002.

-----  
Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.  
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

-----  
Prof. Paulo José de Freitas Filho, Dr.

-----  
Prof. Osmar Possami, Dr.  
Orientador

-----  
Prof. Dálvio Ferrari Tubino, Dr.

*Dedicatória*

*A Deus, por tudo, principalmente saúde e paz.*

*Aos meus pais, pelo constante apoio.*

*À minha noiva, Elisangela, que através da compreensão e  
abdicação do convívio contribuiu para a  
conclusão deste trabalho.*

## *Agradecimentos*

*A Universidade de Caxias do Sul e a Universidade Federal de Santa Catarina por exercer séria e comprometidamente a condução desse programa de pós-graduação.*

*A Leandro Rogério Zahn pela ajuda dada na consecução da comunicação gráfica deste trabalho.*

*A Ivandro Amélio Mariani e Ingo Schulze pela colaboração na aplicação do modelo proposto nesse trabalho.*

*A Elton Fabro pela amizade e troca de experiências profissionais e acadêmicas, as quais contribuíram para a consecução deste trabalho.*

*Agradecimento especial ao Prof. Dr. Osmar Possamai pela atenção irrestrita e orientação segura e competente durante todo o desenvolvimento deste trabalho.*

## RESUMO

CECCONELLO, Ivandro. Adequação de um Sistema de Administração da Produção à Estratégia Organizacional. 2002. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Este trabalho tem o objetivo de apresentar um modelo para adequação de um Sistema de Administração da Produção à estratégia organizacional. Esse tema tem relevante importância no atual contexto, pois com o acirramento da concorrência internacional e a globalização da economia, o padrão de acumulação de capital entrou em crise devido a fatores como a saturação do mercado de bens duráveis, a perda de poder aquisitivo, a instalação de grandes multinacionais no Brasil, a substituição de produtos importados por produtos nacionais, a entrada de novos países produtores e a formação de blocos regionais. Assim, as organizações começam a buscar novos padrões e filosofias de gestão, para fazer frente a estes desafios de competitividade, através dos quais as empresas podem sobreviver. O modelo desenvolvido foi aplicado em uma empresa de manufatura do setor metal-mecânico. Durante a aplicação, através do estabelecimento de Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura, desdobrados a partir dos Objetivos Estratégicos da Manufatura, foi possível a escolha da composição do Sistema de Administração da Produção mais adequado à estratégia da organização. O resultado esperado para a organização após a aplicação do Modelo, é uma correta orientação e conexão entre as expectativas e necessidades do mercado e as ações gerenciais internas para garantir a posição competitiva desejada.

**Palavras chave:** Sistemas de Administração da Produção, Fatores Críticos, Apoio à Decisão.

## ABSTRACT

CECCONELLO, Ivandro. Adequação de um Sistema de Administração da Produção à Estratégia Organizacional. 2002. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

This work has the objective of presenting a model to adequate a Production Management System to the organization strategy. That subject has relevant importance in the current context, because with the increase of the international competition and the globalization of the economy, the pattern of capital accumulation faced a crisis due to factors like the market saturation of hard goods, the loss of purchasing power, the installation of great multinationals companies in Brazil, the substitution of imported products by national products, the entrance of new manufacturer countries and the arrangement of regional blocks. Like this, the organizations begin to look for new patterns and philosophies administration, to face these competitiveness challenges, through of which the companies can survive. The developed model was applied in a metal-mechanic manufacturing company. During the application, through the establishment of Success Critical Factors of the Manufacturing, unfolded from the Strategic Objectives of the Manufacturing, it was possible the choice of the composition of the Management Production System most appropriate to the general organization strategy. The expected result for the organization after the application of the Model, is a correct orientation and connection between the expectations and needs of the market place and the internal managerial actions to guarantee the wanted competitive position.

**Key-words: Production Management System, Critical Factors, Support the Decision.**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	10
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	12
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	13
<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 – Objetivos do Trabalho.....	17
1.2 – Escopo do Trabalho .....	17
1.3 – Estrutura do Trabalho.....	17
<b>CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	18
2.1 – As mudanças no cenário da manufatura.....	18
2.2 – As novas exigências organizacionais.....	23
2.3 – A função estratégica da manufatura nesse novo cenário.....	26
2.4 – Considerações sobre o capítulo .....	39
<b>CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO DOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO E SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO</b> .....	41
3.1 – O papel estratégico dos sistemas de administração da produção .....	41
3.2 – Definição dos sistemas de administração da produção .....	41
3.3 – Classificação dos ambientes de produção .....	44
3.4 – Tipos de sistemas de administração da produção .....	48
3.4.1 – Filosofia tradicional <i>Just in Case</i> .....	48
3.4.1.1 – A operacionalização do JIC através do MRP/MRPPII .....	50
3.4.1.2 – Funcionamento do MRPPII .....	53
3.4.2 – <i>Just in Time</i> – JIT .....	58
3.4.3 – Teoria das Restrições – TOC .....	67
3.5 – Elementos para escolha dos SAP .....	73
<b>CAPÍTULO 4 – MODELO PROPOSTO</b> .....	88
4.1 – Apresentação do modelo .....	89
4.2 – Descrição do modelo .....	90
4.2.1 – Fase 1: Preparação .....	90
4.2.2 – Fase 2: Levantamento da missão, visão e planejamento estratégico .....	92
4.2.3 – Fase 3: Análise da segmentação da manufatura .....	93
4.2.4 – Fase 4: Escolha da segmentação da manufatura .....	94
4.2.5 – Fase 5: Estabelecimento dos Objetivos Estratégicos da Manufatura – OEM .....	95

4.2.6 – Fase 6: Análise do ambiente externo .....	96
4.2.7 – Fase 7: Determinação dos Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura FCSM .....	96
4.2.8 – Fase 8: Diagnostico e classificação do ambiente de produção .....	98
4.2.9- Fase 9: Priorização dos FCSM a serem gerenciados pelo SAP .....	99
4.2.10 – Fase 10: Escolha da composição do SAP mais adequado .....	100
4.2.11 – Fase 11: Realimentação .....	101
<b>CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO .....</b>	<b>103</b>
5.1 – Apresentação da empresa .....	103
5.2 – Aplicação do modelo .....	104
5.2.1 – Fase 1: Fase de preparação .....	104
5.2.2 – Fase 2: Levantamento da visão, missão e planejamento estratégico .....	105
5.2.3 – Fase 3: Análise da segmentação da manufatura .....	106
5.2.4 – Fase 4: Escolha da segmentação da manufatura .....	107
5.2.5 – Fase 5: Estabelecimento dos objetivos estratégicos da manufatura –OEM .....	108
5.2.6 – Fase 6: Análise do ambiente externo .....	110
5.2.7 – Fase 7: Determinação dos Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura –FCSM .....	113
5.2.8 – Fase 8: Diagnostico e classificação do ambiente de produção .....	118
5.2.9- Fase 9: Priorização dos FCSM a serem gerenciados pelo SAP .....	119.
5.2.10 – Fase 10: Escolha da composição do SAP mais adequado .....	121
5.3 – Considerações sobre a aplicação do modelo .....	122
<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES .....</b>	<b>125</b>
6.1 – Conclusões .....	125
6.2 – Sugestões para trabalhos futuros .....	127
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>128</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>132</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>140</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Produção em lotes no universo da manufatura .....	18
Figura 2.2 – Comparação do custo total de operação entre uma empresa flexível e uma empresa tradicional.....	19
Figura 2.3 – Progressão da variedade de produtos e volumes de produção na indústria automobilística .....	22
Figura 2.4 – Cinco objetivos de desempenho da manufatura tem aspectos internos e externos.....	30
Figura 2.5 – Tipos de flexibilidade do sistema de manufatura .....	34
Figura 2.6 – Objetivos de desempenho .....	36
Figura 2.7 – Diferentes formas de concorrência podem significar objetivos de desempenho da manufatura muito diferentes .....	38
Figura 3.1 – Descrição das áreas de decisão .....	43
Figura 3.2 – Classificação dos ambientes de produção .....	47
Figura 3.3 – Características dos ambientes de produção .....	47
Figura 3.4 – Exemplos de estrutura de produtos .....	52
Figura 3.5 – Inter-relações entre os módulos principais de um sistema MRPII típico .....	56
Figura 3.6 – Tradicional MRPII .....	57
Figura 3.7 – Aplicação dos três SAP depende de várias considerações .....	76
Figura 3.8 – Complexidade de estruturas e roteiros como determinante da adequação do SAP .....	77
Figura 3.9 – O tipo de ambiente de produção e o nível de controle como determinante da adequação do SAP .....	77
Figura 3.10 – Matriz complexidade da manufatura e nível de controle como determinante Da adequação do SAP .....	78
Figura 3.11 – Correlação entre objetivos de desempenho da manufatura e variáveis do ambiente da manufatura .....	79
Figura 3.12 – Correlação entre objetivos de desempenho e tipos de SAP .....	84
Figura 4.1 – Modelo para formação do sistema de administração da produção .....	89
Figura 4.2 – Equipe para aplicação do modelo .....	90
Figura 4.3 – Exemplos de fatores críticos de sucesso da manufatura.....	98
Figura 4.4 – Exemplo de Matriz OEM .....	99

Figura 4.5 – Exemplo de Matriz SAP .....	101
Figura 5.1 – Equipe selecionada para aplicação do modelo .....	104
Figura 5.2 – Segmentos de mercado .....	106
Figura 5.3 – Aplicação da técnica de Mudge nos OEM – ANRF .....	109
Figura 5.4 – Hierarquização dos OEMs .....	109
Figura 5.5 – Pesquisa de nível de satisfação do cliente .....	110
Figura 5.6 – Fatores Críticos de Sucesso da Empresa X .....	114
Figura 5.7 – Características do ambiente de produção da Empresa X .....	118
Figura 5.8 – Matriz OEM da Empresa X .....	119
Figura 5.9 – Matriz SAP da Empresa X .....	121

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicadores de desempenho do desenvolvimento de produtos por regiões da indústria automobilística, na metade dos anos 80 .....	25
Tabela 2 - Segmentação dos mercados, evolução percentual de cada segmento e participação dos segmentos no faturamento total bruto .....	107
Tabela 3 - Resultado da Pesquisa de nível de satisfação do cliente, dados médios .....	111
Tabela 4 - Avaliação da Empresa X, feita por um cliente, dados médios .....	112
Tabela 5 - Indicadores econômico-financeiros da concorrência .....	113

## LISTA DE SIGLAS

ANRF – Avaliação Numérica de Relações Funcionais  
CAD – *Computer Aided Design*  
CAM – *Computer Aided Manufacturing*  
CRP – *Capacity Requirements Planning*  
CCQ – Círculos de Controle de Qualidade  
FCSM – Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura  
ISO – *International Organization for Standardization*  
JIC – *Just in Case*  
JIT – *Just in Time*  
MRP – *Material Requirements Planning*  
MRPII – *Manufacturing Resource Planning*  
MPS – *Master Production Schedule*  
OEM – Objetivos Estratégicos da Manufatura  
OHSAS – *Occupational Health and Safety Assessment Series*  
PCP – Planejamento e Controle da Produção  
SAP – Sistema de Administração da Produção  
TOC – *Theory of Constraints*  
TRF – Troca Rápida de Ferramentas  
TPM – *Total Production Maintenance*  
WIP – *Working in Process*

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

O comportamento da economia mundial apresenta-se como um fator de grande importância e influência nas práticas gerenciais das empresas em geral. O cenário econômico mundial atual, pode ser caracterizado por alguns fatores marcantes, tais como a forte concorrência, velocidade de disseminação de informações, evolução e renovação rápida da tecnologia, diferenciação dos produtos no mercado e descentralização produtiva.

A reestruturação produtiva veio em resposta à necessidade de ajustamento frente aos padrões internacionais de produtividade e de qualidade, elemento considerado hoje, básico na competitividade nesse novo cenário. Esta reestruturação trouxe à tona questionamentos como o da inadequação dos princípios Tayloristas/Fordistas às novas condições do mercado, assim como difundiu novos conceitos como de automação, flexibilidade, qualidade total e valor percebido pelo cliente.

As mudanças que estão ocorrendo não são meras tendências, mas sim conseqüências da necessidade das empresas buscarem novas tecnologias, novos sistemas de gestão, novos mercados e conseqüentemente uma redefinição dos seus processos e negócios.

O Brasil manteve-se por muito tempo distante de uma posição comercial mais aberta. Isto ocorreu devido ao relativo fechamento do mercado brasileiro à competição internacional nas décadas de 70 e 80. Durante o período em que isto ocorreu, não havia grandes preocupações por parte da indústria em relação a competição internacional. “Só as empresas exportadoras preocupavam-se com aspectos como o *benchmarking* em relação às melhores práticas mundiais” (CORRÊA e GIANESI, 1993). No entanto, com a gradual derrubada das barreiras alfandegárias, este panorama mudou drasticamente.

Com o acirramento da concorrência internacional e a globalização da economia, a partir da década de 70 a nível mundial e do início dos anos 90 no Brasil, o padrão de acumulação de capital entrou em crise devido a fatores como a saturação do mercado de bens duráveis, a perda do poder aquisitivo, a entrada de novos países produtores e a formação de blocos regionais. Assim, começou-se a buscar novos padrões, novos modelos de organizações, para fazer frente a estes desafios de competitividade, através dos quais as empresas poderiam sobreviver.

Segundo Ohno (1997) neste novo tipo de concorrência torna-se necessário perceber, de forma mais precisa possível, que a fonte básica das informações está sempre disponível no mercado.

Durante décadas os Estados Unidos baixaram custos produzindo em massa alguns tipos de carros. De acordo com Womack (1992), a lógica planejada de produção em massa era simbolizada por *slogans* do tipo: produção em massa, venda em massa, todos os carros desde que sejam pretos. O objetivo era aumentar a escala de produção para diminuir o custo unitário de cada produto, produzir um limitado *mix* de produtos e manter cada máquina e operário sempre ocupados à máxima eficiência. Este modelo, de alta eficiência e baixo custo, conhecido como Sistema de Produção em Massa ou Modelo Fordista-Taylorista de Produção, tornou-se um padrão industrial mundial no pós-guerra.

Para que as empresas possam tornar-se competitivas no mercado crescentemente globalizado precisam produzir lotes cada vez menores de uma ampla faixa de produtos (variedade). Dessa forma, pode-se dizer que, a manutenção ou ampliação da competitividade neste tipo específico de mercado, depende simultaneamente do atendimento de várias dimensões da competitividade. Isto significa produzir uma ampla gama de produtos diversificados com preços compatíveis, qualidade intrínseca e atendimento e confiabilidade nos prazos de entrega.

Dessa forma, as empresas precisam desenvolver os seus sistemas de administração da produção no sentido de oferecer produtos e serviços adequados aos seus clientes. A problemática acaba surgindo justamente em satisfazer de forma completa as necessidades de qualidade, produtividade, flexibilidade e custo exigidos pelo cliente, tendo em vista a complexidade que acaba sendo gerada no sistema produtivo.

As formas tradicionais de tratar a produção (lógica *Just in Case* - JIC) vêm dando sinais de esgotamento em vários segmentos industriais. Desta forma, a busca de novas formas de gestão da produção torna-se central. Tornar compatíveis as estratégias de manufatura com as estratégias de marketing parece ser prioritária para a empresa poder manter-se competitiva.

Dentre as dimensões de competitividade, a dimensão flexibilidade do sistema produtivo tem assumido cada vez mais um papel de importância nas prioridades estratégicas. Os sistemas flexíveis visam simultaneamente permitir a produção de artigos com baixos

custos e grande variedade, atendendo dessa forma a lógica da demanda nos mercados (JUNIOR, 1998). No nível de missão da manufatura, Slack (1993) definiu quatro tipos de flexibilidade: flexibilidade de novos produtos, flexibilidade de *mix* de produtos, flexibilidade de volume e flexibilidade de entrega.

Segundo Contador (1995a), hoje o tema é diversificar e produzir poucas unidades de cada modelo para girar rapidamente o estoque. Para competir em variedade de modelos, a empresa precisa ter flexibilidade para mudar de produto, estratégia muito valorizada atualmente. Corrêa e Giansi (1993), tratando de aspectos táticos em produzir com *mix* de produtos elevado, cita que os custos de preparação de máquinas é fator muito importante a ser levado em conta quando se considera a flexibilidade de determinado equipamento. Quanto menores os custos de preparação, menos relevantes as economias de escala, a produção de lotes pequenos torna-se praticamente tão econômica quanto à de lotes grandes.

Contador (1995b) declara que, a empresa que deseja competir no campo da variedade de modelos ou que deseja operar no sistema *just-in-time* com seus clientes ou, ainda está em um ramo no qual as alterações de demanda são bruscas, precisa possuir flexibilidade para mudar de produtos.

Este trabalho irá abordar a problemática das empresas de manufatura que possuem uma gama grande e crescente de tipos de produtos. Essas empresas, normalmente operam com produção repetitiva de seus produtos em forma de lotes. As funções estratégicas, de planejamento e de controle da produção serão abordadas nesse trabalho, procurando elementos críticos nos sistemas de administração da produção e aspectos que devam ser modificados e/ou implementados para melhor adaptar-se ao perfil de empresa de manufatura ao qual esse trabalho se propõe.

Em função do exposto pode-se formular a seguinte pergunta de pesquisa: Existe um sistema de gestão produtiva mais adequado que os outros, para um grau de flexibilidade exigida pela manufatura da organização? A pergunta de pesquisa conduz à definição dos objetivos do trabalho que são vistos a seguir.

## 1.1 – Objetivos do Trabalho

O objetivo geral do presente trabalho é propor uma sistemática, que permita a escolha da composição mais adequada do Sistema Administração da Produção, com base nos objetivos estratégicos da manufatura.

A partir do objetivo geral, e para que o mesmo seja atingido, os objetivos específicos formulados são os seguintes:

- estabelecer os parâmetros críticos vinculados à manufatura de um grande *mix* de produtos;
- estabelecer as diversas características e elementos dos Sistemas de Administração da Produção que mais se adequam à manufatura de um grande *mix* de produtos;
- determinar critérios para seleção de Sistemas de Administração da Produção que permitam atuar em um ambiente de manufatura com grande *mix* de produtos.

## 1.2 – Escopo do Trabalho

O modelo proposto por este trabalho se aplica em empresas de manufatura que tem seu ambiente classificado como Produção Repetitiva em Lotes. O modelo não se aplica, por exemplo, em ambientes de do tipo Produção Contínua e Produção por Projeto.

O propósito não é fazer uma análise para implementação de um tipo de Sistema de Administração da Produção, mas sim indicar qual seria a composição do SAP mais adequado a situação geral da empresa, conforme objetivo geral proposto.

## 1.3 – Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em 6 Capítulos. O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica sobre a mudança do contexto na manufatura e o novo papel estratégico da manufatura. O Capítulo 3 apresenta os tipos de ambientes de produção e os tipos de Sistemas de Administração da Produção, cada qual com suas características e especificidades. O Capítulo 4 apresenta o modelo proposto com a descrição detalhada das etapas. O Capítulo 5 apresenta a aplicação do modelo proposto e análise dos resultados obtidos. Finalmente, no Capítulo 6 são apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir será apresentada a mudança no cenário da manufatura, bem como a função estratégica da manufatura nesse novo contexto. No final desse capítulo serão feitas considerações sobre os pontos relevantes que servirão de base no Capítulo 4 para a concepção Modelo Proposto e no Capítulo 5 durante a aplicação do modelo.

### 2.1- A Mudança no Cenário da Manufatura

Os valores e desejos diversos da sociedade moderna podem ser vistos com clareza na variedade de modelos de automóveis, e este segmento de mercado é apenas um exemplo. De fato, é certamente esta diversidade que reduziu a efetividade da produção em massa na indústria automobilística.

Um dado importante, relativo à crescente diversificação da produção industrial em empresas do ramo metal-mecânico, demonstra que 75% das peças produzidas estão inseridas em lotes com tamanho igual ou menor que 50 unidades. Nos países industrializados, a parcela relativa ao total de produtos manufaturados representa 30% do Produto Interno Bruto – PIB. Deste montante, cerca de 40% são relativos à produção em lotes, sendo que desta parcela, 75% são considerados lotes pequenos ou médios, com quantidades inferiores a 50 unidades (GROOVER, 1997 e LORINI, 1993 – apud STEVAN, 1999). A Figura 2.1 mostra graficamente a relação do produto interno bruto - PIB com a manufatura em lotes inferiores a 50 unidades.

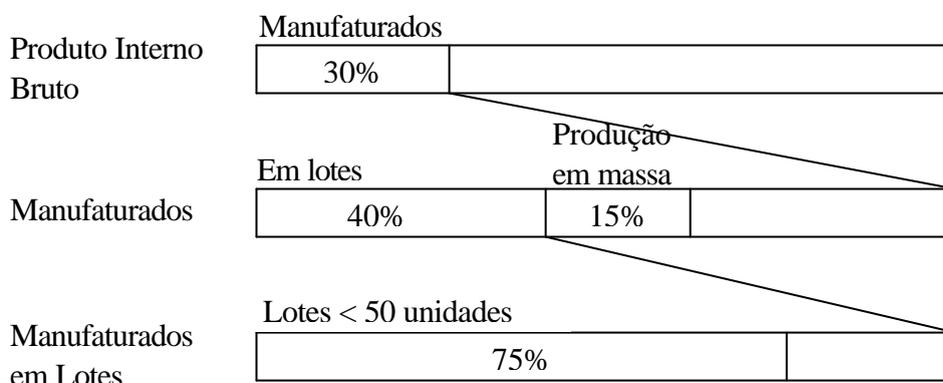


Figura 2.1: Produção em lotes no universo da manufatura. (GROOVER, 1987; LORINI, 1983 – apud STEVAN, 1999)

Esta realidade tem conduzido à algumas complicações nas atividades operacionais diárias, principalmente no que diz respeito ao planejamento e programação da produção. Isto é, uma maior variabilidade no *mix* de produtos vem sendo produzido em pequenos lotes, requerendo um aumento proporcional no número de roteiros de fabricação, planejamento do processo, atividades de programação de máquinas, planejamento de carga de máquina além da disponibilização de um maior número de recursos. Deve-se considerar também, uma periodicidade maior em atividades de preparação de máquina, diminuindo, então, a taxa de ocupação das máquinas.

À medida em que a manufatura trabalha com produtos variados, e os mesmos fabricados em lotes, acaba-se gerando complexidade no ambiente produtivo. Essa complexidade tem um preço, pois o sistema produtivo pode ter seus custos totais de operação elevados, conforme pode ser observado na Figura 2.2.

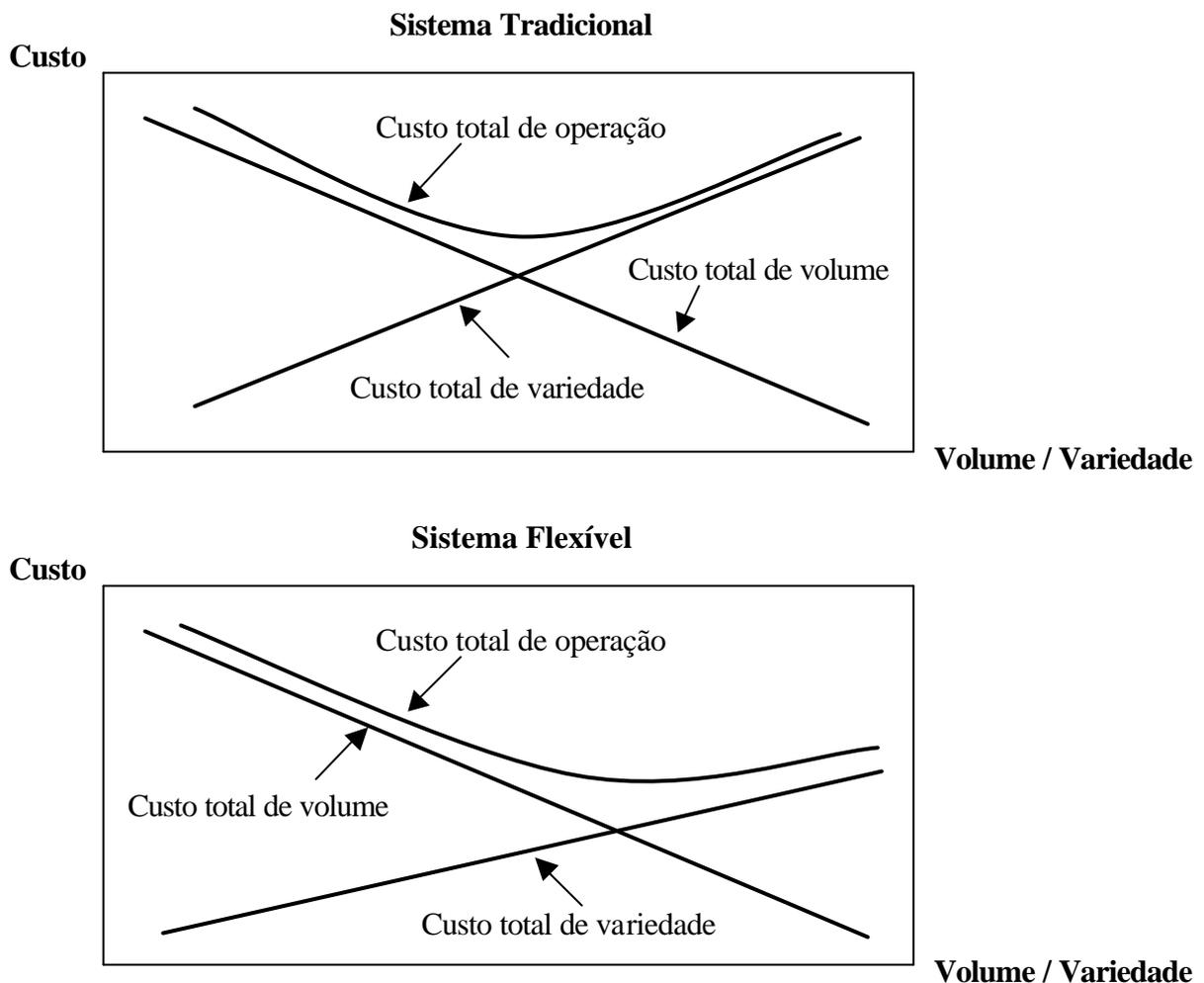


Figura 2.2: Comparação do custo total de operação entre uma empresa flexível e uma empresa tradicional. (STALK, 1988)

O que se observa na Figura 2.2, é que o custo relacionado à variedade de produtos ou serviços, cresce à medida em que a variedade vai aumentando sua escala. No sistema tradicional de manufatura, a inclinação da reta custo de variedade é maior do que a inclinação da mesma reta no sistema flexível de manufatura. Neste último, há menor rigidez nos processos e o sistema de manufatura é projetado para proporcionar maior flexibilidade às suas entidades como: troca rápida de ferramentas, equipes multifuncionais, softwares CAD/CAM, etc. No entanto, nas duas situações o custo total da operação aumenta.

À medida que o *mix* de produtos produzidos por uma empresa vai aumentando, as exigências do sistema de manufatura crescem. O sistema produtivo, nesse contexto, requer maior flexibilidade para que o sistema atinja entre outros fins, a qualidade, custo, confiabilidade e velocidade exigida pelos clientes. Interrupções inesperadas no fornecimento, problemas com entregas e problemas com mão-de-obra são questões a serem resolvidas e/ou minimizadas.

Segundo Womack, “O mundo tem imensa carência de capacidade competitiva de produção enxuta e um excesso de capacidade não competitiva de produção em massa. A crise, na verdade, decorre da ameaça que a primeira representa para a segunda [.....]. O produtor em massa utiliza profissionais excessivamente especializados para projetar produtos manufaturados por trabalhadores semi ou não-qualificados, utilizando máquinas dispendiosas e especializadas em uma única tarefa. Essas cospem produtos padronizados em altíssimos volumes” (WOMACK, 1992, p.3-4). Pelo alto investimento em máquinas e as mesmas sendo pouco flexíveis, o produtor em massa adiciona várias folgas (entenda-se folgas como suprimentos adicionais, estoque em processo, trabalhadores extras e espaço extra) para assegurar a continuidade da produção e, conseqüentemente, a alta taxa de ocupação das máquinas.

Do lado oposto à produção em massa, está a produção artesanal. De acordo com Womack:

O produtor artesanal lança mão de trabalhadores altamente qualificados e ferramentas simples, mas flexíveis, para produzir exatamente o que o consumidor deseja: um item de cada vez. Móveis sob encomenda, trabalhos de arte decorativa e alguns poucos e exóticos carros esportivos constituem exemplos atuais. Todos nós adoramos a idéia da produção artesanal, mas seu problema é óbvio: bens produzidos pelo método artesanal – como acontecia com a totalidade dos

automóveis antigamente – custam caro demais para a maioria de nós. Por esta razão a produção em massa foi desenvolvida no início do século XX como alternativa (WOMACK, 1992,p.3).

Hoje em dia, na medida em que os clientes exigem uma certa dose de personalização dos produtos, mas ao mesmo tempo querem o produto a um preço acessível, os sistemas de manufatura estão sendo forçados a unir vantagens da produção em massa (eficiência, produtividade, redução do preço, padronização) com vantagens da abordagem artesanal (customização, personalização, adequação as necessidades reais do cliente, qualidade segundo a ótica do cliente).

A necessidade de manufatura de novos produtos requer uma nova performance do sistema de manufatura. Womack cita um exemplo histórico: a montadora de Henry Ford em Detroit - Highland Park - ficou fechada, em 1927, por um período de um mês, quando a FORD passou do Modelo T para o novo Modelo A. “Fábricas de produção em massa continuam fechando por meses quando mudam para novos produtos” (WOMACK, 1992, p.71).

Até mesmo Shingo (um dos maiores autores sobre *Just-in-time* e do Sistema Toyota de Produção) admite que a produção em massa é altamente vantajosa, especialmente para maquinário e matrizes diferenciados. O autor cita o exemplo da Volkswagen, a qual colheu grandes benefícios da produção do fusca durante um longo período de tempo com poucas mudanças no modelo. Similarmente, “o número de Corollas produzido pela Toyota Motors é o maior jamais produzido por algum fabricante, e os lucros advindos deste modelo foram enormes” (SHINGO, 1996, p.117). Entretanto, o potencial para produção em massa é uma característica do mercado e nem sempre, ou talvez quase nunca, é uma opção que uma empresa possa escolher.

A indústria automobilística sempre tem bons exemplos, conforme Shingo (1996): o vendedor informa o escritório central de vendas que, por sua vez, encaminha o pedido diretamente a Toyota Motors. Ali, após ser dada entrada do pedido no computador, ele é retransmitido a planta de montagem. O carro é produzido no prazo de 2 dias; o prazo considerado para entrega é de 6 dias e há uma margem adicional de 2 dias. Dessa maneira, os clientes em qualquer lugar do Japão, podem receber o carro encomendado no prazo de 10 dias. Para modelos *standard*, a entrega é imediata. Obviamente, o ciclo de produção de 2 dias não inclui o processamento da matéria-prima. Os 2 dias são programados para a pintura e

montagem final necessária para adaptar o carro ao pedido do cliente. O que não deixa de caracterizar um bom exemplo de personalização do produto (carro) à demanda do cliente.

Womack (1992), em suas pesquisas no *International Motor Vehicle Program*, IMPV (Programa Internacional de Veículos Automotores), representou de uma forma bastante clara a progressão da variedade de produtos e volumes de produção na indústria automobilística, como mostra a Figura 2.3.

Observando a Figura 2.3, percebe-se que, no início da era automobilística (1900), havia uma grande variedade de produtos à venda, com volumes de produção e vendas baixo. Não era incomum cada carro ser inteiramente único, para atender aos desejos de seu dono, mas também havia exclusividade pela ineficiência técnica, falta de padronização e processos não-conformes. Em 1914, segundo Womack (1992), a Ford aumentou o volume por carro, para 2 milhões de unidades do modelo T ao ano, porém a saída de praticamente todos os produtores artesanais do mercado fez a variedade cair para dezenas de oferta. A opção ao consumidor somente renasceu com o advento da produção enxuta nos anos 70. E os dados respectivos aos anos 90 não foram tabulados.

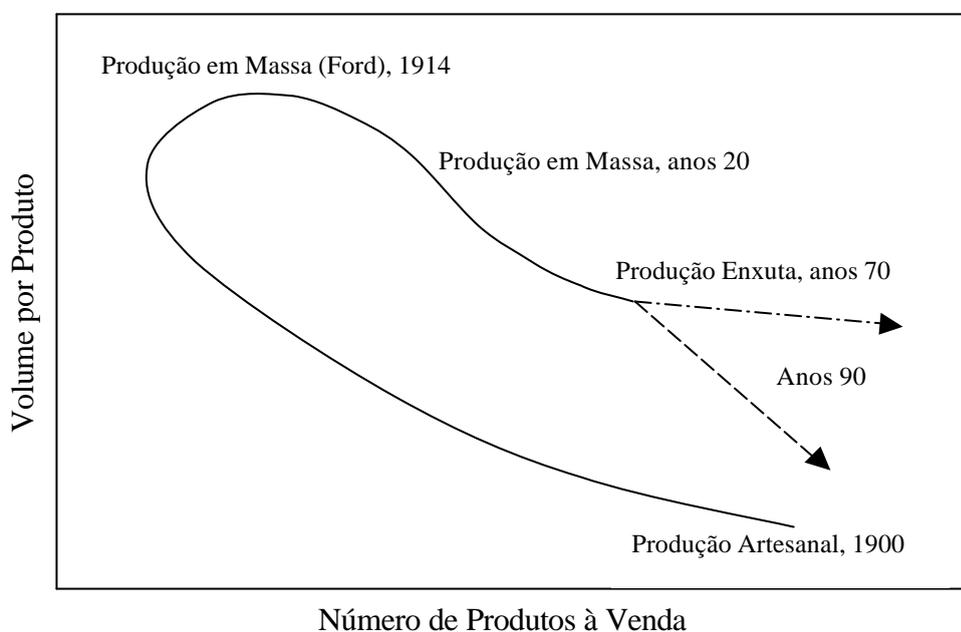


Figura 2.3: Progressão da variedade de produtos e volumes de produção na indústria automobilística. (WOMACK, 1992)

O que se pretende demonstrar nesse início de trabalho é a mudança no cenário da manufatura de uma forma geral, e não de uma forma específica na indústria automobilística. No entanto, esta última tem inúmeras pesquisas e dados relatados na bibliografia. Exemplos desses relatos na bibliografia podem ser encontrados nas obras de Womack (1992), Shingo (1996), Ohno (1997), entre outros. Outro fator importante é que este tipo de indústria desencadeia vários processos de suprimento, abrangendo um incontável número de indústrias direcionadas a esse segmento de mercado. E ainda, pode-se inferir que a maioria das manufaturas está experimentando mudanças, exigências e necessidades similares à indústria global automobilística.

## **2.2. As Novas Exigências Organizacionais**

Cada vez mais, as empresas brasileiras de manufatura têm buscado incessantemente padrões mais elevados de produtividade, flexibilidade, qualidade e confiabilidade, para eliminar a defasagem de competitividade em relação à indústria internacional.

Conforme Corrêa e Giansi (1993), o grande desafio das empresas, na busca da competitividade, está centrado na capacidade de desenvolvimento de novas tecnologias, novos mercados e novos métodos de gerenciamento que permitam elevar a flexibilidade das empresas, favorecendo o aumento da produtividade fabril.

Dessa forma, a necessidade de implementar mudanças na organização que a capacite a poder operar de forma mais ágil e adaptável ao mercado, se torna prioridade. Por exemplo, se a empresa escolhe competir em variedade de modelos de produtos, precisa ter rapidez na preparação das máquinas e rapidez na manufatura. Se escolher competir em novos produtos, precisa de agilidade para projetar, preparar protótipos, construir o ferramental, divulgar o novo produto, estudar processos, preparar máquinas e fabricar. Se escolher competir em prazo de entrega, precisa de rapidez na produção (ZACARELLI apud CONTADOR, 1994).

Corroborando com a abordagem de Zacarelli, quando a empresa resolve competir em variedade de modelos, parece interessante que ela deva se preocupar com as outras duas dimensões, novos produtos e prazo de entrega. Ou seja, se a empresa explora a variedade de modelos, certamente terá que ter competência em desenvolver/produzir novos modelos, pelo

menos até que a mesma chegue ao *mix* de produtos que, ao menos momentaneamente, julgue suficiente segundo seus objetivos. Ao mesmo tempo, o prazo de entrega deve estar relacionado nos procedimentos e processos da maioria das manufaturas, uma vez que a orientação atual é produzir com mínimo estoque, ou *Just-in-time*. “Mover informações e materiais de forma ágil está no coração de um sistema de manufatura enxuto e os prazos curtos de atendimento aos clientes mostram-se um dos principais e mais importantes critérios competitivos dos mercados de hoje e do futuro (CORRÊA e GIANESI, 1996)”.

No novo cenário da manufatura, o quesito preço continua sendo contribuidor para ganho de pedidos e em alguns casos, ainda, é o primeiro a ser analisado. Assim, algumas questões devem ser levantadas, conforme afirma Junior (1998): “No médio e longo prazos, os custos globais (de produção) devem ser vistos como um elemento dificultador/facilitador para a flexibilização da entrega do *mix* de produtos. Isto é claro, na medida em que, caso o mercado aponte para uma crescente diferenciação dos produtos, os sistemas de produção poderão ter aumentado de forma drástica os seus custos fixos globais. Ou seja, os custos globais de produção constituem-se em um fator de competitividade, embora não sejam os elementos utilizados para formação de preços” (JUNIOR, 1998, p.146).

Porter (1986) faz uma correlação importante entre custo e diferenciação. Segundo o autor, o líder em custo não pode, contudo, ignorar a bases da diferenciação, pois, se seu produto não é considerado comparável ao da concorrência ou aceitável pelos compradores, será forçado a reduzir o preço bem abaixo do dos concorrentes para aumentar as vendas, o que pode anular os benefícios de sua posição no mercado. Em outras palavras, o líder em custo deve obter paridade ou proximidade em diferenciação com relação aos concorrentes; caso contrário, não será um competidor acima da média, apesar da vantagem que possui em custo.

Womack (1992) apresenta dados de desempenho do desenvolvimento de produtos por regiões da indústria automobilística, na metade dos anos 80 (Tabela 1). A mesma apresenta diversos elementos relacionados ao desenvolvimento de novos produtos nas principais indústrias automobilísticas mundiais: produtores japoneses, produtores norte-americanos e grandes produtores europeus. Infelizmente, para a presente análise, a Tabela 1 não apresenta dados relativos aos produtores brasileiros. No entanto, Contador (1995a) compara a frequência de lançamento de novos modelos: “Na segunda metade da década de 80, por exemplo, a indústria automobilística lançava em média um modelo novo a cada 27 meses no Japão; a cada 45 meses nos Estados Unidos; a cada 52 meses na Europa; a cada 138

meses (onze anos e meio) no Brasil” (CONTADOR, 1995a, p.39). Com base nestes últimos dados o Brasil leva 4 vezes mais tempo para o lançamento de um novo carro, o que pode levar a uma possível inferência dos valores que poderiam ser tabelados na Tabela 1, a cerca da performance da manufatura brasileira nesse segmento específico de mercado.

Tabela 1: Indicadores de desempenho do desenvolvimento de produtos por regiões da indústria automobilística, na metade dos anos 80

Indicador	Produtores Japoneses	Produtores Norte-Americanos	Grandes Produtores Europeus
Média das Horas de Engenharia por Novo Carro (em milhões)	1,7	3,1	2,9
Tempo de Desenvolvimento Médio por Novo Carro (em meses)	46,2	60,4	57,3
Número médio de Funcionários nas Equipes de Projeto	485	903	904
Tipos de Carroceria por Novo Carro (n°)	2,3	1,7	2,7
Percentual Médio de Peças Compartilhadas	18%	38%	28%
Participação dos Fornecedores na Engenharia	51%	14%	37%
Participação dos Custos das Mudanças no Custo Total dos Moldes	10-20%	30-50%	10-30%
Produtos com Atraso	1 em 6	1 em 2	1 em 3
Tempo médio de desenvolvimento dos moldes(meses)	13,8	25,0	28,0
Tempo médio de fabricação do Protótipo (meses)	6,2	12,4	10,9
Tempo entre Início da Produção a 1ª Venda (meses)	1	4	2
Retorno à Produtividade Normal Após Novo Modelo (meses)	4	5	12
Retorno à Qualidade Normal Após Novo Modelo (meses)	1,4	11	12

Fonte: Adaptado de Womack, 1992.

Acredita-se que alguns dos elementos relacionados na Tabela 1 sejam importantes para análise no presente trabalho. A seleção desses elementos procede, na medida que

pretende-se analisar, também, o desenvolvimento e produção de novos produtos, bem como sua manufatura repetitiva em lotes. São eles:

- tempo de desenvolvimento de um novo produto;
- investimento no desenvolvimento de um novo produto/processo;
- tempo de fabricação de protótipos;
- retorno à qualidade e produtividade após o lançamento de novos produtos;
- participação dos fornecedores na Engenharia.

Os elementos citados, têm importância na manufatura que compete em diversificação e manufatura repetitiva em lotes, pois podem traduzir indicadores de desempenho para avaliar a performance do sistema de produção. Na Tabela 1 observa-se que os fabricantes Japoneses obtiveram maiores índices de desempenho em todos os quesitos, o que representa um desafio para os fabricantes ocidentais. No entanto, não é uma meta inatingível, haja vista que atualmente as tecnologias e técnicas Japonesas de gestão da produção estão sendo implantadas e, ainda, estudadas com profundidade pelos profissionais práticos e acadêmicos.

### **2.3 – A Função Estratégica da Manufatura nesse Novo Cenário**

Segundo Slack (1993) o desafio para gerentes de manufatura não se limita ao conhecimento e comando da detalhada complexidade das operações de manufatura, apesar de isso ser importante. O verdadeiro desafio é se os gerentes podem formar suficiente sentido das operações de manufatura para adequá-las a um contexto estratégico.

A função da manufatura, na maioria das empresas, representa o maior percentual de seu ativo e a maior parte de seu pessoal, sendo, às vezes, caracterizada como o grande e pesado fardo da empresa. Slack (1993) argumenta ainda ser um mal-entendido pensar na manufatura como um fardo da empresa. “Uma função de manufatura saudável dá à empresa a força para suportar o ataque da concorrência, dá o vigor para manter um melhoramento

uniforme no desempenho competitivo [...] e proporciona versatilidade operacional ... “ (SLACK, 1993, p.13).

As empresas, de uma forma geral, estão inseridas em um ambiente altamente competitivo, onde são forçadas a disputar recursos e mercados limitados e encontrar novos caminhos que levem a resultados maiores que seus custos de operação. Devido a esse ambiente competitivo as empresas devem tomar decisões como: selecionar objetivos, estabelecer metas, selecionar produtos, definir suas dimensões competitivas para posicionar-se no mercado, decidir o nível de diversificação de seus produtos, o nível de capacidade de seus recursos produtivos e implementar políticas e ações para atingir estes objetivos e dimensões competitivas.

Todas as decisões e escolhas citadas devem ser baseadas numa estratégia de manufatura, uma vez que, como em outras áreas, na manufatura também é impossível ter desempenho ótimo em tudo. Assim, deve-se priorizar uma ou poucas dimensões para competir. A seleção de diferentes objetivos de desempenho leva a diferentes decisões sobre: capacidade instalada, nível tecnológico, tipo de *layout* a utilizar, grau de qualificação dos recursos humanos, forma de planejar e controlar a produção, grau de verticalização, níveis de variedade e volume de produtos a fabricar.

De acordo com Oliveira (1997), a missão empresarial estabelece qual vai ser o jogo, e em que campo vai ser jogado. Com referência as regras do jogo, estas serão estabelecidas quando do estabelecimento dos instrumentos prescritivos do planejamento estratégico.

Segundo Mintzberg (1987) (apud MACHADO, 2001), boa parte das estratégias se origina na base da corporação, onde se conhece a fundo do negócio, durante a realização de atividades rotineiras. O papel do planejador ou do executivo é apenas traduzir essas estratégias de forma que toda a empresa as veja com a clareza necessária.

Para Slack (1993) a vantagem em manufatura significa “fazer melhor”. A expressão que o autor utiliza está associada ao consumidor e ao concorrente. Nesse caso, os consumidores e os concorrentes são ambos centrais para uma operação de manufatura competitiva, porque definem suas metas sucintamente: satisfazer o primeiro (fazer melhor para agradá-lo) e ser melhor que o segundo (fazer melhor para manter a vantagem). Uma operação de manufatura de sucesso baseia-se em trazer para dentro da fábrica uma mentalidade que considere tanto o consumidor quanto os concorrentes. Os consumidores para

atuarem como elementos que constantemente relembram quais os aspectos da competitividade são importantes para eles. Os concorrentes para proporcionar a medida contra o qual o desempenho da operação será julgado. No entanto, mais do que isso, considerar de forma conjunta o que é importante para o consumidor e a medida de desempenho dos concorrentes, possibilita estabelecer as prioridades para aperfeiçoamento da operação.

Nas operações de manufatura a meta é atingir uma vantagem preponderante no seu mercado, visando proporcionar o principal diferencial perante a concorrência. Para Slack (1993), todos os aspectos fundamentais da competitividade estão claramente dentro do campo de atuação da função da manufatura. Ela tem influência direta sobre os aspectos de desempenho competitivo como:

- fabricação de produtos sem erros;
- entregas rápidas ao consumidor;
- manutenção invariável dos prazos prometidos de entrega;
- habilidade de introduzir novos produtos em prazos adequados;
- oferecer uma faixa de produtos larga o suficiente para satisfazer as exigências do consumidor;
- habilidade de modificar quantidades ou datas de entrega, conforme a demanda do consumidor;
- habilidade de a empresa oferecer produtos a preços que, ou batem a concorrência, ou possibilitam maior margem de lucro, ou ambos.

Ainda, para Slack (1993) “fazer melhor” significa cinco coisas:

1. Significa fazer certo – não cometer erros, fazer produtos que realmente são o que devem ser, produtos sem erros e sempre de acordo com as especificações de projeto. Através desse conceito a manufatura dá uma “vantagem de qualidade” à empresa;
2. Significa fazer rápido – fazer com que o intervalo de tempo entre o início do processo de manufatura e a entrega do produto ao cliente seja menor do que a concorrência. A manufatura proporciona uma “vantagem velocidade” à empresa;

3. Significa fazer pontualmente – manter a promessa de prazos de entrega, ou alternativamente, aceitar as datas de entrega solicitadas pelo cliente e cumpri-las pontualmente. Fazer pontualmente também aborda as entregas internas, ou seja, para clientes internos. Com isso, a manufatura dá à empresa a “vantagem da confiabilidade”;
4. Significa mudar o que está sendo feito – ser capaz de variar e adaptar a operação, seja porque as necessidades dos clientes são alteradas, seja devido a mudanças no processo de produção causadas, talvez, por mudança no suprimento dos recursos. Significa estar apto a mudar quando e o quanto seja necessário e com rapidez suficiente. Com isso a função manufatura dá à empresa a “vantagem da flexibilidade”;
5. Significa fazer barato – fabricar produtos a custos mais baixos do que os concorrentes conseguem administrar. A longo prazo, a única forma de conseguir isto é através da obtenção de recursos mais baratos e/ou transformando-os mais eficientemente do que os concorrentes. Assim, a manufatura dá à empresa uma “vantagem de custo”.

Portanto, são esses os cinco objetivos de desempenho da manufatura propostos por Slack (1993): qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. Dentro da manufatura, o sistema de produção em vigor pode apresentar vantagens e desvantagens para alguns destes objetivos. Seria importante primeiramente, antes de selecionar o SAP (Sistema de Administração da Produção), conhecer quais destes objetivos são os mais críticos para que o SAP que venha a ser adotado possa retirar o maior proveito possível.

Qualquer operação de manufatura deveria ser capaz de estabelecer a importância relativa dos seus objetivos de desempenho e julgar o seu desempenho alcançado em termos de cada um deles. Ser melhor nesses objetivos contribui para a competitividade como um todo.

“Compreender bem quais devem ser os objetivos de desempenho da manufatura pode ser o começo para o alcance de uma vantagem em manufatura” (SLACK, 1993). Dessa forma é importante distinguir entre os aspectos internos e externos de cada objetivo de desempenho. Qualquer operação de manufatura é composta de um conjunto de operações menores, em que cada departamento, unidade ou célula são por sua vez, também, uma operação.

Os aspectos externos do desempenho da manufatura são relativamente evidentes. Por exemplo, uma operação certamente desejará desenvolver velocidade como objetivo de desempenho porque seus consumidores supostamente valorizam o tempo de entrega curto.

Dessa forma, se todas as partes da operação (compras, preparação das máquinas, processamento do produto, logística interna) forem rápidos e responderem prontamente nas suas tarefas perante as demais, a habilidade da operação total de responder rapidamente ao consumidor é aumentada. A Figura 2.4 representa claramente a interface entre os aspectos internos e externos dos cinco objetivos de desempenho.

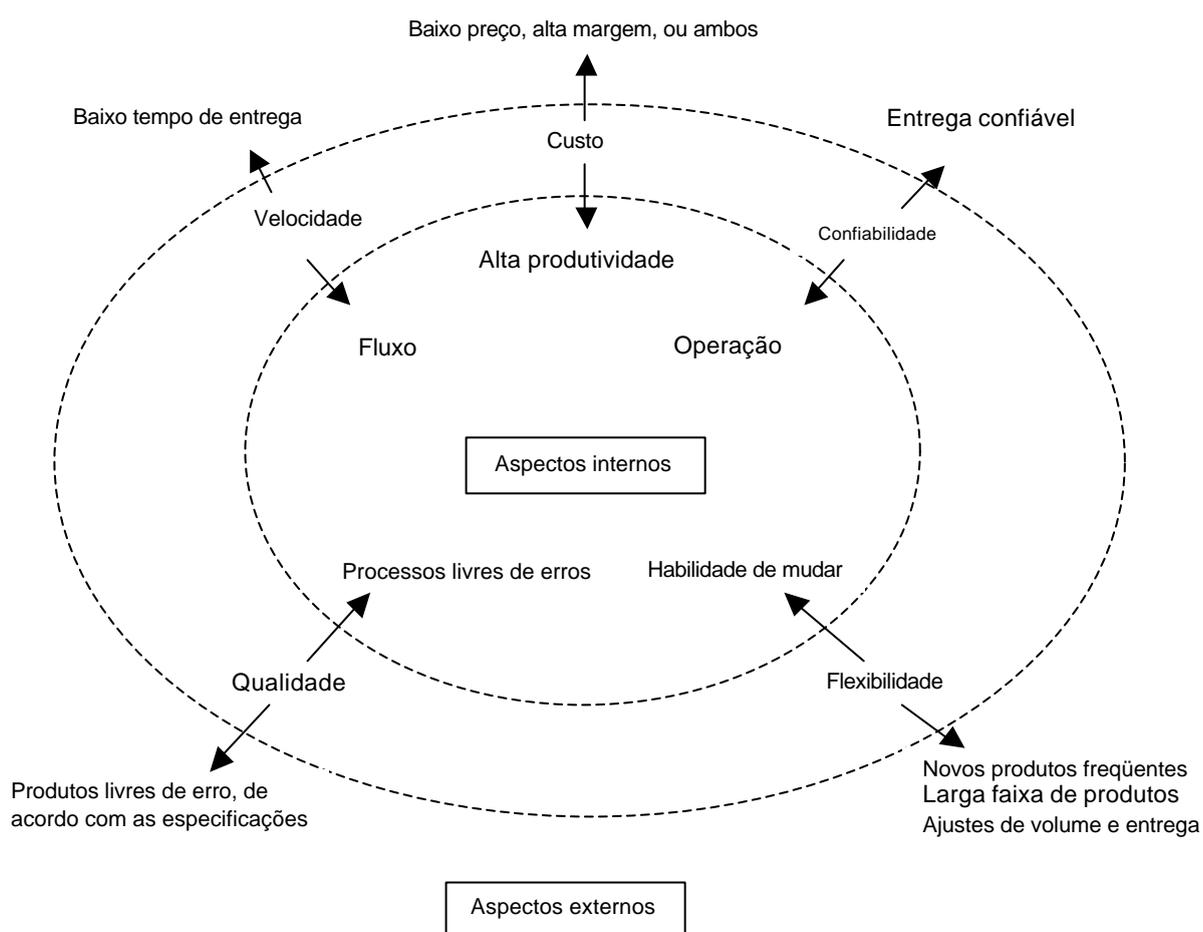


Figura 2.4: Cinco objetivos de desempenho da manufatura têm aspetos internos e externos.(SLACK, 1993)

No ambiente interno da manufatura, alcançar o objetivo de desempenho velocidade pode-se traduzir em diversos caminhos, e mais uma vez o SAP pode ser um restritor ou alavancador de novas opções. Melhorar a qualidade dos produtos é um deles. Faz pouco sentido a tentativa de se tornar rápido, se os produtos são continuamente transformados em sucata ou tem que ser retrabalhados e a gerência está sempre “apagando incêndios” pelos problemas de qualidade. De maneira análoga, “a velocidade pode ser melhorada apenas se a

confiabilidade nas entregas internas for alta” (SLACK, 1993, p.20). A redução do tempo da operação como um todo fica impossibilitado se há falhas no fornecimento de matérias-primas, fluxo de produção não balanceado, resultando em pouca credibilidade nas entregas, quebras freqüentes de máquinas, etc. O aprimoramento de certos tipos de flexibilidade também colaboram com a velocidade. Por exemplo, se os tempos de *setup* forem reduzidos, os tamanhos dos lotes produzidos poderão ser menores, sem perder a capacidade de produção total. Lotes menores movendo-se pela fábrica significam menor tempo gasto como material em processo, o que representa maior rapidez de processo total.

Todavia, os benefícios externos da velocidade são a possibilidade da manufatura oferecer menores tempos de entrega. De acordo com Slack (1993), internamente, porém, esta questão é mais complicada, pois os objetivos de desempenho individuais influenciam e são influenciados pelos demais. Assim, enquanto os aspectos externos do desempenho podem ser abordados separadamente, os méritos relativos dos objetivos de desempenho interno, em termos de como contribuem para competitividade, são relacionados de forma mais íntima e complexa. “Internamente todos os objetivos de desempenho são importantes. O que varia é o porquê de eles serem importantes” (SLACK, 1993, p.21).

Segundo Harrington (1997), organizações que têm sido bem sucedidas, baseadas em parte num bom planejamento estratégico, sabem que devem oferecer a seus empregados um guia descritivo que os ajude a traduzir a visão e a missão em “coisas” que as pessoas devem fazer. Segundo o mesmo autor, empresas competitivas devem saber quais “coisas” devem funcionar corretamente para se alcançar uma vantagem competitiva. O autor chama essas coisas de fatores críticos de sucesso. “Fatores críticos de sucesso é tudo aquilo que a organização deve fazer excepcionalmente bem para superar problemas e obstáculos a fim de cumprir as declarações da visão” (HARRINGTON, 1997, p.91).

Um outro exemplo, agora uma empresa que compete principalmente em termos de flexibilidade, que caracteriza aspectos das empresas ao qual o objetivo do trabalho se propõe. Os aspectos externos desse objetivo de desempenho ou tipos de flexibilidades percebidas pelo cliente são:

- a) novos produtos freqüentes (flexibilidade de inovação): habilidade de introduzir e produzir novos produtos ou de modificar os existentes;

- b) larga faixa de produtos (flexibilidade de *mix*): habilidade de mudar a variedade dos produtos que estão sendo feitos pela operação dentro de um dado período de tempo;
- c) ajustes de volume (flexibilidade de volume): habilidade de lidar com flutuações no volume de produtos sem comprometer a data de entrega;
- d) ajustes de entrega (flexibilidade de entrega): habilidade de mudar datas de entrega planejadas ou assumidas.

Internamente, também o aspecto flexibilidade deverá predominar. Se todas as partes da operação têm alta flexibilidade, todas contribuem para o alcance e manutenção da “habilidade de mudar” no ambiente interno de manufatura. Porém, isso não significa que internamente, a flexibilidade é o único objetivo de desempenho significativo. Qualidade, velocidade, confiabilidade e custos serão todos internamente importantes. Não tanto para incrementar a qualidade, a velocidade, a confiabilidade e os custos externos, mas para, de alguma maneira, aumentar a flexibilidade do sistema.

No nível de planejamento e projeto (ver Figura 2.5) todos os tipos de trabalhos de projeto, planejamento e atividades de programação podem ser consideradas e classificadas dentro de três tipos de atributos: um trata com produtos, o segundo trata de rotas de processo e o terceiro está relacionado à programação. De acordo com Simmons et al. (1997), é então possível introduzir três tipos correspondentes de flexibilidade:

- a) Flexibilidade de produto: também chamada de flexibilidade de projeto; é a flexibilidade que permite fácil modificação do perfil, funções, materiais e processos de manufatura de um dado produto. Dessa forma este aspecto é prioritário no nível de “projeto e planejamento” e no nível de “operações”;
- b) Flexibilidade de processos: é a capacidade do sistema para processar um dado conjunto de peças usando mais que uma rota, e/ou recursos diferentes, ou seqüências de operações diferentes;
- c) Flexibilidade de programação: é a habilidade do sistema para responder a uma programação aumentada frente a mudanças dos ambientes interno e externo, como requisitos de demanda, requisitos de entrega, restrições de processo, restrições de capacidade e restrições de recursos.

Os dois primeiros tipos de flexibilidade são essenciais para um desempenho satisfatório num ambiente de manufatura repetitivo com *mix* de produtos elevados, pois auxiliam o sistema a proporcionar uma resposta mais rápida. Por exemplo, para um dado produto, é possível processá-lo por diferentes recursos (máquinas, pessoal, etc) e/ou a possibilidade de utilização de diferentes materiais. Isso minimiza, e as vezes evita, a formação de gargalos no ambiente de manufatura. Em outras palavras, esse efeito ameniza a problemática das incertezas ambientais num dado momento da produção.

De forma similar, a flexibilidade de programação, capacita o sistema a produzir um volume aumentado num mesmo prazo de entrega. Ou ainda, capacita o sistema a produzir um mesmo volume de produtos, porém em um prazo menor que o usual. Para operacionalizar esta flexibilidade, o sistema deverá ter a possibilidade de incrementar sua força de trabalho, via horas extras, subcontratação, inclusão de mais turnos de operação, etc. Também para conferir resultados dessa flexibilidade, o sistema deverá, também: desenvolver fornecedores capacitados com esta flexibilidade; possuir uma manutenção eficaz; as restrições de recursos devem ser contornadas, por exemplo, pela confecção de dispositivos especiais, etc.

No nível de operações, o sistema somente cuida de atividades do chão de fábrica. Controle de chão de fábrica é o meio de controlar a transformação de produtos e a utilização dos recursos. Portanto, flexibilidade no nível de operações inclui flexibilidade de produto e flexibilidade de recursos. Recursos, por sua vez, incluem: humanos, matérias-prima, materiais, ferramentas, dinheiro, máquinas e energia. “Estes recursos são vistos como as únicas variáveis independentes para o gerenciamento da produção” (SIMMONS et al., 1997). Basicamente, a flexibilidade de recursos é à base da flexibilidade total do sistema de manufatura.

As setas na Figura 2.5 mostram o sentido de onde provém a contribuição e todos os tipos de flexibilidade. A contribuição da flexibilidade de recursos a qual reage a mudanças ambientais não estão somente em capacidade, mas também em habilidade. Qualquer das flexibilidades pode ser contribuída por um tipo de flexibilidade vinda de nível mais baixo, como pode ser visto na Figura 2.5.

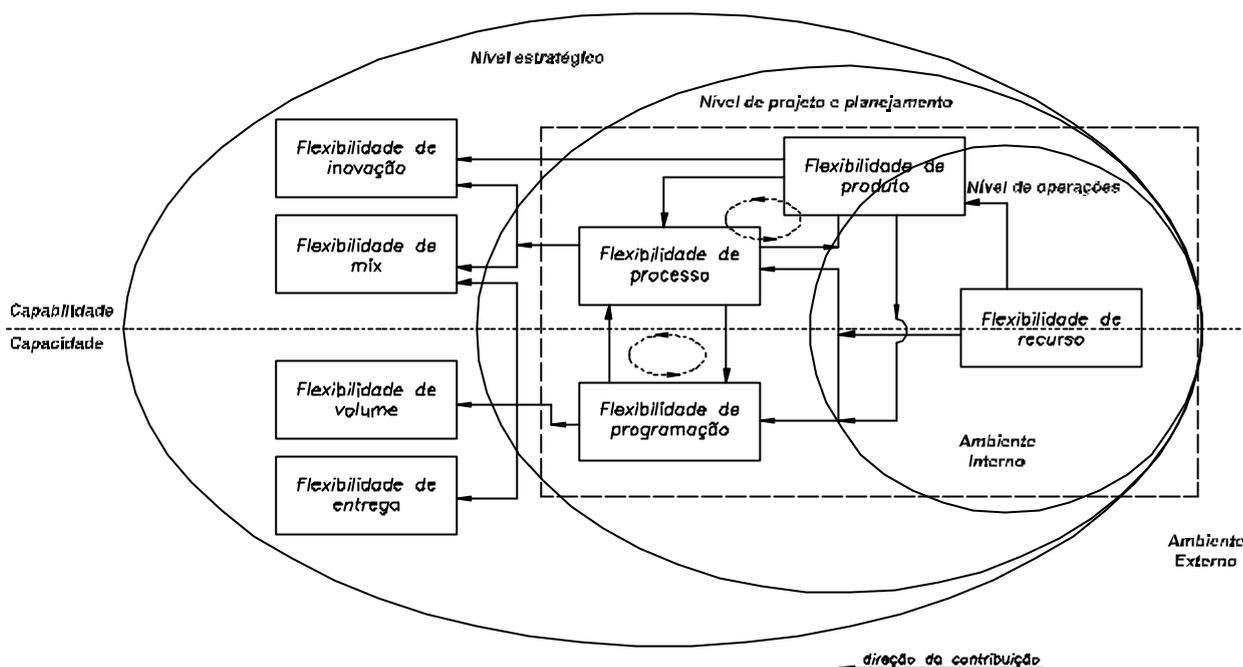


Figura 2.5: Tipos de Flexibilidade do Sistema de Manufatura. (SIMMONS et al., 1997)

De acordo com Slack (1993), estratégia de manufatura é o conjunto das tarefas e decisões coordenadas que precisam ser tomadas para atingir as exigências dos objetivos competitivos da empresa. Essa estratégia deve definir as tecnologias, recursos humanos, organização, capacidade, interfaces e infra-estrutura da empresa. Conecta as ambições da manufatura com o que ela pode fazer para realizá-los. Nessa conexão são gerados vários compromissos e objetivos.

O gerenciamento da manufatura é algumas vezes tratado como consistindo quase inteiramente na administração de compromissos e objetivos. Por exemplo, o compromisso que existe entre uma operação versátil e flexível e uma operação dedicada e de alta eficiência. Ou compromissos entre manter grandes e dispendiosos estoques de produtos acabados e oferecer ao cliente entregas rápidas. Ou entre uma dispendiosa manutenção preventiva e a disponibilidade de capacidade produtiva, etc.

A intenção é abordar se os objetivos de desempenho representam compromisso (ou conflito) entre si ou podem eles reforçar-se mutuamente. As questões são: os melhoramentos em um aspecto de desempenho devem ser obtidos em detrimento de outro aspecto de

desempenho? É possível a idéia do reforço mutuamente inter-relacionado dos objetivos de desempenho?

Ambas as perguntas têm resposta “sim”, pelo menos parcialmente. Por exemplo, uma forma de garantir entregas rápidas aos clientes é, de fato, investir em grandes estoques de produtos acabados. Porém não é a única. Sacrificar um aspecto de desempenho para aprimorar outro pode ser a solução mais conveniente, ou pode ser mesmo a única solução a ser tomada em curto prazo, mas não é a única forma e, certamente não é o caminho para obter vantagem em manufatura em longo prazo. Slack (1993) faz analogia do desempenho da manufatura com uma gangorra, onde a única maneira de elevar um lado é abaixando o outro. O mesmo autor afirma que, obviamente, essa é uma visão intrinsecamente limitadora e que a possibilidade de compromisso entre os objetivos não significa que melhoramento em uma área, inevitavelmente, tenha que ser pago por outra.

Entender o compromisso, não como uma gangorra convencional, mas como uma na qual tanto o pivô como a lâmina podem ser movidos. Numa gangorra convencional, subir um lado, de fato, fará o outro baixar. Assim, uma forma de fazer melhoramentos em uma área é através do redirecionamento de recursos ou o relaxamento dos padrões de outra área. Mais interessante seria, pela aplicação de esforços gerenciais e imaginação para mover o pivô para cima, os dois lados da gangorra podem ser elevados, enquanto se preserva a habilidade de compromissar entre eles. Por outro lado, mover o pivô poderá levar à elevação de um lado da gangorra, sem que o outro abaixe.

Nesta analogia, o pivô é a estrutura do sistema de manufatura. O pivô representa as limitações, pressuposições e cultura do sistema de manufatura. Elevá-lo envolve questionar idéias há muito mantidas sobre o que é verdadeiramente atingível, expandir limitações da tecnologia, mão-de-obra e sistemas e, principalmente, convencer toda a função de manufatura de que mudar o pivô não é apenas possível mas vitalmente necessário. A Figura 2.6 mostra o efeito do pivô.

Dessa forma, quando a empresa possui uma linha diversificada de produtos e uma produção repetitiva dos mesmos, o pivô deverá ser adequadamente dimensionado para que não ocorra o efeito da gangorra. Ou seja, que quando elevado o nível de flexibilidade para que se possa atender a um *mix* de produtos variado, sejam, também, no mínimo, mantidos os níveis de qualidade, custo e confiabilidade adequados.

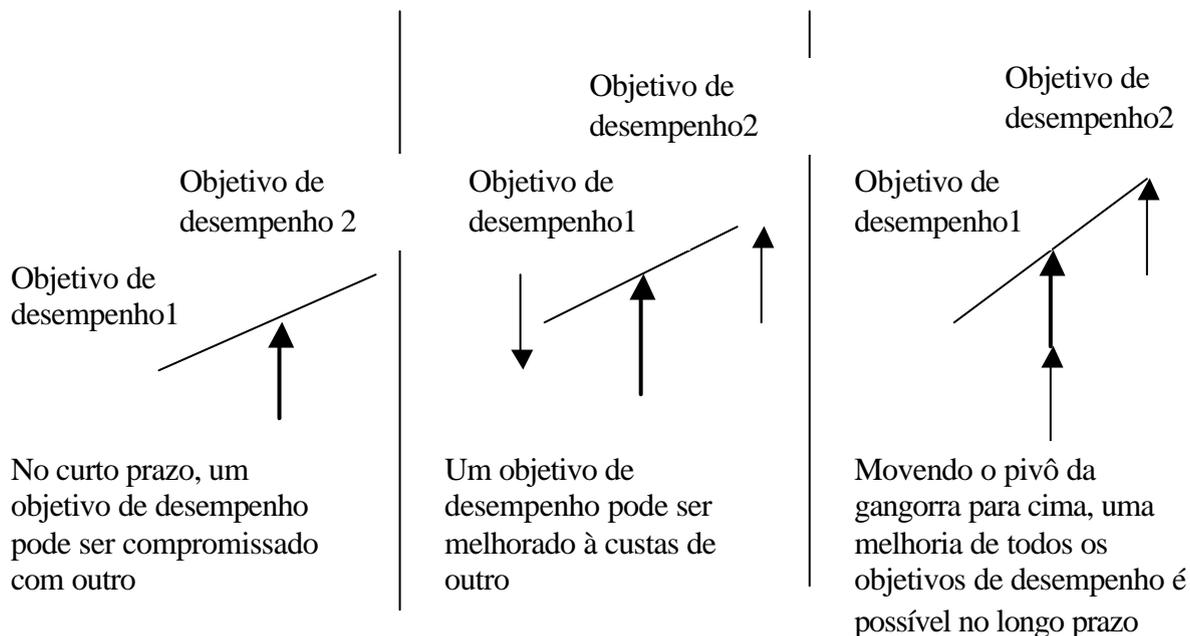


Figura 2.6: Objetivos de desempenho. (SLACK, 1993)

Manter níveis adequados de alguns objetivos de desempenho da manufatura e ao mesmo tempo priorizar outro (s) objetivo (s), parece ser o papel tático a ser cumprido pelo SAP. O SAP deve gerar suas ações, embasado na estratégia da manufatura e, dessa forma, direcionar esforços no sentido de manter o compromisso esperado entre os objetivos de desempenho.

Slack (1993) ilustra o efeito de “mover o pivô”, através da recente transformação de como os compromissos entre flexibilidade e produtividade são vistos em produção em lotes. Alguns anos atrás, os compromissos eram claros. Os lotes de produção precisavam ser grandes para manter o tempo de produção em cada troca de produto no nível mínimo. Os apelos pela flexibilidade de freqüentes *setups*, para que se pudesse dar aos clientes entregas rápidas eram vistos como impraticáveis. Os custos seriam muito altos. Considerava-se possível obter flexibilidade apenas a custo de mais tempo de máquinas paradas e, portanto, com custos maiores. O pivô neste compromisso entre flexibilidade e custo era pressuposto de que o tempo gasto nas trocas era uma característica imutável da tecnologia envolvida. A tarefa-chave da manufatura era vista como contornar o tempo de *setup* fixo e compensar as inconveniências resultantes. A última coisa que se questionava era a natureza “fixa” da mudança em si. Era um paradigma.

No entanto, os tempos de troca podem ser e têm sido drasticamente reduzidos em muitos casos (cabe lembrar aqui o precursor da redução do tempo de *setup* – Shingo – com seu método científico da Troca Rápida de Ferramentas. Shingo (1996) exemplifica que na Toyota, em 1970, reduziu o tempo de *setup* de uma máquina de estampar de 4 horas para 3 minutos). Com a redução dos tempos de troca, veio a possibilidade do aumento da flexibilidade do *mix* de produtos, sem nenhuma redução de produtividade. Paradoxalmente, os esforços de engenharia e os investimentos necessários para reduzir os tempos de troca foram surpreendentemente pequenos. Não havia dificuldade técnica impossibilitando o melhoramento, mas uma falha no entendimento da importância do ataque às limitações, que era um paradigma no caminho do alcance de uma melhor performance do sistema. A elevação do pivô desta gangorra em particular foi mais uma mudança cultural do que qualquer outra coisa.

Slack (1993) advoga que a natureza dos compromissos de curto prazo é tal que a manufatura é incapaz de, no curto prazo, atingir excelência em todos os aspectos do desempenho ao mesmo tempo. Mesmo que o objetivo a longo prazo seja ser melhor do que todos os concorrentes em todos os aspectos do desempenho, os diferentes objetivos de desempenho externos requerem diferentes prioridades entre os aspectos internos do desempenho. Isso conduz a diferentes tipos de recursos, sendo organizados de diferentes maneiras. Dessa forma, se numa empresa tem diferentes produtos, ou grupos de produtos competindo de diferentes maneiras, a função da manufatura deve levar isso em conta na maneira em que vai subdividir-se, de modo que mantenha o “foco” nos aspectos que vendem o produto no mercado. Esta segmentação da função da manufatura em subsistemas focalizados em necessidades específicas do mercado é, algumas vezes, chamado conceito de “fábrica dentro da fábrica”.

O processo de atingimento de uma segmentação satisfatória da manufatura, que mantenha o foco, freqüentemente, consiste na decisão de quais produtos ou grupos de produtos assemelham-se, no sentido que tenham características de desempenho semelhantes no mercado e/ou demandem características semelhantes do sistema da manufatura. A Figura 2.7 mostra como dois grupos de produtos manufaturados por uma única empresa produtora de instrumentos diferem nos seus requisitos de manufatura. O primeiro grupo de produtos é uma faixa de equipamentos eletrônicos médicos padrão, que eram vendidos em “pronta entrega”, do estoque diretamente para hospitais e clínicas. O segundo grupo de produtos compreende uma faixa mais larga de equipamentos de medição, vendidas a empresas OEM (Original

Equipment Manufacturer), frequentemente necessitando de adaptações conforme exigências individuais de cada cliente.

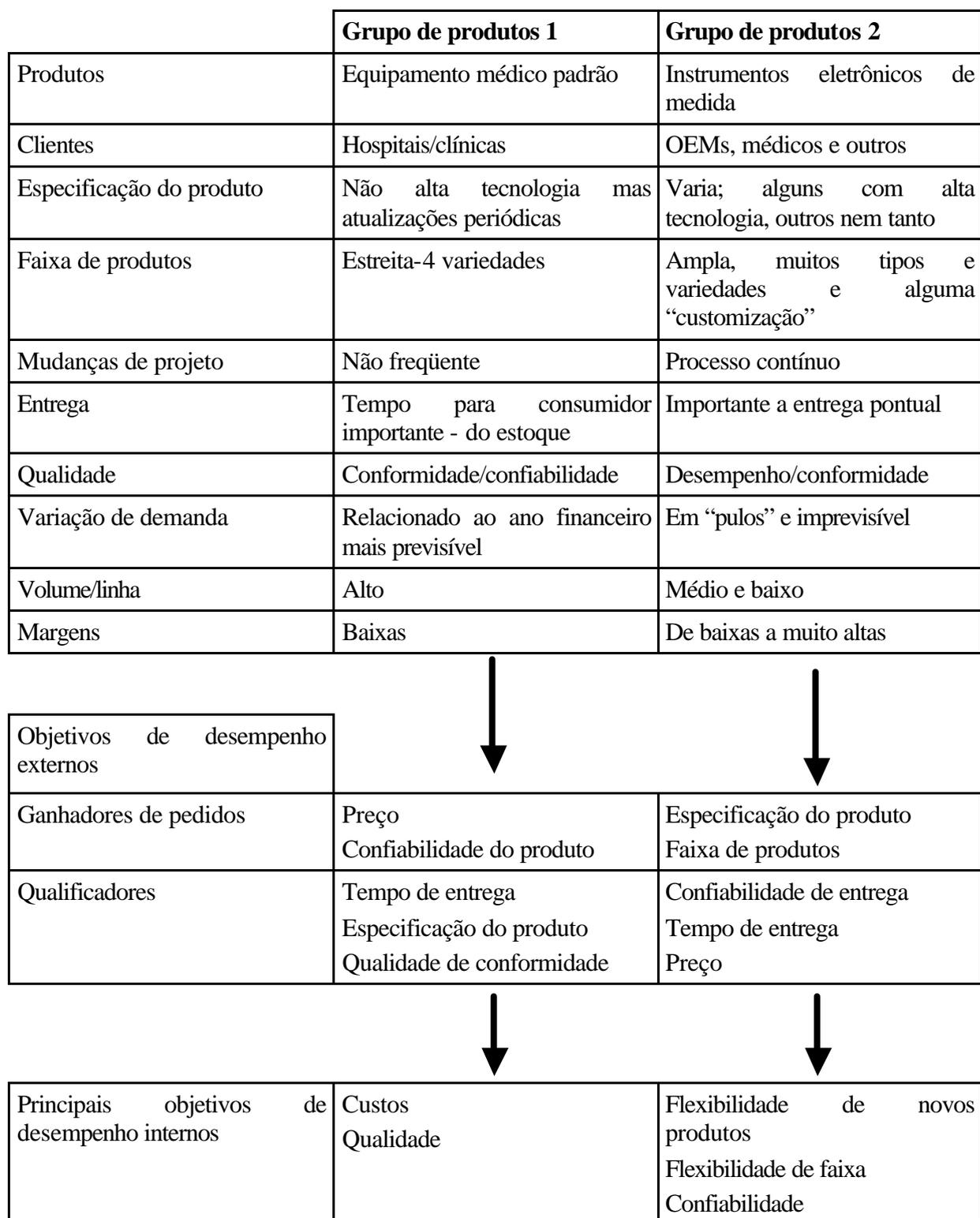


Figura 2.7: Diferentes formas de concorrência podem significar objetivos de desempenho de manufatura muito diferentes. (SLACK, 1993)

A análise dos dois grupos de produtos na Figura 8 indica que eles competem nos seus mercados de forma bem diferente. Portanto, são exigidos da operação de manufatura objetivos de desempenho externos muito diferentes. Cada grupo de produtos também tem diferentes prioridades para seus objetivos internos de desempenho. O grupo de produtos 1 precisa concentrar-se em desempenho de custo e qualidade. Todos os demais objetivos internos de desempenho devem ser inclinados para o atingimento destes dois. O grupo de produtos 2 precisa de flexibilidade para conseguir lidar com uma faixa larga de produtos e com considerável turbulência quanto às adaptações de projeto.

“Necessidades competitivas muito diferentes como essas, quase certamente, vão requerer unidades separadas e focalizadas, cada uma dedicada a proporcionar as coisas que são importantes nos respectivos mercados.” (SLACK, 1993, p. 24).

Mais uma vez, o SAP da empresa deve adaptar-se as estratégias da empresa. No exemplo anteriormente apresentado, as necessidades competitivas são muito diferentes e, então, deve se ter um SAP que entenda estas diferentes demandas (segmentação) da manufatura e que, também, de alguma forma, seja um SAP com ações segmentadas ou focalizadas internamente.

## **2.4 – Considerações sobre o capítulo**

Acredita-se que o aumento na diversificação dos produtos nas empresas de manufatura seja um campo a ser aprofundado, pois observa-se uma crescente demanda por lançamentos de novos produtos (carros, eletrodomésticos, aparelhos eletrônicos, máquinas, etc). Esta abordagem é corroborada pela seguinte citação:

Evidentemente existem limites de ordem econômica e ética no processo de aumento da variedade e redução dos ciclos dos produtos lançados no mercado. No Japão da atualidade observa-se uma crítica ao aumento desenfreado das variedades de produtos baseado no argumento de que isto impõe Perdas gerais à sociedade na medida em que, na maioria das vezes, não existe a ‘necessidade real’ de substituição dos mesmos. Entretanto, o mercado brasileiro atual encontra-se em um estágio preliminar de desenvolvimento no que tange à diversificação dos produtos. Isto ocorre devido ao relativo fechamento do mercado brasileiro à competição internacional nas décadas de 70 e 80. (JUNIOR, 1998, p.24)

Junior (1998) corrobora com a importância do enfoque dessa dissertação, quando advoga que o Brasil encontra-se num estágio preliminar de desenvolvimento no que tange à diversificação dos produtos. De fato, o Brasil está começando a experimentar de forma mais efetiva, o efeito da diferenciação dos produtos. Há um número crescente de multinacionais que estão instalando suas fábricas no Brasil, desencadeando uma grande cadeia produtiva.

Dessa forma, o incremento da demanda devido a empresas multinacionais, como também às empresas de capital 100% brasileiro, motivadas pela concorrência, estão pressionando as empresas de manufatura, de uma forma geral, a redefinir suas unidades de negócios e por conseguinte seus sistemas de administração da produção. Os sistemas de administração da produção, necessariamente devem estar vinculados às estratégias competitivas da organização, e dessa forma direcionar recursos e esforços para o atingimento de uma performance produtiva satisfatória.

A medida em que a necessidade de diversificação numa empresa de manufatura torna-se essencial para sua sobrevivência no mercado, surge a necessidade de estabelecer as diversas características e elementos dos SAP que mais se adequam à manufatura de um grande *mix* de produtos e determinar critérios para seleção de Sistemas de Administração da Produção que permitam atuar em um ambiente de manufatura com grande *mix* de produtos. Esses são os dois últimos objetivos específicos dessa dissertação, os quais serão abordados no próximo capítulo.

## **CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO DOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO E SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO**

A seguir serão apresentados elementos para compreensão do papel estratégico dos sistemas de administração da produção, tendo em vista o interesse do presente trabalho em citar e desenvolver conhecimentos associados a sistemas produtivos.

### **3.1- O Papel Estratégico dos Sistemas de Administração da Produção**

Os Sistemas de Administração da Produção (SAP) são o centro dos processos produtivos. Eles têm o objetivo básico de planejar e controlar o processo de manufatura em todos seus níveis, incluindo materiais, equipamentos, pessoas, fornecedores e distribuidores. É através dos SAP que a organização garante que suas decisões operacionais sobre o que, quando, quanto e com o que produzir e com quem comprar sejam adequadas às suas necessidades estratégicas, que por sua vez são ditadas por seus objetivos e seu mercado.

O processo produtivo (as instalações, os equipamentos e as pessoas) e seus sistemas de administração devem estar alinhados e configurados de forma a explorar o máximo do seu potencial no atendimento das necessidades do mercado. “A adequação dos objetivos ao sistema e vice-versa está no coração de uma estratégia de manufatura eficaz” (CORRÊA e GIANESI, p. 42, 1993). Neste capítulo serão analisados os pontos relevantes com relação ao papel que os SAP podem ter no atingimento de níveis desejados de desempenho em relação aos cinco principais critérios competitivos (relacionados aos objetivos de desempenho) da manufatura: custo, qualidade, velocidade, confiabilidade e flexibilidade.

### **3.2- Definição dos Sistemas de Administração da Produção**

“Sistemas de administração da produção são sistemas que provêm informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização de mão-de-obra e dos

equipamentos, a coordenação das atividades internas com as atividades dos fornecedores e distribuidores e a comunicação/interface com os clientes no que se refere a suas necessidades operacionais” (CORRÊA e GIANESI, p.42, 1993).

O ponto chave nesta definição é a necessidade gerencial de usar as informações na tomada de decisões. Os SAP não tomam decisões ou gerenciam sistemas – os administradores é que executam estas atividades. “Os SAP tem a função de suportar estes administradores para que possam executar sua função de forma adequada” (VOLLMAN et al., apud CORRÊA e GIANESI, p.43, 1993).

Segundo CORRÊA e GIANESI (1993), algumas atividades gerenciais típicas que devem ser suportadas pelos SAP são:

- planejar as necessidades futuras de capacidade (qualitativa e quantitativamente) do processo produtivo, de forma que haja disponibilidade para atender ao mercado com os níveis de serviço compatíveis com as necessidades competitivas da organização;
- planejar os materiais comprados, de modo que eles cheguem no momento e nas quantidades certas, necessárias a manter o processo produtivo funcionando sem rupturas prejudiciais aos níveis pretendidos de utilização de seus recursos;
- planejar níveis apropriados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais nos pontos corretos, de forma a garantir que as incertezas do processo afetem o menos possível o nível de serviços aos clientes e o funcionamento suave da fábrica;
- programar atividades de produção, de forma que as pessoas e os equipamentos envolvidos no processo estejam, em cada momento, trabalhando nas coisas certas e prioritárias, evitando, assim, dispersão desnecessária de esforços;
- ser capaz de saber da situação corrente das pessoas, dos equipamentos, dos materiais, das ordens e de outros recursos produtivos da fábrica, de modo a poder informar e, de modo geral, comunicar-se de forma adequada com clientes e fornecedores;
- ser capaz de reagir eficazmente, reprogramando atividades bem e rápido, quando algo correr mal no processo ou quando situações ambientais inesperadas ocorrerem;

- prover informações a outras funções a respeito das implicações físicas e financeiras das atividades, presentes e prospectivas, da manufatura, contribuindo para que os esforços de todas as funções possam ser integrados e coerentes;
- ser capaz de prometer prazos com precisão aos clientes e, depois, cumpri-los, mesmo em situações ambientais dinâmicas e, muitas vezes, difíceis de prever.

A maioria das atividades suportadas pelos SAP, listadas anteriormente, tem evidentes implicações estratégicas. Elas afetam os níveis de desempenho do sistema de produção, em termos de custo, qualidade, velocidade, confiabilidade e flexibilidade e, conseqüentemente afetam a forma com que a organização compete no mercado. Na Figura 3.1 estão apresentadas as principais áreas de decisão nos sistemas de administração da produção, bem como uma descrição das decisões que devem ser tomadas.

Áreas de Decisão	Descrição
Instalações	Qual a localização geográfica, tamanho, volume e <i>mix</i> de produção, que grau de especialização, arranjo físico e forma de manutenção.
Capacidade de produção	Que nível, como obtê-la e como incrementá-la.
Tecnologia	Quais equipamentos e sistemas, com que grau de automação e flexibilidade, como atualizá-la e disseminá-la.
Integração vertical	O que a empresa irá produzir internamente, o que irá comprar de terceiros, e qual política implementar com fornecedores.
Organização	Qual a estrutura organizacional, nível de centralização, formas de comunicação e controles das atividades.
Recursos humanos	Como recrutar, selecionar, contratar, desenvolver, avaliar, motivar e remunerar a mão-de-obra.
Qualidade	Atribuição de responsabilidades, que controles, normas e ferramentas de decisões empregar, quais os padrões e formas de comparação.
Planejamento e controle da produção	Que sistema de PCP empregar, que política de compras e estoques, que nível de informatização das informações, que ritmo de produção manter e formas de controles.
Novos produtos	Com que freqüência lançar, como desenvolver e qual a relação entre produtos e processos.

Figura 3.1: Descrição das áreas de decisão. (TUBINO, 1999)

Para Tubino (1999) a estratégia de produção é um conjunto coeso de políticas nas diversas áreas de decisão relativas ao sistema de produção que sustentem a posição competitiva da empresa. “As políticas definidas para cada área do sistema de produção orientam a operação e a evolução do sistema, portanto, a formulação e implementação de uma estratégia de produção devem dar consistência e coerência ao conjunto das decisões” (TUBINO, 1999, p.25).

Através das áreas de decisão, os SAP dão dinâmica à manufatura, pois os SAP: programam atividades; planejam necessidades atuais e futuras; capacitam seus recursos; planejam através do tempo; geram e armazenam informações; internalizam, compreendem e melhoram suas atividades; geram indicadores de desempenho (seja ele bom ou não), etc. Dessa forma, a flexibilidade estratégica necessária, proposta por este trabalho, somente será satisfatória se as áreas de decisão estiverem entendendo e executando de acordo com um propósito direcionador.

### **3.3 – Classificação dos Ambientes de Produção**

A literatura mostra que há várias formas de se classificar os ambientes de produção. Tubino (1999) e Rollins et al. (1999) advogam que as mais conhecidas e mais usadas são as classificações pelo grau de padronização dos produtos e pelo tipo de operação que sofrem os produtos. Os mesmos autores, defendem a importância dessa classificação, tendo como finalidade facilitar o entendimento das características inerentes a cada sistema de produção e sua relação com a complexidade do planejamento, controle e execução das atividades produtivas.

Importante ressaltar que Tubino (1999) usa a nomenclatura “Classificação dos Sistemas de Produção”, já Rollins et al. (1999) chama de “Sistemas de Classificação do Ambiente de Manufatura”. No presente trabalho será adotada a nomenclatura “Classificação dos Ambientes de Produção”.

As divisões e subdivisões acerca da classificação dos Ambientes de Produção, bem como as definições apresentadas a seguir, foram baseadas nos trabalhos de Tubino (1999) e Rollins et al.(1999).

Segundo a ótica do grau de padronização do produto, os ambientes de produção podem ser classificados em dois tipos:

- a) Ambiente de Produção de Produtos Padronizados: são aqueles que produzem bens que apresentam alto grau de uniformidade, são produzidos em grande escala, os clientes esperam encontrá-los a sua disposição no mercado. Os ambientes de Produção podem ser organizados de forma a padronizar mais facilmente os recursos produtivos (máquinas, homens e materiais) e os métodos de trabalho e controle, contribuindo para uma maior eficiência do sistema. Dentro desse grupo estão incluídos a fabricação de bens como: eletrodomésticos, combustíveis, automóveis, roupas, alimentos industrializados, etc;
- b) Ambiente de Produção de Produtos sob medida: neste grupo são produzidos produtos para um cliente específico. Como a produção espera a manifestação dos clientes para definir os produtos, esses não são produzidos para estoque e os lotes normalmente são unitários. É difícil definir a capacidade da planta, pois esta é dependente do *mix* de produtos no momento considerado. Este tipo de ambiente requer uma força de trabalho altamente especializada, trabalhando de forma flexível, freqüentemente em layout funcional (os chamados sistemas de produção do tipo *job-shop*). Exemplos típicos desta classe de manufatura são: máquinas-ferramenta especiais, alta-costura, estaleiros, etc.

A segunda forma de classificar os ambientes de produção é de acordo com seu tipo de operação, quais sejam: processos contínuos e produção de peças discretas. Esta classificação está associada ao grau de padronização dos produtos e ao volume de produção demandada. Processos contínuos envolvem a produção contínua de um produto, freqüentemente usando um processo químico ao invés de mecânico ou físico. Os processos contínuos são empregados quando existe uma alta uniformidade na produção e demanda, fazendo com que os produtos e os processos produtivos sejam totalmente interdependentes, favorecendo a automação, não existindo flexibilidade no sistema. Estão classificados dentro desse grupo: energia elétrica, petróleo e derivados, produtos químicos de uma forma geral, etc. Os processos contínuos envolvem a produção de bens que não podem ser identificados individualmente, já a produção de peças discretas envolve a manufatura de bens que podem ser isolados em lotes ou unidades, particularizando-os uns dos outros.

Por sua vez, a produção de peças discretas pode ser subdividida em diferentes ambientes:

- a) Ambiente de produção repetitiva em massa: caracterizado por largo volume de produção de uma pequena gama de produtos padronizados. A capacidade da planta é calculável, determinada pela saída do processo gargalo. Normalmente, a demanda pelos produtos é estável fazendo com que os projetos tenham poucas alterações no curto prazo, possibilitando a montagem de uma estrutura produtiva altamente especializada e pouco flexível, de forma que os altos investimentos possam ser amortizados durante um longo prazo. Nesse ambiente de produção a variação entre os produtos acabados se dá geralmente apenas no âmbito da montagem final, sendo seus componentes padronizados de forma a permitir a produção em grande escala. Estão classificados dentro desse grupo: automóveis, eletrodomésticos, produtos têxteis, produtos cerâmicos, etc;
- b) Ambiente de produção repetitivo em lote: caracterizado pela produção de volume pequeno ou médio de produtos padronizados em lotes. Cada lote segue uma série de operações, sendo que cada operação é tipicamente iniciada após todo lote ter sido executado pela operação anterior. O sistema produtivo deve ser relativamente flexível, empregando equipamentos, às vezes, pouco especializados e mão-de-obra polivalente, visando atender diferentes pedidos dos clientes e flutuações da demanda. A produção repetitiva em lotes situa-se entre dois extremos, a produção em massa e a produção por projeto. A maioria das manufaturas que se classificam nesse ambiente não possuem demanda suficiente que justifique a massificação da produção e especialização das instalações, porém, justifica a produção de lotes no sentido de absorver os custos de *setup* e, se for o caso, custos de compras. Como exemplos do ambiente de produção repetitivo em lote tem-se: produtos têxteis em pequena escala, sapatos, ferragens, máquinas agrícolas, equipamentos utilizados na construção civil, etc;
- c) Ambiente de produção por projeto: caracterizado pelo atendimento de uma necessidade específica do cliente, com todas as atividades voltadas para essa meta. Os produtos são concebidos em estreita ligação com os clientes, de modo que suas especificações impõem uma organização dedicada ao projeto. Exige-se alta flexibilidade dos recursos produtivos, normalmente à custa de certa ociosidade, enquanto a demanda por bens não ocorrer. Algumas das entradas (materiais, por exemplo) para um determinado projeto serão manufaturadas na própria empresa, no entanto a maioria será suprida por terceiros, as quais possivelmente foram produzidas sob outra classificação de produção. Componentes em processo *WIP (Working In Process)* terão seus níveis incrementados durante a vida do projeto. Exemplos desse ambiente de produção: navios, aviões, usinas hidrelétricas, etc.

A Figura 3.2 representa as classificações e subdivisões, dos ambientes de produção, relacionando-os a escala de produção (volume) e o grau de variedade do produto.

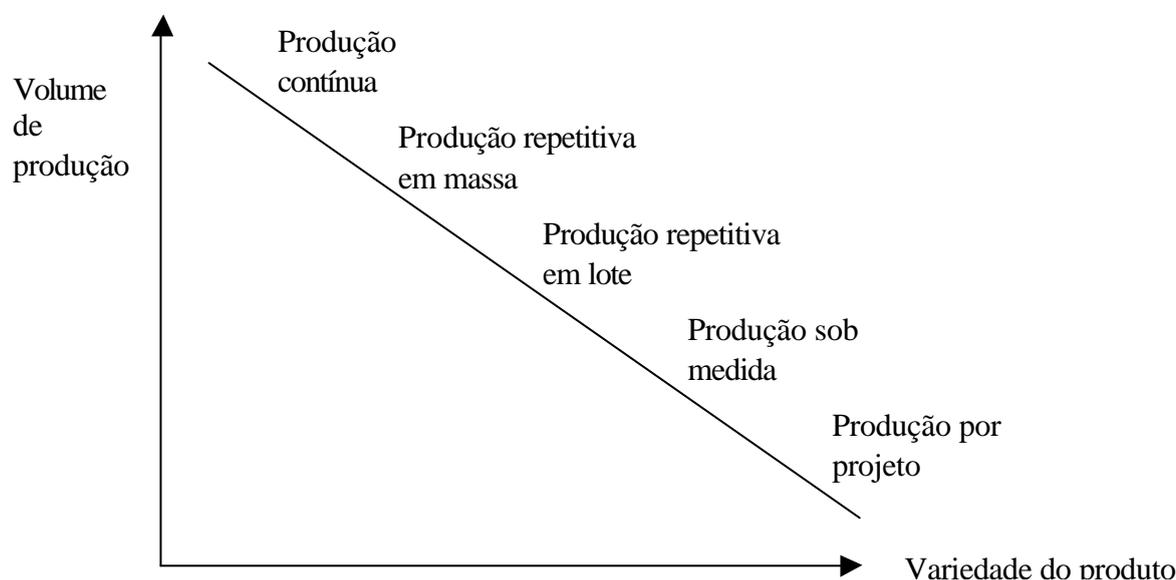


Figura 3.2: Classificação dos ambientes de produção. (ROLLINS et al., 1999)

Na Figura 3.3 estão resumidas as principais características da classificação dos ambientes de produção por tipos de operação.

	Contínuo	Rep. em Massa	Rep. em Lotes	Projeto
Volume de produção	Alto	Alto	Médio	Baixo
Variedade de produtos	Pequena	Média	Grande	Pequena
Flexibilidade	Baixa	Média	Alta	Alta
Qualificação da MOD	Baixa	Média	Alta	Alta
Layout	Por produto	Por produto	Por processo	Por processo
Capacidade ociosa	Baixa	Baixa	Média	Alta
Lead times	Baixo	Baixo	Médio	Alto
Fluxo de informações	Baixo	Médio	Alto	Alto
Produtos	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Unitário

Figura 3.3: Características dos ambientes de produção. (TUBINO, 1999)

O tipo de processo produtivo define a complexidade do projeto, planejamento e controle das atividades. Tubino 1999 advoga que: “de uma forma geral, essas atividades são simplificadas à medida que se reduz a variedade dos produtos concorrentes por uma mesma gama de recursos” (TUBINO, 1999, p. 34). Dessa maneira, os processos contínuos e os processos intermitentes em massa são mais fáceis de serem projetados e administrados do que os processos repetitivos em lote e sob encomenda, pois a variedade de produtos é pequena e o fluxo uniforme. Já nos ambientes de produção repetitiva e sob encomenda, uma variação na demanda exige o replanejamento de todos os recursos produtivos.

Como objeto de estudo dessa dissertação, será aproveitada a classificação dos ambientes de produção por tipo de operação, para direcionar este trabalho para ambientes de produção repetitivos em lotes. Esse tipo de ambiente é o mais existente na prática industrial e percebe-se uma tendência de aumentar o número de empresas de manufatura com a utilização desse tipo de ambiente de produção.

### **3.4 – Tipos de Sistemas de Administração da Produção**

Os sistemas de administração da produção – SAP são elaborados, geralmente, com fundamento em uma das três abordagens: Filosofia Tradicional *Just in Case* – JIC, *Just in Time* – JIT e a Teoria das Restrições - TOC.

#### **3.4.1 – Filosofia Tradicional *Just in Case***

De acordo com Schuch (1998), a filosofia tradicional de administração da produção está baseada na concepção Fordista, onde as tarefas e máquinas são especializadas e as linhas de montagem dedicadas. A estratégia é de ganho de escala com grandes volumes de produção, buscando alta produtividade pela produção de uma faixa reduzida de produtos e maximizando a utilização dos recursos produtivos. O objetivo é otimizar a rentabilidade dos meios de produção, concentrando os esforços no sentido de evitar a ociosidade dos recursos da fábrica.

A filosofia tradicional tem algumas características bastante marcantes, relatadas por Fensterseifer (1989):

- a) admite a constituição de estoques: estes têm como finalidade principal amortecer as aleatoriedades do Sistema de Produção. Além disso, o princípio do lote econômico utilizado para cálculo das ordens de produção incentiva a produção em grandes lotes. A idéia é a diluição de custos fixos relacionados a *setup* e troca de ferramentas. Isto, porém acarreta grandes estoques intermediários entre processos;
- b) planejamento e controle externos ao Sistema de Produção: a tendência é gerenciar através de sistemas que planejam, controlam e supervisionam todos os recursos da empresa, de forma integrada e externa ao processo produtivo. Estas atividades são centralizadas em órgãos específicos (por exemplo, PCP, manutenção, etc), isentando os trabalhadores da responsabilidade destas tarefas. Isto torna o ‘chão de fábrica’ apenas cumpridor de ordens e cada trabalhador limitado apenas à sua especialidade, sem uma visão do sistema como um todo;
- c) necessidade de mão-de-obra especializada e pouco flexível a trocas funcionais;
- d) a escolha de fornecedores segue o princípio do menor custo: os estoques devem absorver as variações de qualidade dos materiais e atrasos na entrega.

Assim, a empresa JIC é aquela que, fundamentalmente, fabrica a partir de uma previsão de vendas, tendendo a constituir estoques para atendê-la, e buscando minimizar os custos totais de estrutura de produção, com a conseqüente otimização da rentabilidade dos meios de produção. “Nesta postura, a administração da produção assume o mercado como uma restrição na otimização da estrutura de produção, obtida principalmente através dos grandes lotes de produção” (NUNES, 1993, p. 20). Esta abordagem de produzir sem a confirmação do pedido é conhecida como produção empurrada.

Moura (1996) advoga que, empurrar, na manufatura, significa antecipar-se a uma necessidade, ou seja, trata-se de um sistema baseado em programas e previsões. A partir de um programa mestre de produção das previsões de demanda um sistema, usualmente computadorizado, divide a necessidade em partes detalhadas para a fabricação e/ou compra de componentes. As pessoas são, então induzidas a produzir as peças necessárias definidas pelo sistema.

A partir, no entanto, do crescimento da complexidade dos sistemas produtivos das empresas, bem como o desenvolvimento dos recursos computacionais, várias alternativas

foram desenvolvidas para facilitar a operacionalização, controle e coordenação dentro dos sistemas de produção. As mais conhecidas e utilizadas são o MRP (*Material Requirements Planning*) e o MRPII (*Manufacturing Resource Planning*).

#### 3.4.1.1 - A operacionalização do JIC através do MRP/MRPII

MRP (*Manufacturing Requirements Planning*, ou cálculo das necessidades de materiais) e MRPII (*Manufacturing Resources Planning*, ou planejamento dos recursos de manufatura) são os Sistemas de Administração da Produção (SAP) de grande porte que mais têm sido implantados pelas empresas desde os anos 70 (CORREA e GIANESI, 1993, p. 104).

“Em 1971 a APICS (*Association Production and Inventory Control Society*) publica o ‘livro amarelo’ – *Material Requirements Planning by Computer* – de Wight e Plossl, iniciando a difusão maciça do MRP nos Estados Unidos” (NUNES, 1992, p. 22).

“Em 1979 a APICS publica o livro ‘*Master Production Scheduling – Principles e Practice*’ (MPS), formalizando a utilização de programação-mestre e iniciando a concepção MRPII, seguindo-se a partir de então uma série de publicações sobre o assunto” (NUNES, 1992, p. 22).

Harrison (HARRISON et. al, 1997) argumenta que, durante as décadas de 80 e 90, o sistema e o conceito do planejamento das necessidades de materiais expandiram e foram intergradadas a outras partes da empresa. Esta versão ampliada do MRP é conhecida atualmente como MRPII.

De acordo com Correa e Gianesi (1993), os objetivos principais dos sistemas de cálculo de necessidades são permitir o cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos dos clientes com mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção de itens componentes para que ocorram apenas nos momentos e nas quantidades necessárias, nem mais, nem menos, nem antes, nem depois. Os mesmos autores advogam que, o princípio básico do MRPII é o cálculo das necessidades, uma técnica de gestão que permite o cálculo das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos de manufatura (materiais, pessoas, equipamentos, etc), para que se cumpram os programas de entrega de produtos com um mínimo de formação de estoques.

Para o cálculo das necessidades de materiais, o sistema MRPII utiliza uma lista de materiais chamada de estrutura de produto, que contém todos os componentes e suas quantidades para fabricar um dado produto final. Através desta lista pode-se identificar os itens de demanda independente e os itens de demanda dependente.

A abordagem MRPII reconhece dois grandes grupos de itens dentro do sistema produtivo:

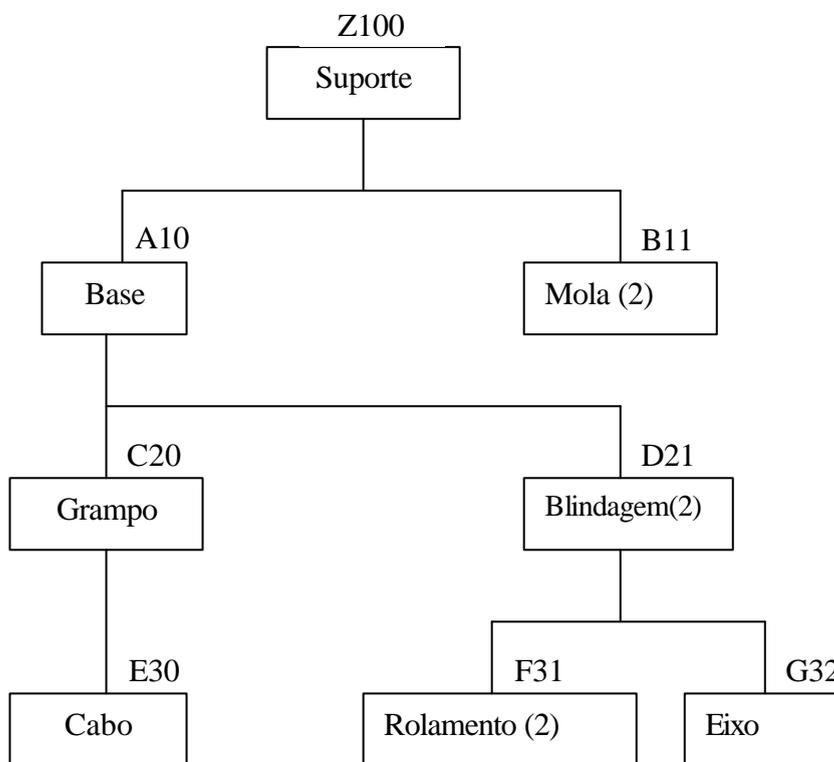
- itens com demanda independente: são aqueles cuja demanda não depende da demanda de nenhum outro item, ou seja, sua demanda é determinada pelo mercado. Os produtos acabados possuem demanda independente, pois sua demanda é vinculada a fatores externos a empresa. Da mesma forma, caso a empresa forneça ao mercado peças avulsas para montagem de produtos acabados, a demanda desse produto é internamente caracterizada como demanda independente;
- itens com demanda dependente: são aqueles cuja demanda dependa de algum outro item. Enquadram-se nessa categoria todas as matérias primas, as peças compradas, os componentes e os subconjuntos fabricados para montagem final. Somente existe demanda para um item de demanda dependente quando é necessária a fabricação dos itens de demanda independente.

Segundo Corrêa e Giansi (1993), a lógica da utilização do cálculo de necessidades, partiu da constatação desta diferença básica. Tradicionalmente, a gestão de todos os itens de estoque, fossem eles itens componentes, semi-acabados ou produtos finais, era feita pelas empresas, com base em modelos convencionais, como por exemplo, os de ponto de reposição e lote econômico. Segundo estes sistemas, a compra ou produção de determinado item deveria ocorrer, numa quantidade previamente definida, chamada de lote econômico, no momento em que o estoque do item baixasse a determinado nível chamado ponto de reposição.

Estes modelos tratam todos os estoques de forma indiscriminada, como se todos fossem de demanda independente. Isto significa que os itens de demanda dependente são tratados como se eles estivessem sujeitos a uma incerteza de demanda que na verdade não existe, pois pode-se calcular a demanda dependente como função da demanda de outro item.

O conceito de demanda dependente e independente é melhor compreendida, utilizando a estrutura de produto. Segundo Monks (1987), estrutura de produto é uma relação de todos os

materiais, componentes e submontagens necessários para montar uma unidade de um item final. A Figura 3.4 representa uma estrutura de produto para um suporte Z100.



a) Árvore da Estrutura do Produto

LISTA DE MATERIAIS			
Produto: Suporte Z100			Nível: 0
Item nº	Descrição	Quant.	Nível
A10	Base	1	1
C20	Grampo	1	2
E30	Cabo	1	3
D21	Blindagem	2	2
F31	Rolamento	2	3
G32	Eixo	1	3
B11	Mola	2	1

b) Lista da Estrutura do Produto

Figura 3.4: Exemplo de Estrutura de Produto. (MONKS, 1987, p. 323)

### 3.4.1.2 – Funcionamento do MRPII

“O MRPII é um sistema hierárquico de administração da produção, em que os planos de longo prazo de produção, agregados (que contemplam níveis globais de produção e setores produtivos), são sucessivamente detalhados até se chegar ao nível do planejamento de componentes e máquinas específicas”(VOLLMANN et al., 1992, apud CORRÊA e GIANESI, p. 116).

Spencer e Cox (1995) fizeram em estudo junto a 9 empresas americanas, cuja característica principal é o ambiente de manufatura repetitiva, com o objetivo de estudar os sistemas de planejamento e controle da produção. As empresas foram selecionadas baseadas na recomendação de *experts* em administração da produção, os quais consideraram as 9 empresas como excelência nos seus sistemas de planejamento e controle da produção. Na conclusão, os autores afirmam: “Enquanto muita da literatura atual sugere que, um sistema de planejamento e controle da produção único (MRP ou JIT ou TOC) é capaz de administrar um ambiente de manufatura repetitivo, resultados desse estudo sugerem que uma combinação de JIT ou TOC dentro de uma estrutura MRP, refletem com mais proximidade a realidade da administração da produção” (SPENCER e FOX, 1995).

Os relatos apresentados, reforçam a função estratégica desempenhada pelo SAP, especialmente no ambiente de manufatura repetitivo. Os sistemas MRPII, embora nascidos sob a ótica da abordagem convencional *Just in Case*, evoluíram muito e, atualmente, desempenham o papel de estrutura para um possível sistema híbrido, utilizando outras abordagens.

Para efeito do presente trabalho faz-se uma análise dos módulos normalmente existentes nos sistemas MRPII. Estes módulos têm diferentes funções e mantêm relações entre si. Segundo Corrêa e Gianesi (1993), os cinco principais módulos do MRPII são:

- a) módulo de planejamento da produção (*production planning*): este módulo ocupa-se de auxiliar a decisão dos planejadores quanto aos níveis agregados de estoques e produção período-a-período, baseando-se também em previsões de demanda agregada. É o nível mais agregado de planejamento de produção e por isso, pela agregação e moderada quantidade de dados detalhados, presta-se ao planejamento de mais longo prazo, podendo chegar a alguns anos. Como se tratam de dados agregados sobre a

produção de produtos diferentes, a unidade usada no planejamento é muitas vezes monetária;

- b) módulo de planejamento mestre de produção (*master production schedule* ou MPS): é um plano para a produção de itens produtos finais, período a período. Como tal, é uma declaração referente a produção de produtos finais e não uma declaração referente à previsão de demanda do mercado ou previsão de vendas. O MPS leva em conta limitações de capacidade identificadas (auxiliado por um mecanismo chamado *rough-cut capacity planning*, que é parte do módulo de planejamento das necessidades de capacidade), assim como a conveniência de se utilizar melhor a capacidade instalada. Segundo Corrêa e Gianesi (1993), isto significa que o MPS pode determinar que alguns itens sejam produzidos antes do momento em que sejam necessários para venda, e outros itens podem não ser feitos, ainda que o mercado se disponha a consumi-los. O MPS é o elo básico de comunicação entre os níveis mais agregados de planejamento (plano estratégico da empresa e plano de produção agregado) com a produção. O MPS é definido em termos de especificação de produtos e não em valores monetários. Isto se deve ao fato de que é a partir do MPS que se vão calcular as necessidades de componentes, capacidade produtiva, entre outros recursos. O planejamento de recursos (*rough cut plans*) envolve a análise do programa-mestre para determinar a existência de setores que possam representar possíveis gargalos no fluxo de produção. Por fim, “MPS deve agir como um amortecedor entre as variações de mercado e as necessidades da fábrica” (MOURA, 1989, p.184);
- c) módulo de cálculo de necessidade de materiais (*material requirements planning* ou MRP): de forma similar ao que ocorre com o MPS, o MRP também se baseia num registro básico que representa a posição e os planos com respeito à produção e estoques de cada item, seja um item de matéria-prima, semi-acabado ou acabado, ao longo do tempo. O MRP explode as necessidades dos produtos em necessidades dos diversos itens componentes, considerando as relações pai-filho entre itens (as relações pai-filho são, também, descritas por níveis). O fato de que programa suas ordens de produção sem verificar, durante o processo de programação, a disponibilidade ou não de recursos produtivos para executar as ordens programadas faz com que ele seja considerado um sistema de programação infinita (já que assume, por não considerar as restrições de capacidade, que a capacidade de produção do sistema em questão é infinita);

- d) módulo de cálculo de necessidade de capacidade (*capacity requirements planning* ou CRP): o planejamento da capacidade é tão importante como o planejamento dos próprios materiais. Sem identificar futuras necessidades de capacidade com antecedência suficiente para se poder provê-la ou sem ser capaz de identificar possíveis ociosidades futuras, os potenciais benefícios de um sistema de administração da produção não serão atingidos. Capacidade de produção insuficiente pode deteriorar o desempenho de uma empresa em termos de cumprimento de prazos. Por outro lado, capacidade produtiva em excesso pode representar custo desnecessário. O objetivo é não prosseguir com um plano-mestre que seja evidentemente inviável (em termos de capacidade de produção) até níveis mais detalhados de planejamento (explodindo o MRP, por exemplo). Não encontrada uma inviabilidade evidente do MPS, este é então explodido pelo módulo MRP em termos das necessidades de componentes, gerando-se ordens de compra e de produção para os itens;
- e) módulo de controle de fábrica (*shop floor control* ou SFC): é o responsável pelo seqüenciamento das ordens, por centro de produção, dentro de um período de planejamento e pelo controle da produção, no nível de fábrica. No MRPII clássico, é este módulo que busca garantir que o que foi planejado será executado da forma mais fiel possível. Segundo Corrêa e Gianesi (1993), sistemas baseados no planejamento e seguimento de ordens de produção, como o MRPII, particularmente o módulo em questão, baseiam-se no princípio de que a produção é do tipo *job shop*, caracterizado como uma produção com arranjo físico funcional (recursos agrupados por função), em que os itens têm roteiros de produção variados, passando por diferentes partes da fábrica onde sofrerão a seqüência de operações definida pela tecnologia envolvida. No entanto, o alto volume de informações de apontamento necessário, informando ao sistema detalhada, freqüentemente e precisamente o que ocorre na fábrica parece não ser compatível com a moderna visão gerencial de se eliminarem, tanto quanto possível, as atividades que não agregam valor ao produto. Neste sentido, parece haver uma tendência de as empresas tentarem fazer seus controles de fábrica de uma forma menos centralizada e formalizada, para isso se utilizando de ferramental mais simples que permita decisões locais, como o sistema *kanban*.

As interrelações dos módulos de MRPII's tradicionais, segundo diferentes autores, estão apresentadas nas Figuras 3.5 e 3.6.

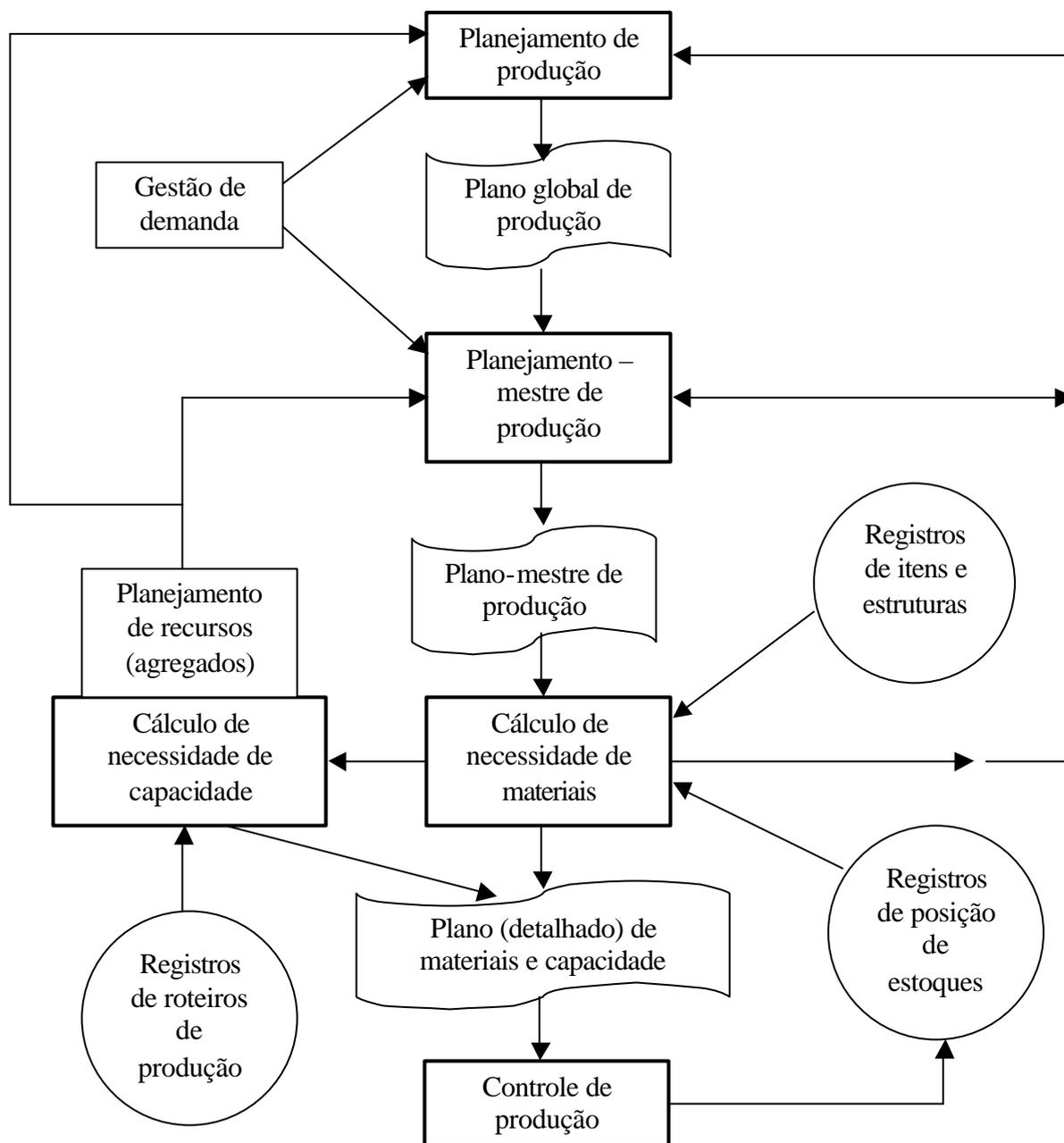


Figura 3.5: Inter-relações entre os módulos principais de um sistema MRPII Típico. (CORRÊA e GIANESI, 1993, p.117)

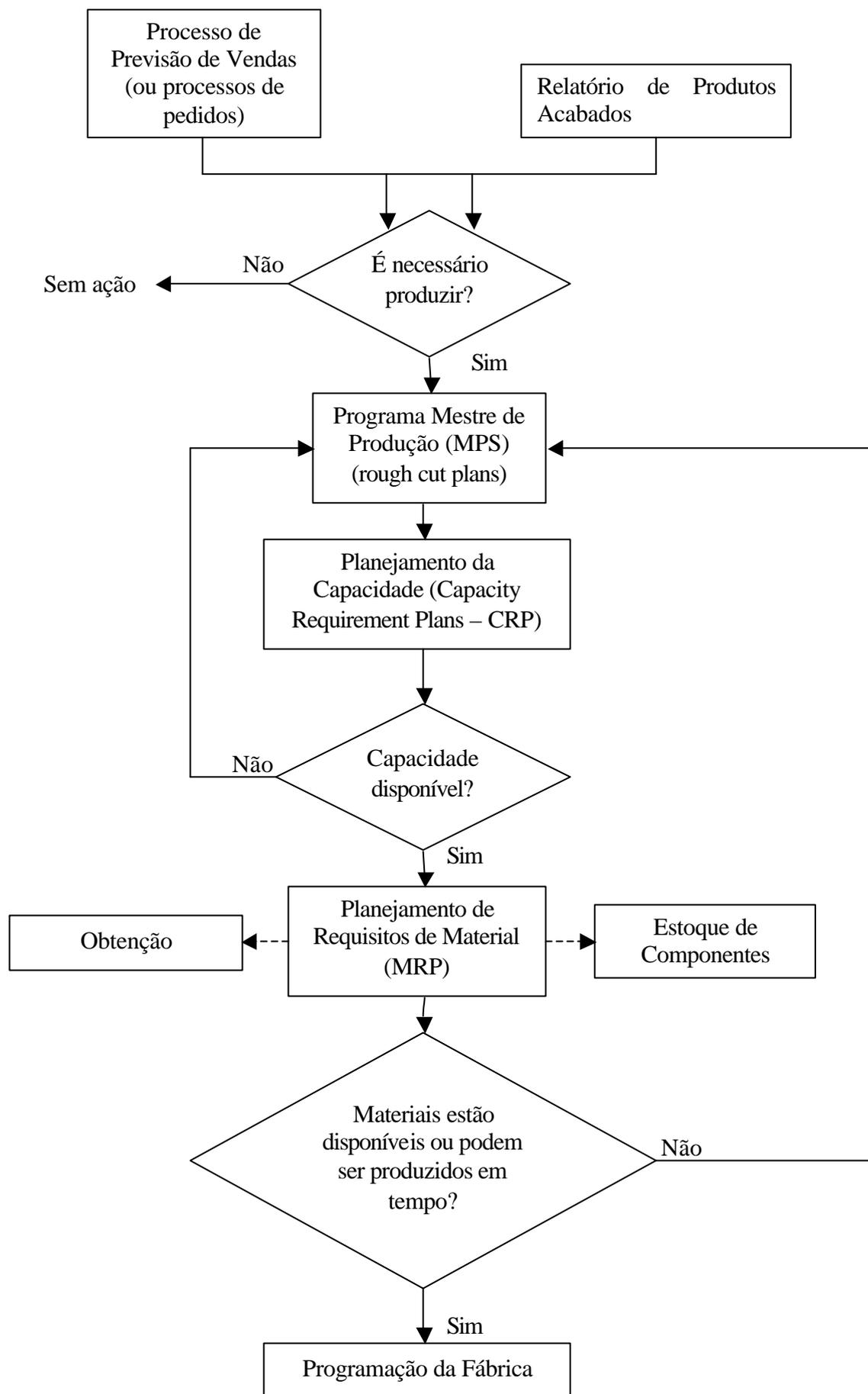


Figura 3.6: Tradicional MRPII. (ALDRIDGE e BETTS, 1995)

Os sistemas MRPII têm evoluído constantemente, melhorando os atuais módulos e, também, aumentando o número de módulos de acordo com a necessidade específica de cada organização. Aldridge e Betts (1995) citam uma empresa (no Reino Unido) que possui, em seu sistema MRPII, o módulo de cálculo das necessidades de materiais MRP funcionando com capacidade finita. Isto confere à manufatura uma maior confiabilidade ao plano de produção a ser cumprido no período. Dessa forma, o plano de produção pode ser aceito com maior segurança para atingir os níveis de saída e datas de entrega desejados.

Um ponto forte que pode ser explorado com o uso de sistemas MRPII, pertinente ao presente trabalho, é a habilidade que sistema MRPII tem em lidar com estruturas de produtos complexas e, também, com roteiros de fabricação complexos. Por exemplo, uma caixa de câmbio pode ser caracterizada por ter uma estrutura de produto complexa, pois possui um grande número de níveis e vários itens por nível. Por sua vez, alguns componentes de uma caixa de câmbio tem roteiros de fabricação complexos, com rotas passando por até 30 recursos diferentes (máquinas ou estação de processamento). Dessa forma, supondo que a mesma empresa produza dezenas de tipos de caixas de câmbio, o ambiente de manufatura é muito solicitado no objetivo de desempenho flexibilidade. Flexibilidade esta que pode ser alcançada, pelo menos parcialmente, pela operacionalização de um sistema MRPII. Nestas situações, um sistema MRPII se faz necessário para traduzir os pedidos e previsões em ordens de compra e produção de componentes, submontagens e produtos finais.

#### 3.4.2 – *Just in Time* – JIT

Pode-se dizer, de forma simplificada, que antes da crise do petróleo (anos 70), a determinação dos preços de venda era definida como (Shingo, 1996a e Ohno, 1997):

$$\text{Preço de venda} = \text{Custo de Produção} + \text{Lucro}$$

Nesse modelo, onde a demanda é maior do que a oferta, as empresas podiam transferir, pelo menos parcialmente, custos adicionais decorrentes da eventual ineficiência de seus processos de produção.

Atualmente, onde a oferta é maior do que a demanda, o preço passa a ser regulado externamente à empresa, ou seja, pelo mercado. Assim, na busca pela manutenção da

lucratividade ou até mesmo pela sua melhoria, muitas empresas têm, como alternativa, a possibilidade de atuar sobre seus custos. Esta lógica, passa a ser expressa da seguinte forma:

$$\text{Lucro} = \text{Preço de Venda} - \text{Custo de Produção}$$

Para a empresa obter lucros com esta nova equação, dado que o preço é fixado ou influenciado pelo mercado, é necessária uma rigorosa racionalização de seus custos de produção.

Este é o ponto de vista que orientou os japoneses na concepção de um novo modelo organizacional. Esse modelo concebido inicialmente na Toyota a partir da gestão de Taiichi Ohno, ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção. Outras nomenclaturas são adotadas para transmitir a mesma filosofia. Mais recentemente, referenciado como Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) a partir dos trabalhos de Womack (1992) e em empresas americanas como JIT/TQC (*Just in Time/Total Quality Control*). Para o desenvolvimento desse trabalho adotou-se a nomenclatura *Just in Time* – JIT ou, alternativamente, Sistema Toyota de Produção.

Na linguagem da engenharia de produção, consagrada pela Toyota, perdas são atividades completamente desnecessárias que geram custos, não agregam valor ao produto e que, portanto, devem ser imediatamente eliminadas.

O just in time JIT é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ela possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia-chave do JIT é a simplificação (HARRISON, 1997, p.474).

Analisando-se a citação, anteriormente apresentada, sob a ótica da estratégia da manufatura, pode-se traduzir os aspectos estratégicos da abordagem JIT. Por exemplo: no trecho “aprimorar a produtividade” pode-se traduzir o objetivo velocidade; no trecho “eliminar desperdícios” pode-se traduzir nos objetivos qualidade e custos; no trecho “balanço entre a flexibilidade” pode-se traduzir o objetivo flexibilidade; no trecho “nos momentos e

locais corretos” pode-se traduzir o objetivo confiabilidade. Dessa forma, pode-se perceber um certo compromisso entre os objetivos de desempenho na abordagem JIT.

Eliminar perdas significa analisar todas as atividades realizadas na fábrica e eliminar aquelas que não agregam valor à produção e conseqüentemente aos produtos. A classificação de perdas apresentada a seguir, baseia-se nas obras de Shingo (1996a e 1996b), Ohno (1997), Tubino (1999), Corrêa e Gianesi (1993) e Harrison et al.(1997):

- a) perda por superprodução (por quantidade e por antecipação): o JIT considera um desperdício o hábito de produzir antecipadamente à demanda, para o caso de os produtos serem requisitados no futuro. A produção antecipada, isto é, maior do que o necessário no momento, provém, em geral de problemas e restrições do processo produtivo, tais como: altos tempos de preparação das máquinas, induzindo à produção de grandes lotes; incerteza da ocorrência de problemas de qualidade e confiabilidade de equipamentos, levando a produzir mais do que o necessário; falta de coordenação entre as atividades (demanda) e a produção, em termos de quantidades e momentos; grandes distâncias a percorrer com o material, em função de um arranjo físico inadequado, levando à formação de lotes para a movimentação, entre outros. Assim, o JIT sugere que se produza somente o que é necessário no momento e, para isso, se reduza os tempos de *setup*, que se sincronize a produção com a demanda, que o layout da fábrica seja organizado em forma de células;
- b) perda por espera: o desperdício com o tempo de espera origina-se de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado. Essa perda também é proveniente das filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos. O JIT coloca a ênfase no fluxo de materiais e não nas taxas de utilização dos equipamentos. A sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento das linhas de produção contribuem para a eliminação desta perda. Este tipo de perda divide-se em três: perda por espera no processo (o lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior, até que o recurso seja disponibilizado para o início da operação); perda por espera do lote (é a espera que cada peça de um lote é submetida até que todas as peças do lote tenham sido processadas para, então, seguir para a próxima operação); perda por espera do operador (ociosidade gerada quando o operador é forçado a permanecer junto à

- máquina, de forma a acompanhar/monitorar o processamento, ou devido a desbalanceamento de operações);
- c) perda por transporte: a atividade de transporte e movimentação de materiais não agrega valor ao produto e é necessária devido a restrições do processo e das instalações, que impõem grandes distâncias a serem percorridas pelo material ao longo do processamento. Encaradas como desperdício de tempo e recursos, as atividades de transporte e movimentação devem ser, se possível eliminadas, ou reduzidas ao máximo, através da elaboração de um arranjo físico adequado que minimize as distâncias a serem percorridas. “A eliminação ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos pois, em geral, o transporte ocupa 45% do tempo de fabricação de um item.” (GHINATO, 1996, p. 37);
- d) perda no próprio processamento: no próprio processo produtivo pode estar havendo perdas que podem ser eliminados. Deve-se questionar, por exemplo, por que determinado item deve ser feito? ou então, qual a função dessa operação no produto? “É comum que os gerentes se preocupem em como fazer algo mais rápido, sem antes questionar se aquilo deve realmente ser feito” (CORRÊA e GIANESI, 1993, p. 68). Dessa forma torna-se importante à aplicação das metodologias de engenharia e análise de valor, que consistem na simplificação ou redução do número de componentes ou operações necessários para compor um determinado produto. Qualquer elemento que adicione custo e não valor ao produto é candidato à investigação e eliminação;
- e) perdas por movimentação: “um operador pode parecer ocupado porque ele está procurando uma caixa de componentes desaparecida ou indo até o escritório do supervisor para receber outra ordem de produção” (HARRISON et al., 1997, p. 480). As perdas por movimentação relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação. O JIT adota as metodologias de estudo de métodos e estudo do trabalho (estudo de tempos e movimentos), visando alcançar economia e consistência nos movimentos. “Tipicamente, a introdução de melhorias como resultado do estudo dos movimentos pode reduzir os tempos de operação em 10 a 20%.” (GHINATO, 1996, p. 39);
- f) perdas por produzir produtos defeituosos: problemas de qualidade geram os maiores desperdícios no processo. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar

materiais, disponibilidade de mão-de-obra e de equipamentos, movimentação e armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, etc. O JIT propõe a utilização de dispositivos a prova de erro (*poka-yoke* em japonês) na fabricação, os quais procuram evitar os erros causados pelo homem. A eliminação das perdas pois fabricação de produtos defeituosos depende da aplicação sistemática de métodos de controle na fonte, isto é, junto à causa-raiz do defeito;

- g) perda por estoque: os estoques além de ocultarem outros tipos de desperdícios, significam desperdício de investimento e espaço. A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter estoques. Isto pode ser feito reduzindo-se os tempos de preparação das máquinas e os *lead times* de produção e compras, sincronizando-se os fluxos de trabalho, reduzindo-se as flutuações de demanda, tornando-se as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade dos processos. “Segundo o JIT, pode-se distinguir uma companhia excelente de uma medíocre através do montante do estoque que ela carrega” (HARRISON et al., 1997, p. 480).

Gusmão (1998) percebe uma sinergia existente das propostas da abordagem JIT com a abordagem TOC. Ou seja, na medida que a TOC prega a eliminação das restrições que impedem o atingimento de suas metas, a abordagem JIT prega a completa eliminação dos desperdícios, como uma forma de manter a empresa competitiva. Assim, o mesmo autor infere que eliminação das restrições e combate aos desperdícios têm o mesmo objetivo.

Além do esforço de eliminação de desperdícios, a filosofia JIT tem a característica de não aceitação da situação vigente ou mesmo padrões arbitrários de desempenho. Na abordagem tradicional as metas costumam ser estáticas, ao menos para determinado período, geralmente o ano fiscal, após o qual podem ser alteradas visando aprimoramentos. As metas funcionam como padrões, com base nos quais é exercida a atividade de controle que procura minimizar os afastamentos que ocorrem em relação a estes padrões. O controle mantém o processo estável e mantém os resultados dentro das tolerâncias aceitáveis. (CORRÊA e GIANESI, 1993, p. 69)

Para Imai (1996), o princípio da melhoria contínua, conhecido como *Kaizen*, significa que nenhum dia deve se passar sem que a empresa melhore sua posição competitiva. Todos dentro da empresa são responsáveis por isso e devem trabalhar nesse sentido. Assim, um problema no ambiente de produção deve ser encarado como uma oportunidade de melhoria. O conceito de aprimoramento contínuo é uma parte-chave do sistema. O JIT estabelece seus

objetivos em termos de ideais, os quais a organização pode, numa interpretação literal, até nunca alcançar, no entanto a ênfase está na forma com a qual uma organização se aproxima desse estado ideal. Os japoneses costumam utilizar a nomenclatura “zero” para suas metas, a qual segundo o ponto de vista japonês não tem significado nulo mas sim de busca implacável da perfeição. As metas do JIT são:

- zero defeitos;
- zero estoques;
- zero de movimentações;
- zero de *lead time*;
- zero de tempos de *setup*;
- lotes unitários, etc.

De acordo com Ghinato (1996) a prática do *kaizen* depende do contínuo monitoramento dos processos, através da utilização do ciclo de Deming (ciclo PDCA). Este processo desenvolve-se a partir da padronização da melhor solução e subsequente melhoria deste padrão, garantindo que os pequenos e incrementais ganhos sejam incorporados às práticas operacionais. O mesmo autor defende que o *kaizen* é a melhoria incremental e contínua de uma atividade, focada na eliminação de perdas, de forma a agregar mais valor ao produto/serviço com um mínimo de investimento.

É fundamental que se perceba o desempenho superior da Toyota Motor Co. em relação aos seus competidores como resultado da aplicação sistemática e concatenada dos elementos componentes do Sistema Toyota de Produção. A rápida resposta à demanda do mercado não é consequência do uso do *kanban*; nem a mais alta produtividade da mão-de-obra resulta da utilização de células em “U”. Também não por causa do uso dos dispositivos *poka-yoke* que a qualidade dos automóveis Toyota é superior à de seus concorrentes. Os resultados obtidos pela Toyota decorrem da aplicação de um sistema de gerenciamento focado no atendimento das necessidades do cliente via eliminação total das perdas presentes na cadeia de valor. (GHINATO, 1996, p. 57)

O JIT propõe a redução dos tempos de *setup*, para alcançar suas metas. “O tempo de *setup* é definido como o tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a

produção da primeira peça boa do próximo lote” (HARRISON et al., 1997, p. 483). O mesmo autor faz a seguinte analogia: compare o tempo que você leva para trocar o pneu de seu carro com o tempo levado por uma equipe de Fórmula 1. Os tempos de *setup* podem ser reduzidos através de uma variedade de métodos, como, por exemplo, eliminar o tempo necessário para a busca de ferramentas e instrumentos, a pré-seleção de tarefas que retardam as trocas e a constante prática das rotinas de *setup*. Normalmente mudanças mecânicas relativamente simples nos mecanismos de fixação de ferramentas, moldes e dispositivos podem reduzir, significativamente, os tempos de *setup*.

Para reduzir o tempo de *setup*, Shingo (1996a) defende o uso da Troca Rápida de Ferramentas TRF, a qual é operacionalizada por nove técnicas, quais sejam:

- a) separação das operações de *setup* internas e externas: identificar claramente quais operações atuais devem ser executadas enquanto a máquina está parada (*setup* interno) e quais podem ser realizadas com a máquina funcionando (*setup* externo). Através, simplesmente, da separação e organização das operações internas e externas, o tempo de *setup* interno (parada inevitável da máquina) pode ser reduzidos de 30 a 50% (SHINGO, 1996, p. 82);
- b) converter *setup* interno em externo: este é o princípio mais poderoso no sistema TRF. Ferramentas pré-montadas de tal forma que uma unidade completa seja fixada à máquina, ao invés de ter que montar vários componentes, enquanto a máquina estiver parada. Preferencialmente, todos os ajustes deveriam ser executados externamente, de tal forma que o *setup* interno seja uma operação o mais rápida e simples possível;
- c) padronizar a função, não a forma: as padronizações da forma e do tamanho das matrizes, dispositivos e ferramentas podem reduzir os tempos de *setup* consideravelmente. No entanto, isso pode representar uma perda, na medida que a padronização teria como referência o maior item a ser montado. A padronização da função requer apenas uniformidade nas peças necessárias a operação do *setup* ;
- d) empregar fixadores rápidos: parafusos são os elementos mais comuns de fixação utilizados durante o *setup* , no entanto há um grande desperdício de tempo quando o operador está roscando ou desroscando os mesmos. “Quando diferentes tipos de parafusos são utilizados (Phillips, Allen, quadrados ou hexagonais), a situação se

complica ainda mais pela troca de chaves necessárias ao *setup*” (TUBINO, 1999, p. 128). O mesmo autor sugere as seguintes soluções:

- rever o projeto do ferramental através de uma análise estrutural, buscando reduzir o número de dispositivos de fixação ao mínimo possível;
  - padronizar os dispositivos de fixação, reduzindo a sua altura à mínima necessária para dar aperto e desaperto às ferramentas;
  - substituir os parafusos convencionais por dispositivos de fixação rápida: mecânicos, hidráulicos, pneumáticos, etc.
- e) usar operações paralelas: máquinas de grande porte envolvem posições de aperto e ajustes em todo o ser perímetro. Com apenas um operador executando o *setup*, muitos dos seus movimentos são realizados somente para se deslocar de um ponto para outro. No entanto, se um segundo operador é alocado, o tempo de *setup* é geralmente reduzido em mais do que 50%, devido a economia de movimentos;
- f) usar dispositivo intermediário: algumas das esperas ocorrem devido a ajustes durante o *setup* interno podem ser eliminados com o uso de dispositivos padronizados. Enquanto a peça fixada a um dispositivo está sendo processada, a próxima é centrada e fixada num segundo dispositivo. Quando a primeira estiver pronta, a peça presa ao segundo dispositivo é facilmente instalada na máquina para processamento;
- g) eliminar ajustes: “tipicamente, ajustes e testes-piloto são responsáveis por 50-70% do tempo de *setup* interno. A eliminação destes traz formidáveis economias de tempo” (SHINGO, 1996, p. 85). A suposição de que o ajuste é inevitável, leva a tempos desnecessariamente longos de *setup* interno e requer um alto nível de habilidade e experiência do operador. E, ainda, na fase de ajustes podem ocorrer que peças acabem ficando fora das especificações, gerando refugos e/ou retrabalhos.

“Os dois pilares do Sistema Toyota de Produção são o *just in time* e a automação com toque humano, ou automação. A ferramenta utilizada para operar o sistema é o *kanban*, uma idéia que tirei dos supermercados americanos.”(OHNO, 1997, p. 44)

De acordo com Ohno (1997) o *kanban* foi desenvolvido na década de 60 na Toyota Motors, com objetivo de tornar simples e rápidas as atividades de programação, controle e acompanhamento de sistemas de produção em lotes.

Tubino (1999), defende que o *kanban* é um dos elementos que diferenciam o planejamento e controle da produção JIT dos sistemas convencionais, caracterizando-se por no curto prazo “puxar” a produção, enquanto que os métodos tradicionais de programação da produção “empurram” um conjunto de ordens para serem feitas no período.

No sistema *kanban* de puxar a produção não se produz nada até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de determinado item. Dessa forma, a programação da produção usa as informações do Plano Mestre de Produção para emitir ordens apenas para o último estágio do processo produtivo, normalmente a montagem final, assim como para dimensionar as quantidades de *kanban* dos estoques em processo para os demais setores. À medida que o cliente de um processo necessita de itens, ele recorre aos *kanbans* em estoque nesse processo, acionando diretamente o processo para que os *kanbans* dos itens consumidos sejam fabricados e repostos aos estoques.

Tubino (1999) afirma que o *kanban*, na sua forma de agir, simplifica em muito as atividades de curto prazo desempenhadas pelo PCP dos sistemas de produção JIT, delegando-as aos próprios funcionários do chão de fábrica. Uma vez dimensionado o sistema *kanban*, está embutido em sua sistemática de funcionamento, as atividades de administração de estoques, seqüenciamento, emissão, liberação e acompanhamento e controle das ordens referentes a um programa de produção.

O sistema *kanban* pode ser adaptado para trabalhar em diferentes situações, porém existem algumas condições básicas simples que devem ser respeitadas. As seis regras formuladas por Ohno (1997), são as seguintes:

- regra 1: o processo subsequente (cliente) deve retirar do processo precedente os itens de sua necessidade apenas nas quantidades e no tempo certo;
- regra 2: o processo precedente produz itens na quantidade e na seqüência indicada pelo *kanban*;

- regra 3: nenhum item é produzido ou transportado sem um *kanban* (impedir a superprodução e os transportes excessivos);
- regra 4: o *kanban* deve funcionar como uma ordem de fabricação afixada nos itens;
- regra 5: produtos defeituosos não devem ser enviados ao processo seguinte (impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz);
- regra 6: o número de *kanbans* deve ser continuamente reduzido para aumentar a sensibilidade aos problemas existentes.

Segundo Harrison et al. (1997), o JIT não se sente confortável com alta complexidade. Ele desempenha melhor nos casos em que as estruturas de produto são relativamente simples, a demanda é relativamente previsível (preferencialmente nivelada) e os fluxos de materiais são claramente definidos. Para o mesmo autor a complexidade de estruturas já contraria a necessidade de simplicidade do JIT.

Um enfoque interessante do JIT consiste em interpretá-lo na ótica da estratégia de manufatura (objetivos de desempenho da manufatura). No surgimento e consolidação do JIT as metas centrais envolviam: a) atender as necessidades do mercado onde estava inserido a Toyota, que não era um mercado de produção em massa do tipo fordista (objetivo em flexibilidade); b) reduzir os custos de produção via um ataque sistemático das sete perdas, entre as quais a perda por superprodução era central (objetivo em custo e confiabilidade); c) produzir em pequenos lotes de produção e, por conseqüência, com baixo *lead time*, para atender as necessidades do mercado – redução do tempo de *setup* – (objetivo em velocidade); produzir com zero defeito, pois o JIT é fortemente baseado na lógica da sincronização (qualidade).

### 3.4.3 – Teoria das Restrições - TOC

A Teoria das Restrições TOC (*Theory of Constraints*), desenvolvida pelo físico israelense Eliyahu Goldratt nos anos 80, “pode ser aplicada ao gerenciamento de sistemas de produção” (OLIVEIRA, 1997).

De acordo com Goldratt (1989), a Teoria das Restrições parte do pressuposto que a soma dos ótimos locais é diferente do ótimo global. Isto mostra claramente que o pensamento do criador da TOC contemplava a visão sistêmica da empresa. Rahman (1998) resume o conceito da TOC como:

- todo sistema tem pelo menos uma restrição;
- a existência de uma restrição representa uma oportunidade de melhoria.

“A TOC assume que a meta de uma organização é ganhar dinheiro agora e no futuro”(RAHMAN, 1998). Considera também que a manufatura deve alcançar esta meta através dos seguintes elementos:

- a) fluxo (*throughput*): é a taxa segundo a qual o sistema gera dinheiro através da venda de seus produtos (produtos produzidos, mas não vendidos são classificados como estoque);
- b) estoque (*inventory*): quantificado pelo dinheiro que a empresa investe nos produtos que pretende vender (matéria-prima);
- c) despesa operacional (*operating expenses*): todo o dinheiro que o sistema gasta para transformar estoque em fluxo.

Corrêa e Giansesi (1993) defendem que, haveria vantagens em adotar os objetivos referentes a fluxo, estoque e despesa operacional ao invés dos tradicionais lucro líquido, retorno sobre o investimento e fluxo de caixa. “Seria mais fácil para as pessoas ligadas à manufatura, associar suas ações e decisões aos novos objetivos do que associa-los a objetivos tradicionais, podendo, tomar decisões no sentido de atingir o objetivo supra ‘ganhar dinheiro’ para a empresa” (CORRÊA e GIANESI, 1993, p. 144).

Visando atingir a meta na empresa, os princípios da TOC direcionam o foco para processos de melhoria contínua. Estes princípios consistem em cinco passos, que são descritos em Goldratt (1996):

- passo 1: identificar a(s) restrição(ões) do sistema. Elas podem ser físicas (materiais, máquinas, pessoas, nível de demanda) ou gerenciais. Geralmente, as organizações têm poucas restrições físicas, no entanto, muitas restrições gerenciais na forma de políticas,

procedimentos, normas e métodos. As restrições podem ser internas ou externas. Por exemplo, quando a demanda de dado *mix* de produtos é maior do que a capacidade de produção tem-se um gargalo de produção. De forma análoga, quando a capacidade de produção é superior à demanda do mercado, tem-se uma restrição no mercado;

- passo 2: utilizar da melhor forma possível a restrição do sistema. Se a restrição é física, o objetivo é explorar este recurso gargalo o mais eficientemente possível. No caso de restrição gerencial, a alternativa seria substituir esta restrição por uma política que suporte o incremento de fluxo (*throughput*);
- passo 3: subordinar todos os demais recursos à decisão tomada no passo 2. Isto significa que todos os outros recursos do sistema (não gargalos) devem estar ajustados a suportar a máxima eficiência do recurso gargalo. A lógica deste passo, independentemente da restrição ser externa ou interna, consiste em evitar as perdas e contabilizar um maior fluxo. Uma restrição não alimentada é uma ameaça ao ganho, e o excesso de material acumulado na frente do recurso restrição é um desperdício com inventário;
- passo 4 elevar a capacidade da restrição: se a restrição for interna (gargalo), um rigoroso esforço deve ser feito para melhorar seu desempenho. É importante não confundir este passo com o segundo passo. Num primeiro momento deve-se explorar aquilo que o sistema nos oferece, para depois pensar em elevar a capacidade do sistema;
- passo 5: se nos passos anteriores uma restrição for quebrada/eliminada, volte ao passo 1. Este passo garante que a inércia não se torne uma restrição do sistema. Este passo também faz da TOC um processo contínuo. Alguma outra entidade restringirá o desempenho do sistema, seja ela interna ou externa, seja ela física ou gerencial. Por exemplo, após uma restrição de capacidade ter sido eliminada, todo o sistema deve ser revisto eliminando-se a possibilidade de permanecerem restrições de ordem gerencial ou política.

O paradigma da logística, nesse caso manufatura sincronizada, segundo a ótica da TOC desenvolveu um software de programação da produção chamado de OPT (*Optimized Production Technology*), o qual é baseado nas nove regras (CORREA e GIANESI, 1993; RAHMAN,1999):

- (1) balanceie o fluxo e não a capacidade: a abordagem tradicional era a de balancear a capacidade e então tentar estabelecer um fluxo de materiais suave, se possível contínuo. O OPT advoga contra o balanceamento da capacidade e a favor de um balanceamento do fluxo de produção na fábrica. Isto só pode ser feito identificando-se os gargalos do sistema como um todo;
- (2) a utilização de um recurso não-gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema (por exemplo, um gargalo): “a capacidade total da fábrica é igual a capacidade do(s) gargalo(s) de produção. Desta forma, o desempenho econômico da organização está diretamente relacionado com o(s) recurso(s) gargalo(s)” (JUNIOR, 1998, p.171);
- (3) utilização e ativação de um recurso não são sinônimos: nesta ótica um recurso está em utilização quando contribui para o atingimento dos objetivos da TOC (gerar ganho para a empresa). Ativar um recurso não-gargalo mais do que o suficiente para alimentar um recurso-gargalo limitante não contribui para os objetivos da TOC, e nesse caso, o recurso não gargalo estaria apenas em ativação e não em utilização;
- (4) uma hora ganha num recurso-gargalo é uma hora ganha para todo o sistema: em operações que envolvem máquinas-gargalo, é importante reduzir o tempo de preparação, operação e inspeção, permitindo assim que o fluxo aumente;
- (5) uma hora ganha num recurso não-gargalo não é nada, é apenas uma miragem: “numa operação que envolve recursos não-gargalos, não há benefícios tão evidentes da redução dos tempos de preparação. De fato, haveria até a conveniência de se usar o tempo ocioso para fazer maior número de preparações, pois dessa forma os lotes seriam menores” (CORRÊA e GIANESI, 1993, p. 148);
- (6) o lote de transferência pode não ser e, freqüentemente, não deveria ser, igual ao lote de processamento: para a TOC, o lote de transferência é sempre uma fração do lote de processamento. Para a TOC, quantidades de material processado podem ser transferidas para uma operação subsequente mesmo antes que todo o material do lote de processamento esteja processado;

- (7) o lote de processamento deve ser variável e não fixo: ao contrário do que ocorre na maioria dos sistemas tradicionais, o tamanho dos lotes de processamento na TOC é uma função da fábrica e pode variar de operação para operação;
- (8) os gargalos governam o fluxo (*throughput*) e estoques (*inventories*): os gargalos definem o fluxo do sistema produtivo porque são o limitante de capacidade. Entretanto, são também os principais condicionantes dos estoques, pois estes são dimensionados e localizados em pontos tais que consigam isolar os gargalos de flutuações geradas por recursos não-gargalo que os alimentam;
- (9) a programação de atividades e capacidade produtiva devem ser considerados simultaneamente e não sequencialmente: os *lead-times* são um resultado da programação e não podem ser assumidos a priori. Segundo a TOC, com base nas limitações do recurso-restrição, estabelece-se prioridades na ocupação dos recursos determinando a seqüência de operações das máquinas. O *lead-time* é o resultado deste seqüenciamento.

De acordo com Goldratt (1989) podem existir numa empresa de manufatura alguns recursos cuja capacidade seja inferior à demanda do mercado. No ambiente de manufatura estas restrições podem ser: restrições quanto ao fornecimento, restrições impostas pelas políticas das empresas, restrições devido à confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, restrições de capacidade do processo produtivo, etc.

“Um dos pontos considerados fortes do sistema OPT refere-se à maneira que ele programa as atividades. A programação do OPT é baseada nos nove princípios apresentados.” (CORREA e GIANESI, 1993, p. 155). A forma que o OPT utiliza para sincronizar as atividades é descritas na literatura como a lógica do Tambor-Pulmão-Corda (*drum-buffer-rope*). Dentro dessa lógica, os recursos com menor capacidade, ou seja os gargalos, devem ser considerados como ditadores do ritmo da empresa – o Tambor. De acordo com Junior (1998), uma vez localizado o recurso crítico – o Tambor (gargalo) – os recursos que antecedem o mesmo serão puxados com um ritmo igual, ou um pouco superior, ao ritmo do gargalo (ou seja, programação para trás – *backward*). Após o gargalo, os componentes (peças) serão empurrados até o final do sistema produtivo (ou seja, programação para frente – *forward*).

Para não por em risco a chegada dos materiais no gargalo, o mesmo deve ser protegido contra incertezas ambientais. Essa proteção, na ótica da TOC, chama-se pulmão (*buffer*). Para

Corrêa e Giancesi (1993), o pulmão deve estar dimensionado para um estoque mínimo de dois dias. O pulmão garante certo tempo de abastecimento do gargalo, de modo que as perturbações que ocorrem nas operações que antecedem o gargalo, não ultrapassem os tempos do pulmão.

Os gargalos controlam, também, os estoques ao longo do processo produtivo. Isto é obtido com o último elemento sincronizador, a corda. O objetivo da corda é sinalizar a necessidade de entrada de materiais para a alimentação do gargalo. As matérias-primas só são admitidas no sistema para começarem a ser processadas, sincronizadamente, de acordo com as necessidades futuras (nas quantidades precisas e no momento certo) de chegada de material nos estoques protetores do gargalo (pulmão). “Trata-se de uma lógica de ‘puxar’ a produção semelhante à lógica do *kanban* de disparo” (JUNIOR, 1998, p. 184).

Noreen et al., defende que a TOC, isoladamente, talvez nunca chegue a fazer um aprimoramento das operações não-restrições, algo que pode ser viável em algumas circunstâncias. Mas se o ponto forte da TOC é a atenção às restrições, então é conveniente que a implantação do JIT inicie exatamente por elas. Esta análise sugere alguma sinergia entre as abordagens TOC e JIT.

Um objetivo de desempenho que parece ser explorado de forma eficaz na abordagem da TOC, é a confiabilidade. Por exemplo, os *lead times* de produção do OPT não são assumidos a priori, mas são o resultado do processo de simulação levando em consideração as restrições (gargalos) do ambiente de manufatura. Também garante confiabilidade (neste caso de entrega) o pulmão que a TOC assume como necessário no recurso gargalo, que é quem determina o ritmo da produção.

Os objetivos de desempenho flexibilidade e velocidade, também, são tratados de forma importante pela TOC, pois na medida que a abordagem TOC assume que as restrições devem ser eliminadas sucessivamente, está se gerando um ambiente ágil, flexível e propenso à melhoria contínua. Inclusive a técnica de que o lote de transferência pode não ser igual ao lote de processamento, também gera flexibilidade e velocidade no ambiente de manufatura.

### 3.5 – Elementos para a Escolha dos SAP

Os Sistemas de Administração da Produção representam uma parte crítica da função de manufatura dentro das organizações. A escolha estratégica de qual sistema é mais adequado para cada situação e a gestão dos SAP devem estar ligadas e coerentes com os objetivos estratégicos da manufatura e com o tipo do processo produtivo envolvido.

“A adequada escolha e gestão dos diversos tipos de recursos – estruturais (humanos e tecnológicos) e infra-estruturais (organizacionais, sistemas de informação e de apoio a decisão) – é condição essencial para uma boa gestão estratégica das organizações” (CORRÊA e GIANESI, 1993, p. 167).

O presente trabalho assume que, a forma como as empresas competem varia conforme o segmento de mercado que elas pretendem atingir e que isto deve se refletir nas decisões sobre seus investimentos em recursos estruturais e infra-estruturais. Dessa forma, para que uma empresa possa tomar decisões adequadas quanto a seu SAP, é importante que ela tenha uma visão muito clara do negócio no qual está envolvida, qual é o seu foco de atuação e qual(is) sua(s) principal(is) competência(s) a ser(em) explorada(s) como vantagem competitiva.

Há uma grande variedade de objetivos e políticas que as diferentes empresas podem estabelecer como sua meta. Pelo menos parcialmente, estas diferenças refletem as diferenças entre os vários segmentos de mercado que elas tentam atingir, as quais podem incluir: as diferentes necessidades quanto aos tipos de produtos, o *mix* de produtos, os tamanhos dos pedidos dos clientes, o nível, a quantidade e a frequência das alterações no projeto do produto, exigências quanto a precisão dos prazos de entrega, entre outras.

O entendimento destas diferenças é crucial para a correta formulação de uma estratégia de manufatura, pois os diferentes segmentos demandam diferentes níveis de desempenho nos diferentes critérios (qualidade, custo, confiabilidade, flexibilidade, velocidade) que o sistema de manufatura pode influenciar.

De acordo com Corrêa e Gianesi (1993), não parece ser possível identificar um único SAP que seja melhor para todas as situações e também não parece ser possível associar direta e simplesmente a adequação dos SAP com os critérios competitivos que determinada

organização pretende perseguir. Dessa forma é importante perceber que a escolha do SAP depende de várias variáveis. Segundo Corrêa e Giansi (1993), essas variáveis são:

- variedade de produtos ou *mix* produtos – refere-se à quantidade de produtos diferentes constantes da linha de produtos da organização. Normalmente, fábricas com menor variedade de produtos contam com equipamentos mais especializados que produzem maiores volumes de produção por produto. Por outro lado, fábricas com maior variedade tendem-se a ser mais flexíveis, produzindo um volume menor por produto;
- nível de controle / horizonte de planejamento – indica qual o conjunto de tarefas de controle de produção se está considerando. Alto nível de controle significa coordenar o fluxo de materiais para os diversos setores da fábrica e indicar quais níveis globais de saída são esperados em períodos futuros. Médio nível de controle significa a alocação, de forma mais desagregada, de ordens de produção para os diversos setores da fábrica. Baixo nível de controle significa o monitoramento detalhado e reajustamento das atividades no nível de recursos individuais da fábrica;
- complexidade dos roteiros – refere-se a quão complexos e variados são os roteiros de máquinas ou setores pelos quais passam as ordens de produção. Roteiros menos complexos definem fluxos de produção preferenciais ou de ocorrência mais frequente favorecendo o arranjo físico por produtos (por exemplo, células e linhas). Já quando se têm roteiros muito complexos e variados, há menor tendência de que se definam roteiros ou fluxos preferenciais. Ao sair de cada etapa do processo, as ordens podem ter de ir a vários destinos, com probabilidades similares. Neste caso, em geral, a fábrica adota um arranjo físico funcional (*job shop*), em que se agrupam as máquinas similares (por exemplo, fresas, tornos, furadeiras, retíficas, prensas, etc);
- introdução de novos produtos – a principal ênfase deve ser dada para quão diferentes são os novos produtos introduzidos e não para o quão freqüente são estas introduções. “A freqüência de introduções de novos produtos não parece ser tão discriminante quanto a escolha do SAP, quanto o grau de diferença entre os produtos existentes e os produtos introduzidos” (CORRÊA e GIANESI, 1993, p. 170);
- complexidade das estruturas – refere-se a forma das estruturas dos produtos que devem ser gerenciadas pelos SAP. Estruturas são ditas mais complexas quanto maiores forem tanto o número de níveis quanto o número itens por nível que apresentam.

Estruturas que apresentam muito poucos níveis (mais horizontais, na forma) ou muito poucos itens por nível (mais verticais, na forma) são consideradas menos complexas;

- variabilidade dos *lead time* envolvidos – a variação dos *lead times* de processo está relacionada à situação da fábrica. Se o *mix* de produtos da organização muda muito freqüentemente, é provável que a situação das ordens na fábrica possa sofrer, também, mudanças freqüentes. Se isto ocorre, a situação das filas das ordens aguardando processamento muda ao longo do tempo e, portanto, o tempo que as ordens gastam nas filas também muda. Conseqüentemente, no caso de o *mix* de produção variar pouco, espera-se que os *lead times* envolvidos sejam também mais constantes ao longo do tempo;
- centralização da tomada de decisões – refere-se ao grau de divisão da responsabilidade pela tomada de decisão no processo de planejamento e controle. Um processo muito centralizado é aquele no qual os operadores, por exemplo, são apenas cumpridores de um programa definido de forma centralizada. Seu papel no processo é tentar fazer a produção aderir o máximo possível ao programa estabelecido. Um sistema menos centralizado conta com um certo discernimento e responsabilidade, por parte dos operadores, para interferir no processo de estabelecimento dos programas (além do mero cumprimento dos programas);
- favorecimento do processo de melhoria contínua – indica o grau segundo o qual o SAP analisado favorece o processo de melhoria contínua do sistema produtivo. Se um SAP assume variáveis (como os níveis de refugos/retrabalhos, tempos de *setup*, entre outros) como dados de entrada, sem questioná-los ou prover mecanismos de melhoramento, considera-se que o SAP favorece pouco o processo de melhoria contínua do sistema produtivo. No caso de o SAP ter mecanismos de questionamento e melhoria dos parâmetros, agindo ativamente em relação a eles, considera-se que o SAP privilegia o processo de melhoria contínua da produção;
- complexidade do sistema – significa quão complexo é o SAP, quão complexos são seus algoritmos e suas sistemáticas de cálculo. Uma indicação desta complexidade se consegue, fazendo a seguinte pergunta: "Se quiséssemos desenvolver o sistema todo, aí incluídos programação do *software* de apoio, treinamento dos envolvidos e implantação, quão complexa seria esta tarefa?" (CORRÊA e GIANESI, 1993, p. 171).

Este indicador pode dar uma idéia da complexidade de se alterar o sistema para adaptá-lo às necessidades da empresa.

A Figura 3.7 apresenta as regiões consideradas, a princípio, mais adequadas para o uso dos três Sistemas de Administração da Produção abordados neste trabalho.

Outros autores corroboram com as análises feitas por Corrêa e Gianesi (1993) na Figura 3.7. Na Figura 3.8, Harrison et al. (1997) fazem uma distinção entre a complexidade dos roteiros de produção e a estrutura de produtos, como um determinante da adequação do Sistema de Administração da Produção. Harrison et al. (1997) sugerem, também, outra matriz para determinar a adequação do Sistema de Administração da Produção. Desta vez, as dimensões são o tipo de ambiente de produção (variedade e volume) e o nível de controle em questão. A Figura 3.9 ilustra esta abordagem.

Variedade dos produtos	(baixa)	JIT	MRPII / TOC	(alta)		
Complexidade dos roteiros	(baixa)	JIT	MRPII/TOC	TOC	(alta)	
Novos produtos introduzidos	(similares)	JIT	MRPII / TOC	TOC	(diferentes)	
Complexidade das estruturas	(baixa)	JIT	JIT/TOC	MRPII/TOC	MRPII	(alta)
Variabilidade dos <i>lead time</i>	(baixa)	JIT	MRPII	TOC	(alta)	
Nível de controle	(baixa)	JIT	MRPII / TOC	MRPII	(alta)	
Centralização na tomada de decisões	(baixa)	JIT	MRPII	MRPII/TOC	(alta)	
Favorecimento de melhoria contínua	(baixa)	MRPII	TOC	JIT	(alta)	
Simplicidade do sistema	(baixa)	TOC	MRPII	JIT	(alta)	

Figura 3.7: Aplicação dos três SAP depende de várias considerações. (CORRÊA e GIANESI, 1993)

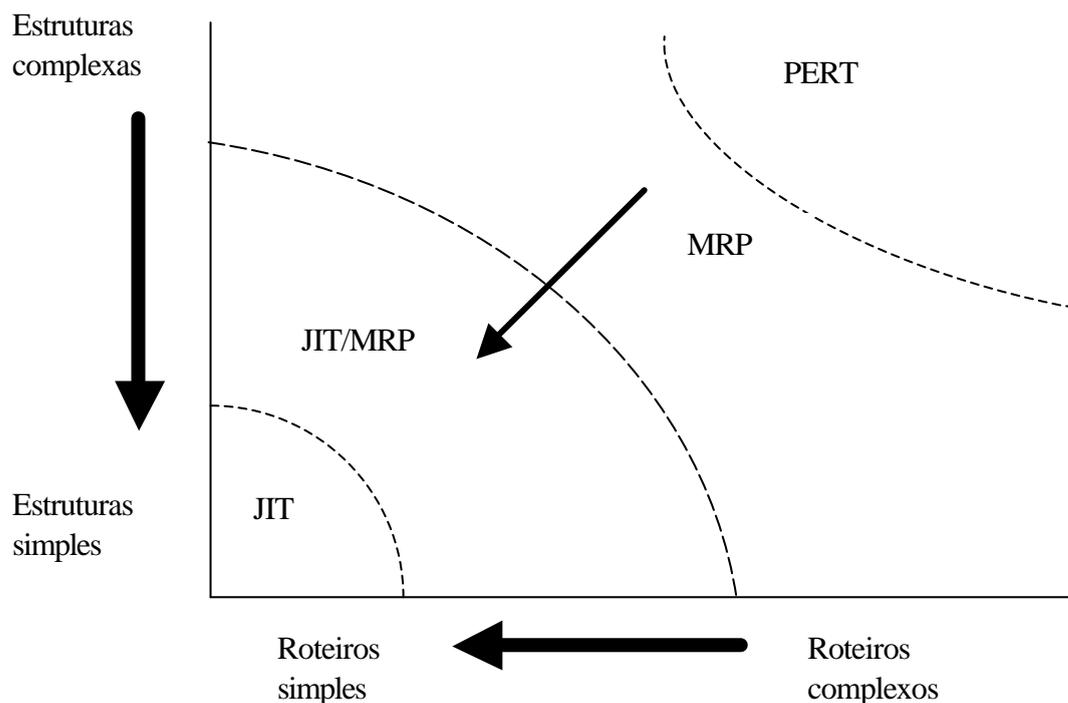


Figura 3.8: Complexidade de estruturas e roteiros como determinante da adequação do SAP. (HARRISON et al., 1997)

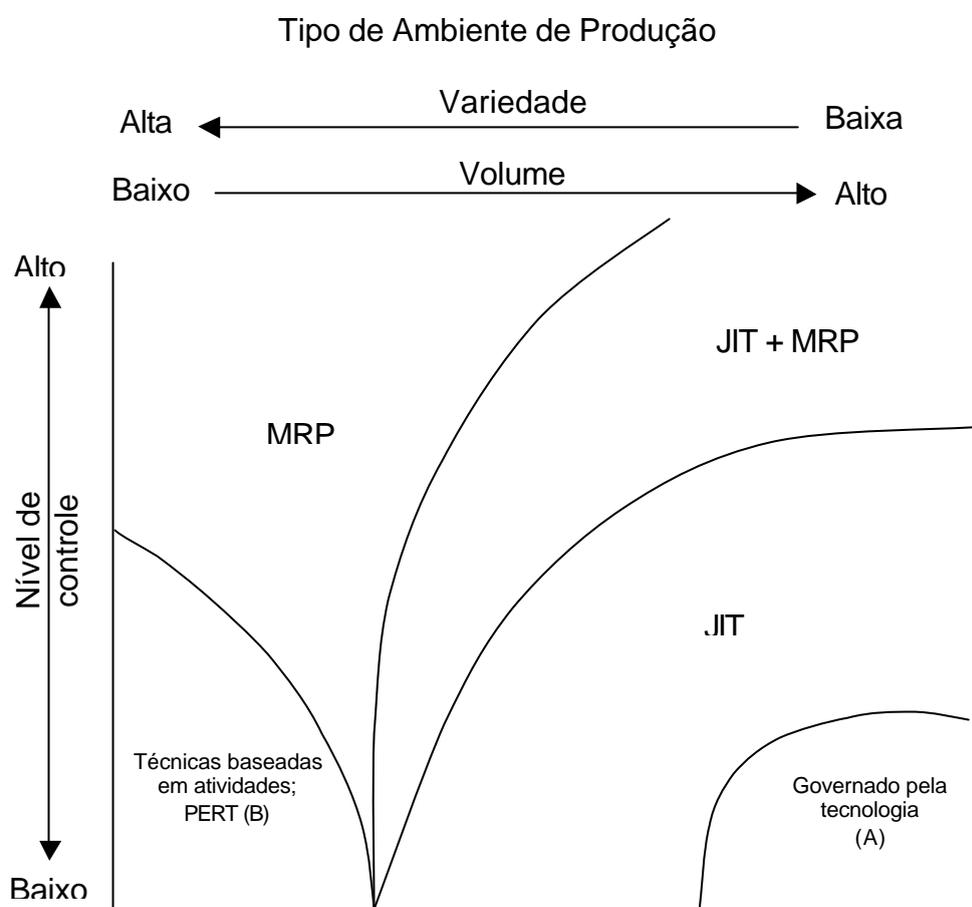


Figura 3.9: O tipo de ambiente de produção e o nível de controle como determinante da adequação do SAP. (HARRISON et al., 1997)

Slack (1993), baseado nos trabalhos de Harrison et al. (1997), juntou as abordagens da complexidade dos roteiros de produção e a estrutura de produtos com as outras duas dimensões (tipo de ambiente de produção e o nível de controle). A Figura 3.10 mostra essa nova abordagem proposta por Slack (1993).

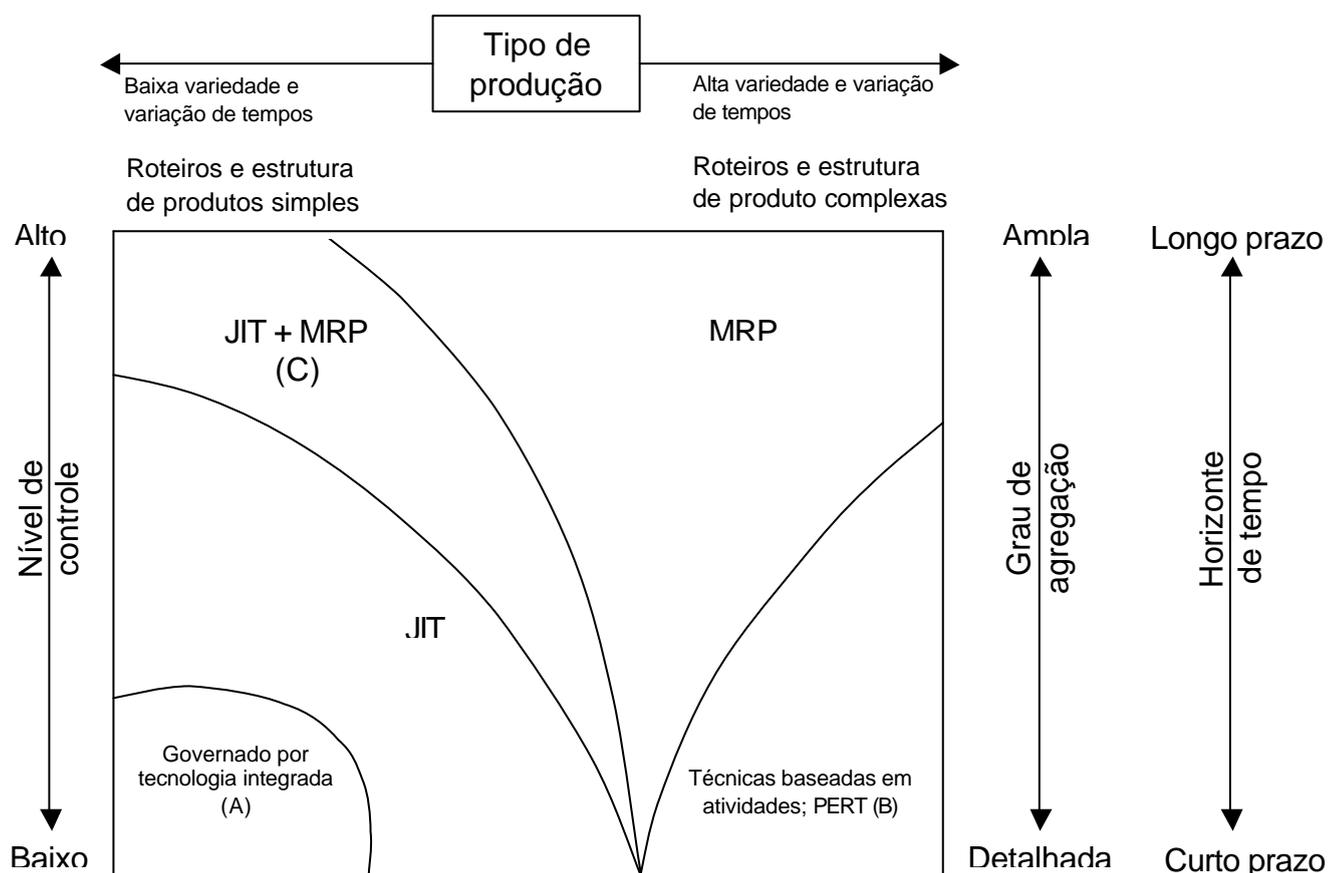


Figura 3.10: Matriz complexidade da manufatura e nível de controle como determinante da adequação do SAP. (SLACK, 1993)

Pode-se, agora, converter as Figuras 3.7, 3.8, 3.9 e 3.10 num quadro que estabelece a correlação entre os objetivos de desempenho da manufatura e variáveis do ambiente da manufatura, como mostra a Figura 3.11.

A correlação estabelecida é quantificada em função do grau de influência que a variável do ambiente da manufatura tem sobre um determinado objetivo de desempenho. Essa influência é categorizada empregando-se pesos numéricos, como segue:

- peso 1: pouca ou nenhuma influência;
- peso 3: baixa influência;
- peso 6: média influência;
- peso 8: alta influência;
- peso 10: altíssima influência.

		Objetivos de desempenho da manufatura				
		Qualidade	Velocidade	Confiabilidade	Flexibilidade	Custo
Variáveis do ambiente de manufatura	Variedade de produtos ( <i>mix</i> )	3	8	3	10	6
	Complexidade de roteiros	6	10	8	8	6
	Introdução de Novos produtos	6	8	6	10	6
	Complexidade das estruturas	8	8	8	8	6
	Variabilidade dos <i>lead times</i>	3	10	8	8	8
	Favorecimento de melhoria contínua	10	10	10	10	10

Figura 3.11: Correlação entre objetivos de desempenho da manufatura e variáveis do ambiente da manufatura.

A seguir é apresentada a fundamentação dos pesos da correlação mostrados na Figura 3.11:

- variedade de produtos: há uma altíssima influência dessa variável sobre a flexibilidade, pois com o aumento da variedade de produtos exige uma manufatura mais flexível para lidar com diferentes produtos e diferentes demandas. Exige uma mão-de-obra multifuncional e capaz de aprender rápido, exige equipamentos capazes de processar uma maior gama de produtos, etc. A variedade de produtos tem uma alta influência na velocidade, pois o aumento do *mix* de produtos gera mais preparações das máquinas, um maior fluxo de informações, um maior número de documentações técnicas, e tudo isso influencia o *lead time* total do produto. A qualidade e a confiabilidade podem também ser afetadas (peso 3), porque todos os aspectos anteriormente citados vão gerar uma turbulência no ambiente de manufatura, que se não for bem gerenciada, pelo Sistema de Administração da Produção, podem ocasionar mudanças na qualidade do produto. O custo, na verdade, não é influenciado pela variabilidade de produtos, mas sim para gerar flexibilidade nos recursos da manufatura necessária para um dado *mix* de produtos (ver Figura 2.2);
- complexidade de roteiros: há uma altíssima influência da variável complexidade de roteiros produtivos sobre a velocidade, pois roteiros complexos são sinônimos de rotas produtivas que passam por um grande número de máquinas/equipamentos/setores o que gera inúmeros *setups*, esperas de lote, esperas no processo. Quanto maior número de operações é sabido que a probabilidade de ocorrerem problemas relativo a qualidade também é maior, o que pode gerar perda de velocidade. Quanto maior o número de máquinas que um produto passar maior a probabilidade de ocorrerem falhas no equipamento e, também, a probabilidade é maior de encontrar uma máquina indisponível, etc. Os objetivos de desempenho confiabilidade e flexibilidade são igualmente influenciados, pois se muitos produtos do *mix* da empresa tiverem alta complexidade de roteiros, certamente, acontecerá que dois ou mais itens tenham a mesma probabilidade de serem processados pela mesma máquina ao mesmo tempo. Dessa forma, fica influenciado a confiabilidade de data de entrega, pois um dos dois itens terá que esperar pelo outro ser processado antes. Por outro lado, é possível contornar essa questão criando maior flexibilidade nas máquinas, para minimizar os gargalos reais e potenciais da manufatura, através de algumas ações: aquisição de mais máquinas; aprimorar o método/processo

agrupando operações feitas em diversas máquinas em apenas uma máquina; aumentar as funções das máquinas, etc. A qualidade pode ser afetada, pois quanto mais longas as rotas produtivas, mais tempo o produto permanecer no chão de fábrica, por mais recursos e funcionários atuarem na consecução do produto maiores serão os riscos associados à qualidade. Um exemplo real: um certo item por sofrer um grande número de operações (34 operações), acabou sendo entregue ao cliente faltando duas delas;

- introdução de novos produtos: há uma altíssima influência da variável introdução de novos produtos sobre a flexibilidade, pois a novidade associada a um novo produto normalmente demanda alguma pesquisa e desenvolvimento na concepção do mesmo e, também, pesquisa e desenvolvimento do processo. Requisitos estes estreitamente ligados a faixa de flexibilidade dos recursos (humanos, equipamentos, etc) presentes no ambiente da organização. A introdução de um novo produto pode exigir quebra de paradigmas tecnológicos e/ou políticos, tanto no nível de concepção do produto propriamente dito quanto em termos de processo/produção. Atribui-se peso 8 na variável introdução de novos produtos sobre a velocidade, porque em se tratar de novos produtos a velocidade é um dos indicadores de desempenho (para não dizer competência). Na Tabela 1, adaptado de Womack (1992), praticamente todos os indicadores de desempenho do desenvolvimento de produtos estão associados ao tempo (velocidade). A qualidade, confiabilidade e custo, todos com peso 6, são influenciados na medida que novos produtos geram turbulência no ambiente. Dessa forma, nessa situação, exige-se mais do Sistema de Administração da Produção para que se continue com níveis aceitáveis de qualidade, confiabilidade e custo, mesmo após introdução de novos produtos. Importante salientar que a turbulência gerada pela introdução de novos produtos é relacionada, principalmente, a quão diferente são os produtos e não somente a taxa de inclusão de novos produtos;

- complexidade das estruturas: pesos iguais para os objetivos de desempenho velocidade, confiabilidade, flexibilidade e qualidade, pois a correlação com a complexidade das estruturas está baseada nos mesmos aspectos, por exemplo: supondo um produto cuja estrutura tem muitos níveis e um grande número de itens por nível, se ocorrer que apenas 01 (um) dos itens não esteja disponível na linha de montagem e/ou está com problemas de qualidade e necessita de retrabalho para estar apto para ser montado, a entrega no prazo ao cliente pode ficar comprometida, caso não se utilize

estoques amortecedores e/ou de segurança. Em manufaturas com estruturas de produtos complexas, é necessário um gerenciamento efetivo na flexibilidade dos recursos para garantir confiabilidade de volume de entrega e confiabilidade e data de entrega na maior velocidade possível e, ainda, em níveis de qualidade adequados. A influência nos custos, dessa dinâmica gerada, está associado, principalmente, ao gerenciamento do sistema de informações, desde a engenharia de produto, engenharia de processo, engenharia de manufatura, sequenciamento correto das ordens de compra, fabricação e montagem, e, até mesmo, o gerenciamento dos almoxarifados e desenvolvimento de fornecedores;

- variabilidade dos *lead times*: obviamente o objetivo de desempenho mais influenciado pela variável variabilidade dos *lead times* é a velocidade, com peso 10. Isto significa que, com a tendência relatada nesse trabalho de aumentar o *mix* de produtos, via introdução de novos produtos, os *lead times* existentes, que às vezes são difíceis de serem fixados adequadamente, tenham uma variabilidade cada vez maior. Diferencia-se aqui altos *lead times* de variabilidade de *lead times*. O primeiro, embora alto, pode ser conhecido e, até mesmo, aceitos pelo cliente. Já o segundo, tem um efeito muito negativo, tanto na performance da manufatura quanto, e principalmente, na percepção do cliente. Dessa forma, sofre uma alta influência o objetivo de desempenho confiabilidade de data de entrega, que pode não ser atendida de forma devida. Em alguns casos, dependendo do contrato estabelecido entre cliente e fornecedor, atrasos na data de entrega podem gerar multas, as vezes onerosas, para o fornecedor. Portanto fica também altamente influenciado o custo (peso 8), consequência não somente das altas multas sofridas pela organização, mas também pela, imagem negativa gerada perante ao cliente, que as vezes pode até resultar em descredenciamento do fornecedor. O custo fica também influenciado, de forma mais efetiva ainda, no sentido que altos *lead times* são sinônimos de alto estoque em processo, o que cada vez mais são prejudiciais ao aspecto econômico da organização. O peso 8 também dado a flexibilidade, justifica-se na medida que esta é solicitada para alavancar a velocidade e a confiabilidade objetivando uma redução dos *lead times* e também, uma regularidade destes. Já a qualidade do produto teoricamente sofreria nenhuma influência da variável variabilidade dos *lead times*. Porém em termos práticos observa-se que a variabilidade dos *lead times*, gera um desconforto no chão de fábrica, pois traduz uma certa passividade no aspecto de programação das atividades produtivas e traduz, também, possíveis falhas nos equipamentos, que podem gerar danos à qualidade do produto. Por exemplo, um produto que passe longo tempo transitando de um lado para

outro no chão de fábrica está mais propenso a danos a sua qualidade (por exemplo: um produto fabricado em aço e que tenha especificações precisas, se ele demandar muito tempo no processo produtivo poderá até sofrer oxidação ou sofrer pequenas batidas, que são altamente prejudiciais a qualidade;

- favorecimento a melhoria contínua: atribui-se um peso 10 a todos os objetivos de desempenho, ou seja, são todos eles altamente influenciados pela variável favorecimento a melhoria contínua. Obviamente o grau de influência pode depender da meta a ser atingida. Por exemplo, pode ser que a meta seja melhorar a qualidade a um dado nível e isso pode influenciar o custo (talvez aumentar o custo). Esse compromisso deve estar claro na meta a ser alcançada. Em termos operacionais, a melhoria contínua pode ser utilizada para reduzir o tempo de *setup*, resultando em melhorias (influência) na qualidade, velocidade, flexibilidade e custo. Se na manufatura estiver implantado a abordagem *Just in Time* que sugere a eliminação de todas as atividades que não agregam valor ao produto, o favorecimento a melhoria contínua pode questionar todos os paradigmas levando a melhoria dos processos em geral e a eliminação das sete perdas propostas inicialmente por Shingo (1996a e 1996b), descritas no item 3.4.2. Estas sete perdas, por suas vez, tem um grande efeito em todos os objetivos de desempenho: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

De forma análoga, com base nas Figuras 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 e 3.11 e na revisão bibliográfica pode-se construir um quadro que estabelece a correlação entre os objetivos de desempenho da manufatura e os tipos de SAP. A correlação estabelecida é quantificada em função do grau de contribuição de cada tipo de SAP no atingimento dos objetivos de desempenho: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo, como mostra a Figura 3.12. Essa contribuição é categorizada empregando-se faixas de pesos numéricos, sendo que:

- peso 1: pouca ou nenhuma contribuição;
- peso 3: baixa contribuição;
- peso 6: média contribuição;
- peso 8: alta contribuição;
- peso 10: altíssima contribuição.

O emprego de faixas e não pesos numéricos fixos justificam-se, pois dependendo do ambiente produtivo, um dado tipo de SAP pode ter diferente contribuição para um mesmo objetivo de desempenho.

		Tipos de SAP		
		JIT	TOC	MRPII
Objetivos de desempenho da manufatura	Qualidade	6 - 10	1 - 6	1 - 3
	Velocidade	3 - 8	6 - 8	3 - 6
	Confiabilidade	3 - 8	8 - 10	8 - 10
	Flexibilidade	3 - 10	6 - 8	3 - 6
	Custo	3 - 8	3 - 8	3 - 6

Figura 3.12: Correlação entre objetivos de desempenho e tipos de SAP

A seguir é apresentada a fundamentação da faixa dos pesos da correlação da Figura 3.12:

- *Just in Time*: a citação de Harrison (1997), no item 3.4.2, traduz claramente os objetivos de desempenho contidos na abordagem JIT e, também, o autor faz declarações sobre aspectos táticos para atingir os cinco objetivos de desempenho da manufatura. É nesse aspecto que a abordagem JIT se destaca das demais, a explicitação das táticas a serem utilizadas, por exemplo: ataque sistemático às sete perdas, entre as quais a perda por superprodução é central; o *kaizen* como sistema de melhoria contínua; a TPM (*Total Production Maintenance*) para melhorar a performance dos equipamentos em termos de manutibilidade, confiabilidade de funcionamento e produtividade; a Troca Rápida de Ferramentas TRF que operacionaliza a redução do *setup* e viabiliza lotes menores de fabricação; o *kanban* e seu conceito de puxar a produção; a nomenclatura “zero” propostas pelas metas da abordagem JIT, a qual propõe uma busca implacável da perfeição; CCQ (círculos de controle de qualidade), entre outras. Atribui-se as faixas especificadas na Figura 3.12, pois dependendo do tipo de produto, cultura da organização, aspectos relacionados ao ambiente da manufatura e tecnologia envolvida, o JIT pode

contribuir de forma mais ou menos efetiva. Em termos práticos a performance da abordagem JIT depende, e muito, do tipo de ambiente produtivo em questão, podendo ter resultados, em alguns casos, prejudiciais ao desempenho da manufatura. Um exemplo é quando a demanda não é estável, nem em periodicidade nem em volume, ou quando o *mix* de produtos é muito elevado. Nesse contexto o *kanban* não tem uma boa performance. Um outro exemplo é quando não é possível reduzir o tempo de *setup*, por motivos intrínsecos ao processo envolvido, a produção em pequenos lotes fica economicamente inviável. Também quando não é possível formar famílias de produtos, o desempenho do *layout* celular fica aquém do esperado;

- Teoria das Restrições: a faixa 8-10 dado à contribuição na confiabilidade (nesse caso principalmente de entrega), é atribuído à identificação sistemática dos gargalos na manufatura e a proposta de que os *lead times* de produção são resultado de uma programação efetiva, nesse caso via um software chamado OPT, e podem ser obtidos com relativa precisão. Também garantem a confiabilidade de data de entrega o pulmão que a TOC assume como necessário no recurso gargalo, que é o recurso que determina o ritmo, dessa forma, conhecido de produção. Com faixa 6-8 velocidade e flexibilidade, a abordagem da TOC assume que as restrições da organização devem ser sucessivamente eliminadas, gerando um ambiente de manufatura ágil, flexível, aberto a mudanças e propenso ao processo de melhoria contínua, condição básica para o alcance da flexibilidade dos recursos produtivos. Também a possibilidade de que o lote de transferência pode não ser igual ao lote de processamento, dá condição ao ambiente que responda de forma mais flexível atingindo velocidades superiores. Quando a TOC propõe que a manufatura utilize da melhor forma possível a restrição do sistema e, então, subordinar os demais recursos a esta restrição (gargalo), a lógica é evitar perdas e contabilizar um maior fluxo. Isso significa reduzir custos e/ou aumentar margens de lucro. Ao contrário da abordagem JIT, a abordagem da TOC declara poucos aspectos táticos e operacionais visando a redução de custos, porém a proposta anterior é considerada importante. O objetivo de desempenho qualidade é pouco citado pela abordagem da TOC. Fica subentendido que se a qualidade dos produtos de uma organização é o seu gargalo, esta deve ser atacada/melhorada. Qualidade, nessa hipótese de ser um gargalo, poderia ser responsável pela perda de imagem perante ao cliente e assim as vendas da empresa diminuiriam, gerando um excesso de capacidade produtiva. Na abordagem TOC, excesso de capacidade produtiva é desperdício e o gargalo passa a

ser o mercado. Assim ter-se-ia que melhorar a qualidade para incrementar as vendas. Porém, como melhorar a qualidade a abordagem da TOC contribui pouco;

- MRPII: a abordagem MRPII contribui com faixa 8-10 no atingimento do objetivo de desempenho confiabilidade (tanto de data de entrega quanto de volume de entrega) devido aos módulos MPS, CRP e MRP. O MPS é o elo básico de comunicação entre a previsão de vendas ou pedidos já firmes, com a realidade dos recursos produtivos, utilizando o CRP para identificar possíveis gargalos e/ou ociosidades. Já o módulo MRP preocupa-se em calcular as necessidades dos diversos itens componentes para que estejam disponíveis no momento da demanda. Esses três módulos, basicamente, conferem ao MRPII uma grande preocupação em relação à confiabilidade de data de entrega e confiabilidade de volume de entrega, admitindo, às vezes, algum estoque para garantir a demanda. A faixa 3-6 dada na contribuição do MRPII à flexibilidade, está associada a habilidade de gerenciar estruturas de produtos complexas e gerar registros/informações para toda a organização, aspectos considerados importantes em ambientes com estruturas complexas. Então, a flexibilidade que o MRPII confere relaciona-se, principalmente, ao fluxo de informações gerenciadas adequadamente e não na flexibilidade dos recursos de chão de fábrica. Alguns exemplos de registros/informações que a abordagem MRPII gerencia adequadamente são: roteiros de fabricação, dados relativos a orçamento e custos, a explosão da estrutura de produtos, dados associados a previsão de demanda/pedido, cálculo da necessidade de recursos da fábrica (em alguns MRPII, esse módulo já é feito com capacidade finita), rastreabilidade de ordens de fabricação, etc. A faixa 3-6 dada na contribuição do MRPII ao objetivo custo está associada a lógica do lote econômico, ainda com diversas aplicações. Por exemplo, para as siderúrgicas, a fabricação de alguns tipos de aços, não convencionais em composição química, necessitam de um pedido mínimo de toneladas para se tornarem economicamente viáveis, independente da real necessidade do cliente. Outro exemplo, são as forjarias de metais a quente, que precisam de um lote mínimo para compensar seus custos fixos, principalmente para o aquecimento do aço no processo. Outro exemplo, são os tratamentos térmicos e termoquímicos de aços, onde os custos associados ao processo são muito altos e necessitam de um lote econômico para se justificarem. De forma análoga ao custo, a faixa 3-6 dada à contribuição da abordagem MRPII à velocidade está relacionada a ganhos de escala, nesse caso também de velocidade. Isso, é claro, depende do tipo de produto e tipo de mercado em que a organização atua. Outro aspecto associado à velocidade, é a performance que esse tipo de

sistema tem na disponibilização e geração de registros/informações, para toda a organização. A faixa 1-3 dada à qualidade justifica-se, pois abordagem MRPII não especifica mecanismos táticos e/ou operacionais para alavancar a qualidade dos produtos.

A visão exposta na Figura 3.12 é muito abrangente e muito ampla para se poder definir com maior precisão o Sistema de Administração da Produção mais adequado. Esta observação remete à necessidade de se especificar o significado que esta sendo considerado para cada objetivo estratégico. Isto pode ser feito através da vinculação dos Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura associados a cada Objetivo Estratégico da Manufatura. Neste sentido, o próximo capítulo apresenta com detalhes o modelo proposto, visando justamente proporcionar um conjunto sistemático de procedimentos que permita à organização selecionar com maior assertividade a composição dos tipos de SAP mais adequado ao cumprimento dos objetivos estratégicos da manufatura.

## **CAPÍTULO 4 – MODELO PROPOSTO**

Neste capítulo será apresentada a proposta de um modelo para escolha da composição do Sistema de Administração da Produção, mais adequado a consecução dos objetivos estratégicos da manufatura em organizações produtoras de bens.

### **4.1 – Apresentação do Modelo Proposto**

O modelo para Seleção do Sistema de Administração da Produção é composto de onze fases. As fases são as seguintes:

- 1- Fase de preparação;
- 2- Levantamento da missão, visão e planejamento estratégico;
- 3- Análise da segmentação na manufatura;
- 4- Escolha da segmentação da manufatura;
- 5- Estabelecimento dos objetivos estratégicos da manufatura - OEM;
- 6- Análise do ambiente externo;
- 7- Determinação dos fatores críticos de sucesso da manufatura - FCSM;
- 8- Diagnóstico e classificação do ambiente de produção;
- 9- Priorização dos FCSM a serem gerenciados pelo SAP;
- 10- Escolha da composição do Sistema de Administração da Produção mais adequado;
- 11- Realimentação.

O encadeamento lógico das referidas fases está mostrado na Figura 4.1.

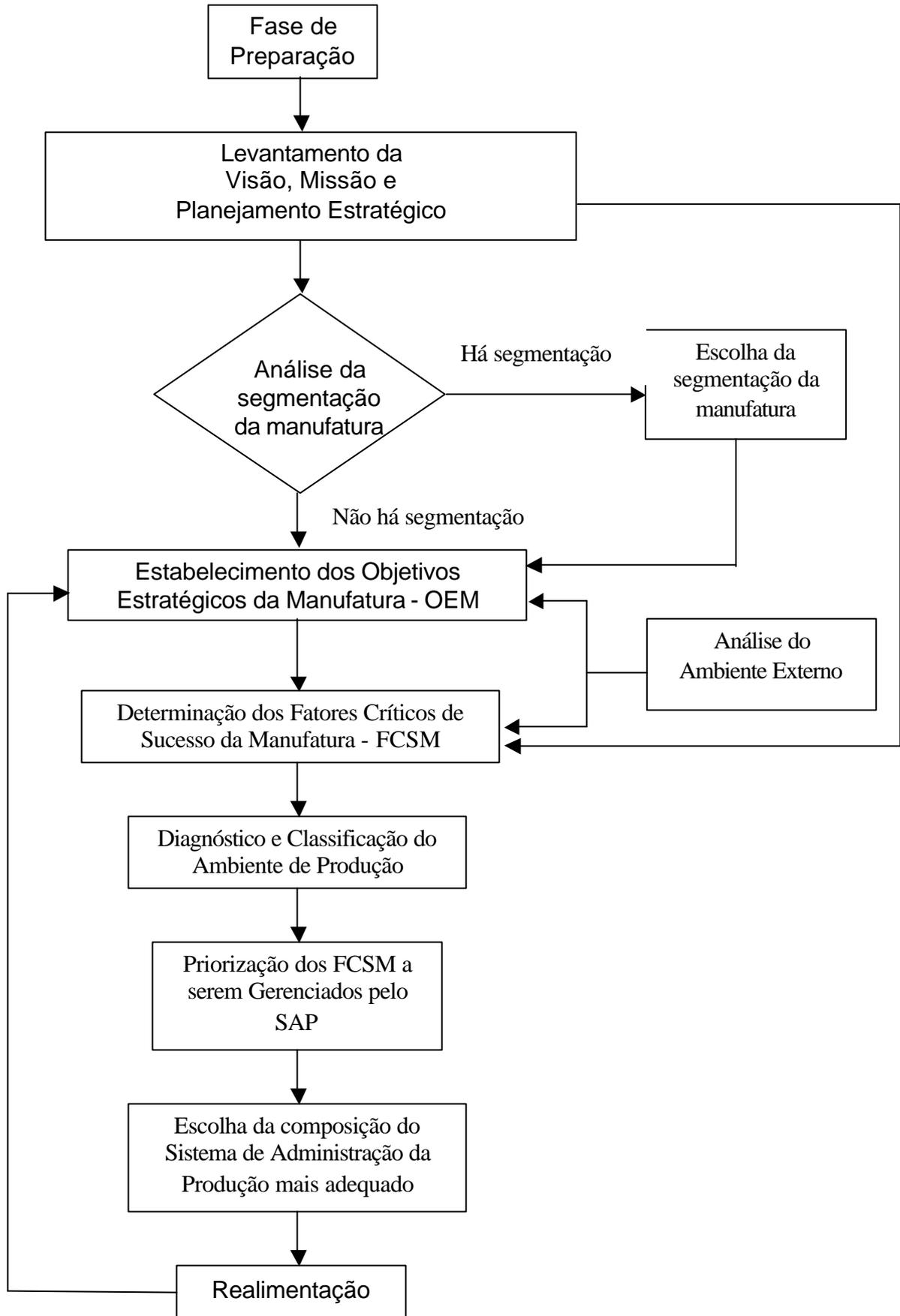


Figura 4.1: Modelo para escolha da composição do Sistema de Administração da Produção.

## 4.2 – Descrição do Modelo

A seguir será visto mais detalhadamente cada fase do modelo proposto.

### 4.2.1- Fase 1: Fase de Preparação

O objetivo desta fase é estabelecer a infra-estrutura necessária para a aplicação do modelo proposto, em termos de formação de equipe, gerenciamento das mudanças requeridas e entendimento do modelo proposto, em especial, das características dos tipos de SAP.

A equipe responsável pela aplicação do modelo deve ser interfuncional, formada por componentes representantes de diversas áreas. É desejável que seus membros tenham uma desenvolvida capacidade de análise e comprometidos com o processo de mudança. A Figura 4.2 mostra uma possível formação da equipe.

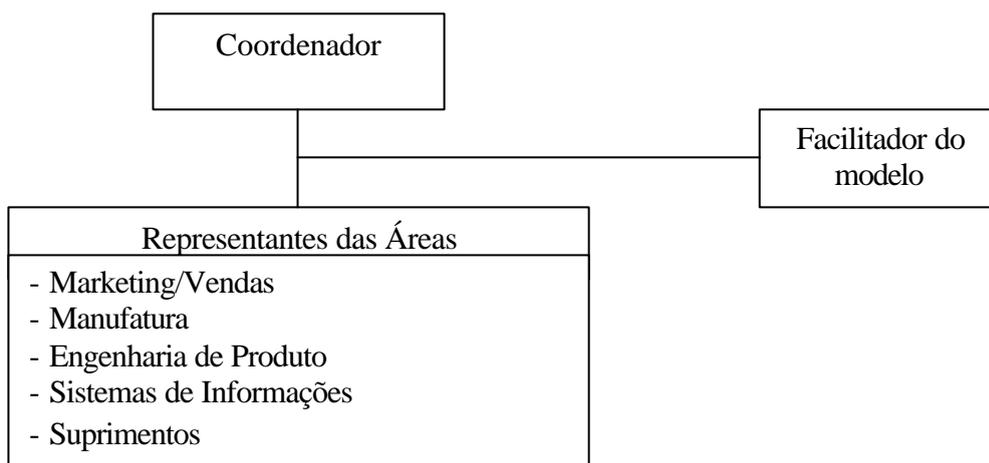


Figura 4.2: Equipe para aplicação do modelo.

O coordenador do processo de implantação do modelo deve saber como a organização trabalha e ter uma visão inter-departamental. Deve saber motivar, cativar e inspirar confiança, principalmente, nos membros da equipe e nos colaboradores em geral.

A equipe deve ter ainda como membro um Facilitador para agregar todos os esforços na aplicação do modelo, orientando todos os membros e agindo como empreendedor da aplicação do modelo. Deve ser um profundo conhecedor das estratégias de manufatura, ambientes de manufatura e dos Sistemas de Administração da Produção.

Tanto o coordenador quanto o Facilitador deverão ser designados pela alta direção, os quais têm como primeira tarefa a escolha dos demais representantes de área. As áreas de *marketing*/vendas, engenharia de produto, sistemas de informação e suprimentos podem ter apenas um representante. Já a manufatura poderá ter dois representantes, uma vez que será nessa área a maior parte da coleta de informações e a possível mudança. No total, a equipe deverá ter no mínimo 4 participantes e no máximo 7 participantes.

Alternativamente, a equipe, para a aplicação do modelo, pode ser diferente da apresentada na Figura 4.2, tendo apenas dois ou três componentes. As condições para essa mudança são:

- pelo menos que um dos componentes tenha profundos conhecimentos em estratégia de manufatura, ambiente de manufatura e Sistemas de Administração da Produção;
- pelo menos um componente tenha sólida experiência na organização que será aplicado o modelo. Que este tenha visão e conhecimento interfuncional e, principalmente, vivência nas bases de recursos da manufatura;
- pelo menos um componente tenha conhecimento adequado para atuar como Facilitador do modelo e é desejável que este tenha uma postura pró ativa.

Caso se faça necessário, deve-se oportunizar à equipe uma compreensão das características dos tipos de SAP. Pode ser usada a revisão bibliográfica dos itens 3.4.1, 3.4.2 e 3.4.3, ainda, uma bibliografia complementar caso o Facilitador julgar necessário. Para garantir a aprendizagem, o Facilitador pode utilizar o meio didático que melhor se aplique à equipe, entre eles: aulas expositivas, leitura e estudo em grupo, entre outras. É indispensável que o Facilitador apresente e explique para a equipe as Figuras 3.7, 3.8, 3.9 e 3.10, sobretudo ressaltando os pontos fortes e fracos de cada tipo de SAP, pois esse conteúdo será muito importante na aplicação do modelo.

#### 4.2.2- Fase 2: Levantamento da missão, Visão e Planejamento Estratégico

O objetivo desta fase é identificar qual o negócio da empresa, por que ela existe, ou ainda, em que tipos de atividades a empresa deverá concentrar-se no futuro. Aqui procura-se responder a pergunta: Onde se quer chegar com a empresa?

“Missão é uma forma de se traduzir determinado sistema de valores em termos de crenças ou áreas básicas de atuação, considerando as tradições e filosofias da empresa.” (OLIVEIRA, 1997, p.116).

O estabelecimento da missão tem como ponto de partida a análise e interpretação de algumas questões, como:

- Qual a razão de ser da empresa?
- Qual a natureza do(s) negócio(s) da empresa?
- Quais são os tipos de atividades em que a empresa deve concentrar seus esforços no futuro?

Quando a alta administração da empresa responde a estas perguntas, provoca a seguinte situação:

- a definição das áreas de atuação prioritárias em que devem ser aplicados os recursos disponíveis; e
- o consenso de uma opinião de que esforços e os recursos dirigidos aos alvos estabelecidos no horizonte da missão serão bem sucedidos.

A declaração de Mintzberg, no item 2.3, sintetiza esta fase do modelo. As estratégias devem estar consistentes com o ambiente da empresa. Isto porque, se a estratégia for inconsistente com o ambiente, ela provavelmente será mal sucedida.

Do ponto de vista desta fase, deve-se conhecer as estratégias da organização para entender a direção a ser seguida pela empresa, no longo prazo, bem como os meios e recursos necessários para atingir seus objetivos.

Ainda, nesta fase, parece importante extrair a visão da empresa, pois a visão por ser considerada como os limites que os principais responsáveis pela empresa conseguem enxergar dentro de um período de tempo mais longo, pode auxiliar entendimento da missão, planejamento estratégico e planejamento tático da empresa.

A realização de um planejamento estratégico é fundamental para que a empresa possa estabelecer os objetivos estratégicos com os quais a empresa espera atingir sua missão. Neste caso interessa para o modelo os objetivos pertinentes a área de manufatura da empresa. Este modelo pressupõe que a empresa tenha previamente estabelecido seu planejamento estratégico, caso ela não tiver, este pode ser elaborado com base em Porter (1986) e Oliveira (1997).

#### 4.2.3 – Fase 3: Análise da segmentação da manufatura

O objetivo desta fase é identificar na manufatura a existência de segmentação, ou seja, se a manufatura tem diferentes produtos e grupos de produtos competindo de diferentes maneiras no mercado. Ou ainda, produtos similares, porém, que possam ser fabricados para diferentes clientes e que dentre esses clientes haja um prioritário, demandando diferentes objetivos estratégicos da manufatura.

Esta fase pode ser realizada através de entrevistas com a gerência de manufatura. Parece interessante já nesta fase obter quais critérios são utilizados para a segmentação.

Também nessa fase deve-se analisar como a organização está segmentada, isso se for o caso. Ou seja, pode ser que a manufatura, somente, produza repetitivamente produtos padronizados, como também pode ser que a manufatura produza além de produtos padronizados, produtos com uma certa customização, atendendo a requisitos de alguns clientes considerados importantes/estratégicos. Nesse último caso pode tanto a produção repetitiva como a parcialmente customizada/por projeto utilizar ou não os mesmos recursos de fabricação.

Esta fase se faz necessária, pois caso haja segmentação da manufatura, o modelo irá focalizar sua aplicação em apenas um segmento por vez, a ser escolhido pela equipe e/ou alta administração durante a aplicação do modelo. É necessária essa sistemática, pois, certamente, diferentes segmentações da manufatura irão gerar e demandar distintos objetivos estratégicos,

fatores críticos de sucesso e, por fim, uma formação do SAP focalizada na condição do segmento.

Caso a organização opere com mais de um segmento considerado importante, a seqüência de aplicação segue para a Fase 4 – Escolha da segmentação da manufatura.

Por outro lado, caso não haja segmentação na manufatura, ou seja, se a organização produz produtos semelhantes, com especificações semelhantes, vende para o mesmo cliente e/ou vende para diferentes clientes sem que nenhum deles tenha tratamento estratégico diferenciado, a seqüência de aplicação segue para a Fase 5 – Objetivos Estratégicos da Manufatura.

#### 4.2.4 – Fase 4: Escolha da segmentação da manufatura

Após a identificação da existência de segmentações na manufatura, essa fase tem o objetivo de escolher qual será o segmento prioritário a ser explorado na aplicação do modelo.

Alguns critérios que podem ser utilizados para a escolha da segmentação da manufatura são:

- produtos com familiaridade de projeto;
- produtos com familiaridade de processo;
- lucratividade;
- representatividade no faturamento;
- potencial futuro do mercado/cliente;
- vantagem estratégica do segmento.

Se a equipe decidir por dois segmentos na manufatura, os quais possam ser igualmente prioritários para o sucesso da organização, o modelo propõe a aplicação simultânea das próximas fases nos 2 segmentos considerados prioritários, e no final da Fase 10 fazer uma análise de possíveis conflitos ou complementariedades para a escolha do SAP mais adequado.

Uma vez feita à escolha de qual segmentação será adotada para a aplicação do modelo, a mesma será a base para a Fase 5: Estabelecimento dos Objetivos Estratégicos da Manufatura.

#### 4.2.5 - Fase 5: Estabelecimento dos Objetivos Estratégicos da Manufatura - OEM

O planejamento estratégico é um instrumento para a manufatura atingir seus objetivos. Para que o planejamento estratégico seja eficaz é necessário que a manufatura tenha seus objetivos estratégicos conhecidos, adequados, aceitos e consistentes.

Nesta fase, algumas perguntas devem ser respondidas: Como a empresa concorre? Como a manufatura busca satisfazer os requisitos dos clientes? As estratégias de *marketing* são particularmente úteis para a manufatura? Quais as capacidades da função manufatura que estão desenvolvidas? Quais necessidades dos clientes que são traduzidas em preocupações/ações/estratégias para a manufatura? Quais objetivos de desempenho a manufatura têm desenvolvidos?

Para Slack (1993), todos os aspectos fundamentais da competitividade estão claramente dentro do campo de atuação da função da manufatura. Dessa forma, compreender bem quais os objetivos de desempenho da manufatura é indispensável para uma aplicação de sucesso do modelo.

Essa fase deverá ser realizada através de entrevista com a gerência da área de manufatura. Para tabular quais os objetivos estratégicos são mais relevantes, deve ser aplicada a Técnica de Mudge: Avaliação Numérica de Relações Funcionais – ANRF. Essa técnica está explicitada em Csilag (1995). Também no Apêndice A está explicado a Técnica de Mudge, bem como a justificativa pela escolha dessa técnica.

Os objetivos estratégicos da manufatura são essenciais para que se possa obter os fatores críticos de sucesso, que serão vistos na Fase 7.

#### 4.2-6 - Fase 6: Análise do ambiente externo

Nesta fase, aspectos relativos ao ambiente externo devem ser abordados. O ambiente externo inclui: mercado, oportunidades, ameaças, concorrências, etc. Tendências que possivelmente mudam/ampliam/reduzem o campo de atuação da empresa. Em última análise, devem ser consideradas as influências que o ambiente externo exerce sobre a empresa, nesse caso, mais especificamente, na manufatura.

Alguns elementos que podem servir de fonte de informação em relação ao ambiente externo são:

- pesquisas de nível de satisfação dos clientes;
- possíveis avaliações realizadas pelos clientes da empresa a ser analisada;
- linhas de créditos;
- políticas governamentais;
- restrições a exportação/importação;
- novas leis.

Ferramentas como *benchmarking*, se disponíveis de forma adequada, podem auxiliar em muito nesta fase. Ainda que, o *benchmarking* exista apenas de maneira informal, servirá como parâmetro para compreender como o ambiente externo está influenciando/tencionando o ambiente interno da empresa.

O entendimento da dinâmica/turbulência intrínseca ao ambiente externo servirá de referência no momento da descrição dos objetivos estratégicos da manufatura, pois o ambiente externo está constantemente motivando mudanças nos aspectos internos de desempenho da manufatura. Da mesma forma, as informações obtidas do ambiente externo poderão ser traduzidas em fatores críticos de sucesso da manufatura, conforme será visto na próxima fase.

#### 4.2.7 - Fase 7: Determinação dos Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura - FCSM

O objetivo desta fase é definir os fatores críticos de sucesso da manufatura. Esses fatores críticos de sucesso, quando atendidos, tornarão exequíveis os objetivos estratégicos da manufatura.

Na formulação da estratégia de manufatura, a empresa possivelmente levou em consideração o mercado em que atua, pois diferentes segmentos do mercado demandam diferentes critérios competitivos que a manufatura deve desenvolver/influenciar.

Dessa forma, os fatores críticos de sucesso são elementos qualificadores e/ou ganhadores de pedidos que dão o suporte necessário ao atingimento, ainda que potencial, do mercado ao qual a empresa está interessada em atuar.

Conforme explicitado no Capítulo 2, item 2.3, os fatores críticos de sucesso são referência para as atividades da empresa. Os decisores da empresa direcionam os esforços, recursos, investimentos, etc, buscando o atendimento dos fatores críticos de sucesso. Os fatores críticos de sucesso, também servem para gerar medidas a serem alcançadas e/ou mantidas/perseguidas.

Nesta fase é necessário um diagnóstico dos aspectos internos e externos dos objetivos de desempenho (ver Figura 2.4). Com base nesse diagnóstico, obtém-se o foco de manufatura, ou seja, em que objetivos de desempenho a operação de manufatura gera uma vantagem preponderante no seu mercado de atuação. Também, nessa fase, deve-se equacionar a prioridade e/ou compromisso entre os objetivos de desempenho, pois os mesmos servirão de *inputs* nas próximas fases. Os cinco objetivos de desempenho – qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custos – definem o que as operações de manufatura estão tentando atingir para ser competitivas.

Para o Modelo Proposto, os fatores críticos de sucesso servirão para, além de entrada para a Fase 10 (formação do SAP), esclarecer para a equipe em quais fatores a organização está e/ou deveria estar se apoiando para atingir vantagem competitiva.

Para facilitar a identificação dos fatores críticos de sucesso, sugere-se que sejam levantados, para cada objetivo estratégico da manufatura, um ou mais obstáculos ao seu atingimento. Após criar uma condição para superar cada obstáculo levantado, essa condição

passa a ser o fator crítico de sucesso. Esse procedimento pode ser melhor entendido na Figura 4.3.

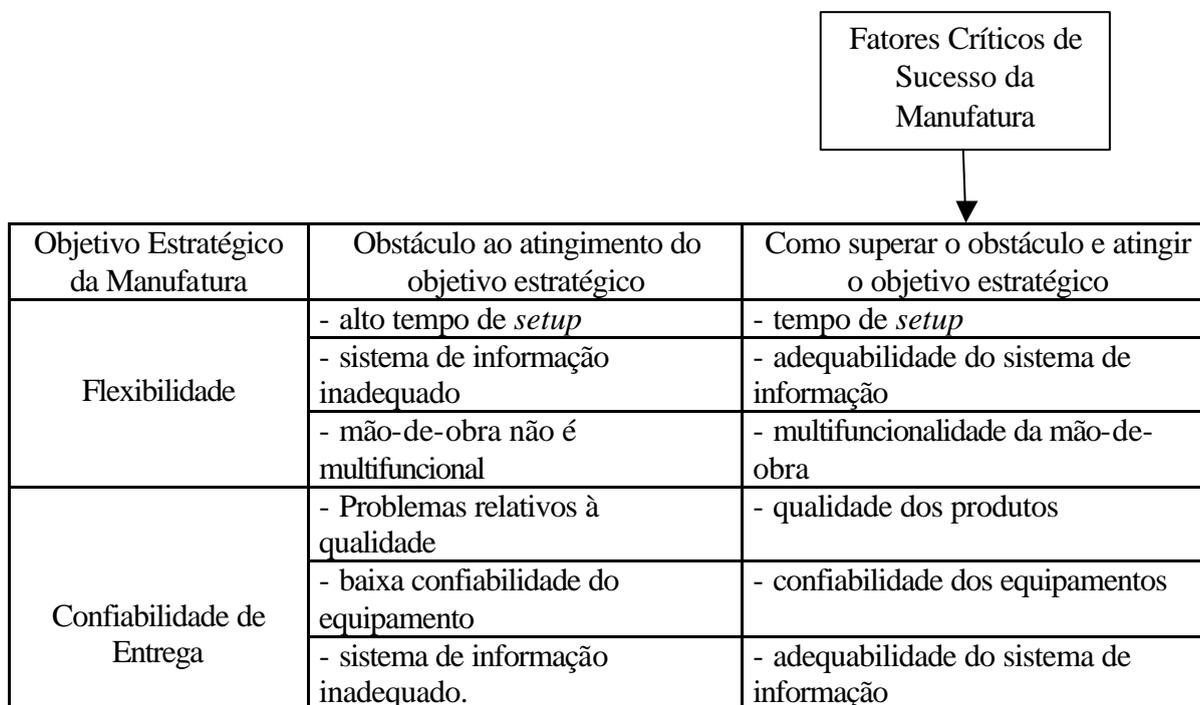


Figura 4.3: Exemplos de fatores críticos de sucesso da manufatura.

#### 4.2.8- Fase 8: Diagnóstico e classificação do ambiente de produção

O objetivo desta fase é classificar o ambiente de produção, de acordo com o exposto no Capítulo 3, item 3.3. É importante efetuar esta classificação, pois facilitará o entendimento das características inerentes a cada ambiente de produção e sua relação com a complexidade do planejamento, controle e execução das atividades produtivas.

O diagnóstico do ambiente de produção deve ser orientado pelo item 3.3, e as possibilidades de ambientes de produção são as seguintes: produção contínua, produção repetitiva em massa, produção repetitiva em lote, produção sob encomenda e produção por projeto. Essa classificação leva em consideração dois elementos principais, dentre os demais da Figura 3.3, o volume de produção e a variedade de produtos.

A classificação do ambiente de produção ajuda a entender o nível de complexidade necessário para o projeto e posterior operação das atividades produtivas. O grau de

padronização dos produtos, os tipos de operações necessárias e a natureza dos produtos são determinantes para a definição dessas atividades, conforme exposto no item 3.3 e também nas Figuras 3.2 e 3.3.

#### 4.2.9- Fase 9: Priorização dos FCSM a serem gerenciados pelo SAP

O objetivo desta fase é o estabelecimento de quais fatores críticos de sucesso são mais importantes (prioritários) para a manufatura atingir seus objetivos estratégicos. Essa fase tem como dados de entrada as Fases 5 e 7, que serão correlacionados na matriz OEM. Ver Figura 4.4.

Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura - FCSM	Objetivos Estratégicos da Manufatura - OEM								Total = $GI_1 \times \text{Peso}_{FCSM1} + GI_2 \times \text{Peso}_{FCSM2} \dots + \dots$	Grau de Importância GI de cada FCSM %	
	OEM1		OEM2		OEM3		OEM n				
	Grau de Importância do OEM (GI), obtido do Mudge – Fase 5										
	GI <sub>1</sub> =50		GI <sub>2</sub> =20		GI <sub>3</sub> =30		GI <sub>N</sub> =N				
FCSM1	10	500	6	120	1	30	.....	.....	650	34,9	
FCSM2	1	50	10	200	10	300	.....	.....	550	29,6	
FCSM3	6	300	6	120	8	240	.....	.....	660	35,5	
.....											
FCSMn											
									?	1.860	100%

Figura 4.4: Exemplo de Matriz OEM.

Na matriz OEM cada Fator Crítico de Sucesso da Manufatura – FCSM será correlacionado com os Objetivos Estratégicos da Manufatura – OEM (por exemplo: custo, qualidade, etc). O grau de correlação entre um FCSM e um OEM pode ser categorizado empregando-se pesos numéricos. Para isso serão atribuídos pesos, de acordo com o grau de contribuição do FCSM para o atingimento do objetivo estratégico em questão, sendo que:

- peso 0: nenhuma contribuição ao atingimento do objetivo estratégico da manufatura;
- peso 1: pouca contribuição ao atingimento do objetivo estratégico da manufatura;

- peso 3: baixa contribuição ao atingimento do objetivo estratégico da manufatura;
- peso 6: média contribuição ao atingimento do objetivo estratégico da manufatura;
- peso 8: alta contribuição ao atingimento do objetivo estratégico da manufatura;
- peso 10: altíssima contribuição ao atingimento do objetivo estratégico da manufatura.

Embora a Fase 7 já estabeleça os fatores críticos de sucesso da manufatura para cada objetivo estratégico, esta fase busca um melhor detalhamento de quais fatores críticos de sucesso contribuem mais efetivamente para o atingimento dos diversos objetivos estratégicos. Além disso, a matriz OEM vai mostrar quais fatores críticos de sucesso devem ser prioritariamente atendidos, quando da formação do SAP. A priorização dos FCSM é vista na matriz OEM, na coluna “Grau de Importância”.

Antes de realizar o preenchimento da Matriz OEM, é importante analisar a Figura 3.11, pois a mesma apresenta algumas variáveis do ambiente de manufatura com os objetivos de desempenho da manufatura. Tanto os pesos atribuídos na correlação quanto sua fundamentação podem auxiliar no preenchimento da Matriz OEM.

#### 4.2.10- Fase 10: Escolha da composição do SAP mais adequado

Nesta fase procura-se manter o compromisso, em especial, das Fases 5 e 9. Então o objetivo dessa fase é formar um Sistema de Administração da Produção que gerencie de forma efetiva e satisfatória os prioritários fatores críticos de sucesso da manufatura, para que gerem uma performance no ambiente de manufatura capaz de atingir os objetivos estratégicos da manufatura.

No modelo proposto surgiu a necessidade de avaliar os fatores críticos de sucesso ao invés dos objetivos estratégicos da manufatura, porque os OEM são amplos, enquanto os FCSM são mais convenientes por focalizar mais nos resultados desejados. Além disso, os FCSM geram maior entendimento do que é necessário para a manufatura atingir seus planos e, conseqüentemente, onde o SAP deve focalizar prioritariamente seus esforços e investimentos. Dessa forma, os FCSM passam a ser utilizados para a escolha da composição do SAP mais adequado.

Uma matriz de seleção deverá ser plotada, para poder se concluir qual dos três tipos de SAP será o mais adequado ao atendimento dos FCSM prioritários. Ver Figura 4.5.

Na matriz de seleção, cada tipo de SAP (JIT, TOC, MRPII) será correlacionado com os FCSM prioritários (por exemplo: baixar *setup*, mão-de-obra multifuncional, etc). Esta correlação pode ser categorizada empregando-se pesos numéricos, visando facilitar a seleção do tipo de SAP. Para isso deve-se atribuir pesos, de acordo com o grau de contribuição/satisfação do SAP no gerenciamento do prioritário FCSM em questão, sendo que:

- peso 1: o SAP satisfaz/contribui muito pouco grau para o gerenciamento do FCSM;
- peso 3: o SAP satisfaz/contribui em baixo grau para o gerenciamento do FCSM;
- peso 6: o SAP satisfaz/contribui em médio grau para o gerenciamento do FCSM;
- peso 8: o SAP satisfaz/contribui em alto grau para o gerenciamento do FCSM;
- peso 10: o SAP satisfaz/contribui em altíssimo grau para o gerenciamento do FCSM.

Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura	GI	Tipos de SAP		
		JIT	TOC	MRPII
FCSM1	GI1			
FCSM2	GI2			
FCSM3				
....	.....			
....	.....			
....	.....			
....	....			
FCSMn				
Total= $GI_{FCSM1} \times \text{PesoSAP} + GI_{FCSM2} \times \text{PesoSAP} + \dots$				
Classificação				

Figura 4.5: Exemplo de Matriz SAP.

Será escolhido o SAP que obtiver maior pontuação, representado pela última linha da Matriz, denominada “Classificação”. Este será a base para o SAP de uma determinada empresa.

#### 4.2.11 – Fase 11: Realimentação

Após concluída a escolha da composição do SAP mais adequado e atendido aos prioritários fatores críticos de sucesso dá-se por concluída a aplicação do modelo.

Como o propósito do modelo é uma contínua adequação ao ambiente real e dinâmico das empresas de manufatura, sugere-se que o modelo deva ser reaplicado a cada 12 meses. Essa condição deve ser mantida, salvo hajam alterações nos objetivos estratégicos da manufatura, o que possivelmente, modificaria o ambiente da manufatura e seus fatores críticos de sucesso. Conseqüentemente, poderiam ocorrer mudanças nos requisitos a serem gerenciados pelo SAP.

## **CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO**

### **5.1 – Apresentação da Empresa**

O modelo proposto foi aplicado numa empresa pertencente ao setor metal-mecânico. Essa empresa possui 100% de capital brasileiro e é, das nacionais do ramo, a líder do mercado.

A referida empresa está passando por um processo de incremento no nível de demanda, tanto em volume quanto em *mix* de produtos e, também, por exigentes especificações de produtos. Esse resultado é devido, principalmente, ao fornecimento de produtos a empresas multinacionais que no país se instalaram, nos últimos 3 anos. Dessa forma, o mercado se tornou cada vez mais competitivo, com um nível de exigência cada vez maior, requerendo da referida empresa atendimento ágil, flexível, com conceito de excelência em qualidade e custo a nível mundial.

A grande maioria dos produtos são ligados à transmissão de movimento, dentre eles, especialmente, engrenagens. Alguns exemplos de produtos são: eixos estriados, pinhões e coroas de diferencial, caixas de transmissão para colheitadeiras, tomadas de força para caminhões, etc.

Os produtos são vendidos para o mercado de reposição e para montadoras, onde são empregados em vários tipos de máquinas: máquinas agrícolas (colheitadeiras e tratores), ônibus, caminhões, equipamentos industriais, veículos fora-de-estrada, entre outros.

Os principais clientes da empresa são: revendas de peças de reposição para máquinas agrícolas, John Deere, Scania, AGCO, Cifalli, Dynapac, CNH Latino América (CASE), Komatsu, Valtra, entre outras.

A área industrial da empresa conta com os seguintes departamentos:

- Forjaria para conformação a quente de peças de aço carbono e aço ligado;
- Manufatura, com as mais variadas máquinas para usinagem;
- Tratamento térmico e termoquímico;

- Controle de qualidade, dimensional e metalográfico;
- Planejamento industrial, com PCP, orçamentos, roteiros de produção; programação CNC, projetos de dispositivos e ferramentas;
- Engenharia de produto, especificações de produto, documentação técnica.

A empresa está certificada com a ISO 9001 desde 1994, com a QS 9000 desde 1999 e está em processo de certificação das normas ISO 14001 e OHSAS 18001 (Sistema de Gerenciamento de Segurança e Saúde Ocupacional).

## 5.2 – Aplicação do Modelo

A aplicação do modelo para seleção do Sistema de Administração da Produção na Empresa X será apresentado a seguir, com a descrição de cada fase da implantação.

### 5.2.1 – Fase 1: Fase de preparação

Inicialmente foi escolhida a equipe para aplicação do modelo proposto. A composição da equipe deu-se em função de que cada componente contribui na consecução da maioria das fases. A formação da equipe está apresentada na Figura 5.1.

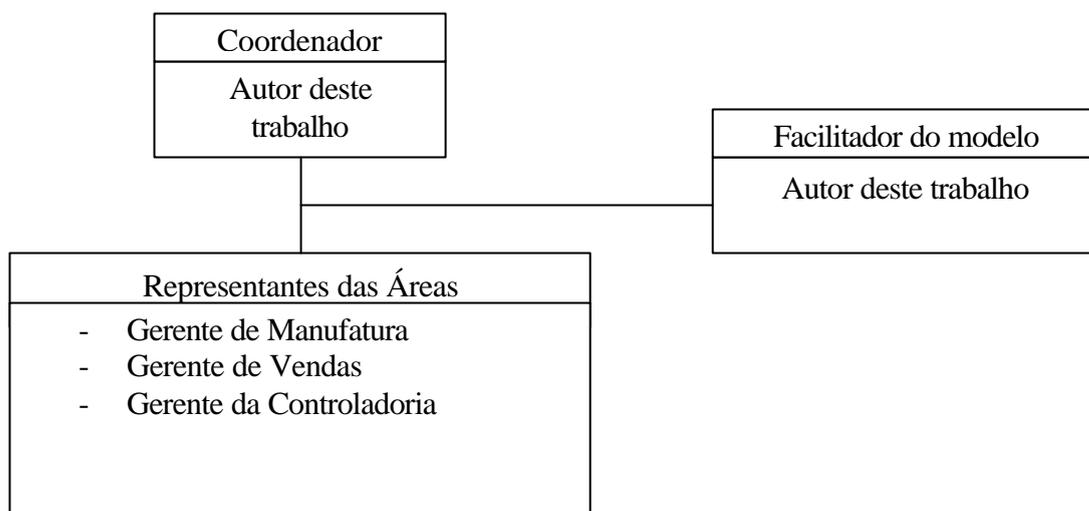


Figura 5.1: Equipe selecionada para aplicação do modelo.

O primeiro trabalho desta equipe foi tomar conhecimento sobre o plano de trabalho a ser realizado com explicação de cada uma das 11 fases do modelo proposto.

#### 5.2.2 – Fase 2: Levantamento da visão, missão e planejamento estratégico

A saída mais importante desta fase é o planejamento estratégico, o qual contempla as metas e objetivos a serem atingidos num dado período. O planejamento estratégico na Empresa X fundamenta-se na declaração da Visão, Missão e da Política da Qualidade.

Visão: “A empresa tem por objetivo o incremento da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico aplicados na manufatura de produtos e componentes automotivos ou estáticos, produzindo e comercializando estes produtos no país e no exterior, podendo ainda participar de outras sociedades, assim como pode criar e manter filiais, escritórios e quaisquer departamentos ou depósitos em qualquer ponto do território nacional ou do exterior.”

Missão: “Gerar valor a acionistas, clientes e colaboradores, produzindo com foco em engrenagens, conjuntos e componentes para transmissão de movimento, atendo ao mercado de forma ágil e flexível, com excelência em qualidade e custo competitivo a nível de mercado”.

Política da Qualidade: “A Empresa X tem como meta aprimorar continuamente a qualidade de seus produtos visando a integração de seus clientes e fornecedores e possibilitar a melhoria do ambiente de trabalho e de vida de seus colaboradores, com base numa tecnologia entre Homens e Máquinas Produzindo Qualidade”.

O Planejamento Estratégico está baseado nos seguintes itens:

- melhorar níveis de qualidade;
- reduzir atividades que não agregam valor;
- reduzir percentuais médios de refugo na manufatura (projeção ano 2002=0,97%);
- reduzir percentuais médios de peças devolvidas com garantia procedente (projeção ano 2002=0,25%);

- assegurar uniformidade na lucratividade, através de um *mix* de produtos que não gerem variações sazonais, através de uma composição de diferentes mercados e clientes de forma a reduzir ao máximo possível quedas drásticas no faturamento;
- implantação de um sistema de informações gerenciais que forneça dados adequados de decisão que promovam o aumento do desempenho da empresa;
- aumentar receita líquida (\$) por funcionário;
- satisfação do cliente.

### 5.2.3 – Fase 3: Análise da segmentação na manufatura

Nas entrevistas com a gerência da manufatura percebeu-se que há segmentação na manufatura e que essa, logicamente, era decorrência dos tipos de mercado em que a empresa atua.

Num primeiro momento, procurou-se, antes da segmentação da manufatura, quais os principais segmentos de mercado que a empresa atua. Este procedimento foi, no entendimento da equipe, necessário para buscar dados de forma mais ágil e precisa, pois a empresa dispunha de um *software (made in house)* que contabiliza o faturamento mensal por cada segmento de mercado.

Os principais segmentos de mercado da Empresa X estão mostrados na Figura 5.2. Nesta figura, adaptada do Banco de Dados da empresa, constam os 6 principais segmentos de mercado e mais 1 intitulado mercados diversos que representa o somatório de um grande número de pequenos segmentos atendidos.

1	Montadoras do Setor Agrícola
2	Reposição do Setor Agrícola
3	Mercados Diversos
4	Setor Rodoviário
5	Movimentação de Cargas
6	Construção Civil
7	Exportação

Figura 5.2: Segmentos de Mercado. (adaptado do banco de dados da Empresa X)

Como já citado anteriormente, há segmentação na manufatura baseada nos segmentos do mercado. Dessa forma, essa fase direciona a seqüência do modelo para a Fase 4 – Escolha da segmentação da manufatura.

#### 5.2.4 – Fase 4: Escolha da segmentação da manufatura

O critério utilizado pela gerência de manufatura para focalizar seus principais esforços está relacionado à receita bruta de um dado segmento do mercado.

Atualmente, na empresa, há um segmento de mercado que está em plena ascensão e é tido como o segmento da manufatura prioritário, onde todas as decisões relacionadas a estratégias de manufatura, investimentos em equipamentos, melhoria contínua dos processos de fabricação e tecnologia envolvida, levam em consideração, num elevado grau de prioridade, esse segmento.

Tabela 2: Segmentação dos mercados, evolução percentual de cada segmento e participação dos segmentos na receita total bruta.

Item	Segmento do mercado	Aumento na receita de 1999 para 2002	Participação percentual do segmento na receita total	
			1999	2002
1	Montadoras do Setor Agrícola	384%	48%	72%
2	Reposição do Setor Agrícola	1,5%	24%	9%
3	Mercados Diversos	330%	6%	8%
4	Mercado Rodoviário	46%	9%	5%
5	Movimentação de Cargas	189%	4%	3%
6	Construção Civil	-36%	7%	2%
7	Exportação	-2%	2%	1%
	Receita Total Bruta	256%		

Fonte: Adaptado do Banco de Dados da Empresa X.

A ascensão desse mercado prioritário, Montadoras do Setor Agrícola, está mostrado na Tabela 2. A evolução é medida em função da participação percentual na receita total bruta.

A Tabela 2 também mostra, a participação dos outros segmentos. Os dados analisados referem-se ao período de janeiro a setembro de 1999 e ao mesmo período de 2002.

Nota-se na Tabela 2 que o segmento Montadoras do Setor Agrícola, teve em 3 anos, de 1999 a 2002, um acréscimo no seu faturamento de 384%, elevando a participação percentual do segmento na receita total bruta de 48% em 1999 para 72% em 2002. Dessa forma, então, escolheu-se o segmento Montadoras do Setor Agrícola como sendo a segmentação da manufatura para ser aplicado o modelo proposto.

#### 5.2.5 – Fase 5: Estabelecimento dos Objetivos Estratégicos da Manufatura – OEM

O coordenador e o gerente de manufatura estabeleceram os objetivos estratégicos da manufatura, os quais estão presentes nas decisões relacionadas ao departamento. Foi tomado por base os objetivos de desempenho, intitulados por Slack, mas que no presente modelo denominou-se Objetivos Estratégicos da Manufatura – OEM.

Após a definição dos OEMs, aplicou-se a Técnica de Mudge: Avaliação Numérica de Relações Funcionais – ANRF (ver Figura 5.3). Essa técnica permitiu verificar a importância relativa de cada OEM e, então, priorizá-los (ver Figura 5.4).

Os OEMs tabulados foram os seguintes:

A – Qualidade do produto;

B – Custo do produto;

C – Flexibilidade de data de entrega;

D – Flexibilidade de volume de entrega;

E – Flexibilidade de *mix* (habilidade de mudar a variedade dos produtos que estão sendo fabricados pela manufatura dentro de um dado período de tempo);

F – Flexibilidade de processo (usar recursos e/ou rotas produtivas diferentes)

G – Flexibilidade de inovação de produto (produzir novos produtos ou modificar existentes – aumentar efetivamente o *mix* de produto);

H – Confiabilidade de data de entrega;

I – Confiabilidade de volume de entrega;

J – Flexibilidade de inovação de processo;

L – Velocidade (*lead time*)

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	Total	%	Colocação
A	A3	A3	A3	A2	A2	A1	A3	A3	A2	A2	24	22,2	1°
	B	C2	D2	E2	F2	G3	H3	I3	J2	L3	0	0	11°
		C	C1	E2	C1	G2	H2	I2	C2	L2	4	3,7	9°
			D	E3	F2	G2	H3	I2	J2	L2	2	1,8	10°
				E	E3	E2	H1	I1	J1	L2	12	11,1	5°
					F	G2	H3	I1	J1	F1	5	4,6	8°
						G	H1	I1	G2	L1	11	10,2	6°
							H	H1	H1	L3	15	13,9	2°
								I	I3	I2	15	13,9	3°
									J	L1	6	5,6	7°
										L	14	13,0	4°
										Total	108	100%	

1 – pouca importância superior  
2 – média importância superior  
3 – alta importância superior

Figura 5.3: Aplicação da Técnica de Mudge nos OEM- ANRF.

Colocação	%	Objetivo Estratégico da Manufatura
1°	22,2	Qualidade do produto
2°	13,9	Confiabilidade de data de entrega
3°	13,9	Confiabilidade de volume de entrega
4°	13,0	Velocidade ( <i>lead time</i> )
5°	11,1	Flexibilidade de <i>mix</i>
6°	10,2	Flexibilidade de inovação de produto
7°	5,6	Flexibilidade de inovação de processo
8°	4,6	Flexibilidade de processo
9°	3,7	Flexibilidade de data de entrega
10°	1,8	Flexibilidade de volume de entrega
11°	0	Custo do produto

Figura 5.4: Hierarquização dos OEMs.

Na Figura 5.4 estão colocados por ordem de importância os OEMs correlacionados. Destaca-se em última colocação o OEM custo do produto. A equipe analisou sua colocação e entendeu que para a empresa, de fato, custo baixo é indispensável para ganhar concorrência na disputa por nacionalização de produtos do segmento Montadoras do Setor Agrícola. No entanto, na grande maioria dos casos o custo da empresa está suficientemente baixo para

garantir sucesso nas disputas por nacionalização de produtos. Dessa forma, conclui-se que o custo já, há tempo, é um objetivo estratégico da manufatura com desempenho bem superior ao da concorrência. Quanto a sua colocação, não significa que não possui prioridade, mas sabe-se que a empresa precisa manter o atual nível de custo e melhorar os primeiros OEMs da colocação da Figura 5.4.

Tendo sido classificados os OEM e entendida essa classificação, os mesmos serão essenciais para que se possa obter os fatores críticos de sucesso. Assim segue-se para a Fase 6 – Ambiente Externo.

Importante destacar nessa fase que após a aplicação do modelo, foi feita uma análise de sensibilidade da hierarquização obtida pela aplicação da Técnica de Mudge nos OEM. Ou seja, inverteu-se a hierarquização dos OEM estabelecida na Figura 5.4, por exemplo custo nessa simulação ficaria em 1º com 22,2%, flexibilidade de volume de entrega ficaria em 2º com 13,9% e assim sucessivamente. Com a análise de sensibilidade concluiu-se que a classificação obtida pela Figura 5.9, com JIT em 1º, TOC em 2º e o MRP em 3º, manteve-se inalterado. Dessa forma, mesmo que os GI (Grau de Importância) dos FCSM tenham sua importância relativa alterada, como foi feito na análise de sensibilidade, o resultado final não muda.

#### 5.2.6 – Fase 6: Análise do Ambiente Externo

Nessa fase foram abordados alguns aspectos relativos ao ambiente externo. Na entrevista com a gerência do departamento de vendas, foi estudada a pesquisa de nível de satisfação dos clientes. Esta pesquisa possui vários itens, porém o item que mais tem contribuição para esse trabalho é o mostrado na Figura 5.5. Nesse item, os clientes da empresa analisada avaliam os serviços de seus fornecedores, nesse caso a empresa estudada. O formulário completo foi respondido por 27 empresas, obtendo-se o resultado apresentado na Tabela 3.

O maior cliente da empresa analisada, pertencente ao segmento de Montadoras do Setor Agrícola, usualmente avalia seus fornecedores. A empresa onde está sendo aplicado o modelo também foi avaliada. A avaliação realizada por essa montadora leva em consideração, principalmente, aspectos relacionados à confiabilidade no fornecimento. A Tabela 4 mostra esta avaliação.

Pergunta: Ao avaliar os serviços de seus fornecedores, que importância você dá a cada um dos seguintes itens?				
Item	MI	I	PI	NI
A) Relações comerciais				
B) Logística				
C) Performance dos produtos				
D) Qualidade				
E) Manuais				
F) Relações administrativas				
G) Engenharia de aplicação				
H) Preço				
I) Prazo de pagamento				
J) Prazo de entrega				
K) Assistência técnica				
<b>MI – Muito Importante, I – Importante, PI – Pouco Importante, NI – Nada Importante</b>				

Figura 5.5: Pesquisa de nível de satisfação do cliente. (banco de dados da Empresa X)

Tabela 3: Resultado da Pesquisa de nível de satisfação do cliente, dados médios.

Colocação	Item	MI(%)	I(%)	PI(%)	NI(%)
1°	J) Prazo de entrega	85,71	14,29	0	0
2°	A) Relações comerciais	82,76	17,24	0	0
3°	H) Preço	79,31	20,69	0	0
4°	D) Qualidade	75,86	24,14	0	0
5°	K) Assistência técnica	72,41	24,14	3,45	0
6°	C) Performance dos produtos	68,97	31,03	0	0
7°	G) Engenharia de aplicação	62,07	37,93	0	0
9°	B) Logística	58,62	41,38	0	0
8°	I) Prazo de pagamento	58,62	31,03	6,90	3,45
10°	F) Relações administrativas	32,14	64,29	3,57	0
11°	E) Manuais	20,69	58,62	20,69	0
<b>MI – Muito Importante, I – Importante, PI – Pouco Importante, NI – Nada Importante</b>					

Fonte: adaptado do banco de dados da Empresa X.

Observando-se a Tabela 4 deve-se dar destaque especial aos itens: 2) entrega no prazo (%); 3) entrega atrasada (%); 4) quantidade entregue (%) e 6) tempo de atraso (dias). Estes indicadores demonstram a importância/preocupação do cliente para que não se quebre o fluxo

de montagem de suas máquinas por falta no fornecimento. Importante notar na Figura 5.4, os 2º e 3º Objetivos Estratégicos são justamente relacionados aos indicadores 2, 3, 4 e 6. O que representa coerência entre análise feita pela aplicação deste modelo e a análise feita pela empresa cliente.

Em relação ao ambiente externo, a concorrência no mercado de Montadoras do Setor Agrícola e as exigências por qualidade dos produtos são muito altas. Ainda mais que a Empresa X disputa este mercado com as grandes multinacionais do ramo. As especificações dos produtos, como já mencionado, são de responsabilidade dos clientes, no entanto toda cadeia produtiva, subfornecedores, adequação as normas internacionais do produto, entre outros, são de responsabilidade da empresa analisada.

Tabela 4: Avaliação da Empresa X, feita pelo principal cliente, dados médios.

Montadora YY: Avaliação de fornecedores						Período: nov/2000 à set/2001						
Fornecedor: Empresa X						Produto avaliado: Caixas de Câmbio						
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1. Entrega antecipada (%)	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1
2. Entrega no prazo (%)	66	79	71	78	79	100	100	100	97	100	100	88
3. Entrega atrasada (%)	32	19	28	21	21	0	0	0	2	0	0	11
4. Qtde entregue (%)	91	92	91	92	91	97	96	95	97	95	98	94
5. Tempo de antecip. (dias)	1,3	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,1
6. Tempo de atraso (%)	7,9	11,3	7,5	6,7	4,8	2,3	1,8	1,0	11,0	1,0	1,0	5,1
7. Tempo NFxSaída (dias)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Banco de dados da Empresa X.

Especialmente nos últimos 2 anos, o segmento Montadoras do Setor Agrícola está tendo significativos avanços. Primeiro as safras agrícolas estão cada vez maiores graças, especialmente, aos incentivos dado ao setor pelo governo federal. Em segundo pela entrada no Brasil das maiores multinacionais Montadoras do Setor Agrícola. E essas multinacionais exigem qualidade e performance no fornecimento a nível mundial e a um custo competitivo.

Uma problemática existente na Empresa X é a queda no faturamento devido a sazonalidade do mercado nos meses de abril, setembro e dezembro. Isto ocorre,

principalmente, devido a sazonalidade da safra agrícola relativo aos produtos montados em colheitadeiras de grãos. Dessa forma, a Empresa X está e deve continuar investindo no incremento de seu *mix* de produtos voltados à montagem de outro tipo de máquina agrícola, nesse caso tratores.

Um indicador econômico-financeiro que pode ser utilizado como referencia em relação ao desempenho dos concorrentes, é a receita líquida por funcionário. Pesquisou-se os maiores concorrentes da Empresa X e os dados estão mostrados na Tabela 5.

Analisando-se a Tabela 5, percebeu-se que o indicador receita líquida por funcionário da Empresa X é a metade do que o mesmo indicador das duas grandes multinacionais. No entanto, este indicador é o dobro de uma outra multinacional que está em quarto lugar nesse *ranking*, o que demonstra um desempenho razoável. Mesmo assim, existe uma meta de aumentar a receita líquida por funcionário descrita no Planejamento Estratégico.

Tabela 5: Indicadores econômico-financeiros da concorrência.

Posição	Empresa	Tipo de empresa	Receita líquida ano 2000 R\$mil	Evolução da receita líquida de 1999 para 2000 (%)	Receita líquida por funcionário R\$mil	Numero de funcionários
1	Eaton	multinacional	550.990	(1,2)	162,63	3.388
2	ZF	multinacional	285.730	7,2	159,45	1.792
3	Empresa X	nacional	26.573	45,8	83,56	318
4	Rayton	multinacional	23.007	(3,2)	47,93	480
5	Inpel	nacional	8.191	38,9	73,79	111
6	Engrecon	nacional	7.253	-----	59,45	122

Fonte: Gazeta Mercantil – Balanço Anual – julho de 2001.

### 5.2.7 – Fase 7: Determinação dos Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura – FCSM

Após o estabelecimento dos Objetivos Estratégicos da Manufatura, o coordenador da aplicação do modelo e o gerente de manufatura determinaram os Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura. Para isso utilizou-se do procedimento descrito no Capítulo 4, fase 7, e a Figura 4.3 – exemplos de FCSM. Os FCSM para cada OEM estão mostrados na Figura 5.6.

Percebe-se na Figura 5.6 que vários dos FCSM contribuem para o atingimento de mais de um OEM. Por exemplo, o FCSM tempo de *setup* contribui para o custo do produto, velocidade (*lead time*) e flexibilidade de *mix*. Na ótica da equipe, esta constatação foi interessante, pois o procedimento para a determinação do FCSM faz com que se obtenha um bom discernimento de como obter sucesso dos Objetivos Estratégicos.

Objetivo Estratégico da Manufatura	Obstáculo ao atingimento do OEM	Fator Critico de Sucesso da Manufatura
1 - Qualidade do produto	Especificações dos produtos inadequadas	Adequabilidade das especificações dos produtos
	Pessoal com competência e habilidade insatisfatória	Competência e habilidade do pessoal
	Inexistência de um programa de melhoria continua	Programa de melhoria continua
	Baixa confiabilidade de funcionamento das máquinas e equipamentos	Confiabilidade de funcionamento de maquinas e equipamentos
	Sistemas de transporte e armazenamento inadequadas	Adequabilidade do sistema de transporte e armazenamento
	Inexistência de rastreabilidade de matéria-prima	Rastreabilidade de matéria- prima
	Inexistência de rastreabilidade de processo	Rastreabilidade de processo
	Inexistência de rastreabilidade de produto	Rastreabilidade de produto
	Procedimentos de processo produtivo ineficazes	Eficácia dos procedimentos do processo produtivo
	Controle da qualidade ineficaz	Eficácia do controle da qualidade
	Inexistência de teste funcional do produto	Teste funcional do produto
	Altos índices de refugo e retrabalho	Índices de refugo e retrabalho
	Tecnologia de processo desatualizada	Atualização da tecnologia de processo
	Baixa qualidade dos fornecedores	Qualidade dos fornecedores

2 - Confiabilidade de data de entrega	Existência de problemas relacionados à qualidade	Problemas relacionados à qualidade
	Baixa confiabilidade de funcionamento das máquinas e equipamentos	Confiabilidade de funcionamento de máquinas e equipamentos
	Baixa confiabilidade de data de entrega do fornecimento de materiais	Confiabilidade de entrega do fornecimento de materiais
	Sistema de informação inadequado	Adequabilidade do sistema de informação
	Alto índice de absenteísmo	Absenteísmo
	Desconhecimento da real capacidade produtiva da empresa	Conhecimento da real capacidade produtiva da empresa
	Baixa acuracidade das informações relacionadas a estoques de matéria-prima, itens de terceiros e estoque em processo	Acuracidade das informações relacionadas a estoques de matéria-prima, itens de terceiros e estoque em processo
	Altos índices de refugo e retrabalho	Índices de refugo e retrabalho
	Tecnologia de processo desatualizada	Atualização da tecnologia de processo
	Baixa qualidade dos fornecedores	Qualidade dos fornecedores
3 - Confiabilidade de volume de entrega	Existência de problemas relacionados a qualidade	Problemas relacionados a qualidade
	Baixa confiabilidade de funcionamento das máquinas e equipamentos	Confiabilidade de funcionamento de máquinas e equipamentos
	Baixa confiabilidade de data de entrega do fornecimento de materiais	Confiabilidade de entrega do fornecimento de materiais
	Sistema de informação inadequado	Adequabilidade do sistema de informação
	Alto índice de absenteísmo	Absenteísmo
	Desconhecimento da real capacidade produtiva da empresa	Conhecimento da real capacidade produtiva da empresa
	Baixa acuracidade das informações relacionadas a estoques de matéria-prima, itens de terceiros e estoque em processo	Acuracidade das informações relacionadas a estoques de matéria-prima, itens de terceiros e estoque em processo
	Altos índices de refugo e retrabalho	Índices de refugo e retrabalho
	Tecnologia de processo desatualizada	Atualização da tecnologia de processo
	Baixa qualidade dos fornecedores	Qualidade dos fornecedores
4 - Velocidade ( <i>lead time</i> )	Alto tempo de <i>setup</i>	Tempo de <i>setup</i>
	Lotes grandes	Lotes pequenos
	Pessoal com competência e habilidade insatisfatória	Competência e habilidade do pessoal
	Tecnologia de processo desatualizada	Atualização da tecnologia de processo
	Gerenciamento ineficaz dos gargalos	Eficácia no gerenciamento dos gargalos

	Alto índice de <i>work-in-process</i>	<i>Work-in-process</i> (gerenciamento visando sua redução)
	Altos <i>lead times</i> de desenvolvimento, compras e produção	<i>Lead times</i> de desenvolvimento, compras e produção
	Altos índices de refugo e retrabalho	Índices de refugo e retrabalho
	<i>Layout</i> inadequado ao ambiente produtivo	Adequabilidade do <i>layout</i> ao ambiente produtivo
	Existência de atividades que não agregam valor ao produto	Atividades que não agregam valor ao produto
	Procedimentos de processo produtivo ineficazes	Eficácia dos procedimentos do processo produtivo
	Inexistência de um programa de melhoria contínua	Programa de melhoria contínua
	Existência de problemas relacionados à qualidade	Problemas relacionados à qualidade
5 -Flexibilidade de <i>mix</i>	Mão-de-obra não multifuncional	Multifuncionalidade da mão-de-obra
	Tecnologia de processo não flexível	Flexibilidade da tecnologia de processo
	<i>Layout</i> inadequado ao ambiente produtivo	Adequabilidade do <i>layout</i> ao ambiente produtivo
	Inabilidade do sistema em mudar o processo produtivo	Habilidade do sistema em mudar o processo produtivo
	Maquinas e equipamentos não flexíveis	Flexibilidade das maquinas e equipamentos
	Mão-de-obra não flexível	Flexibilidade da mão-de-obra
	Fornecedores não flexíveis	Flexibilidade dos fornecedores
	Desconhecimento da real capacidade produtiva da empresa	Conhecimento da real capacidade produtiva da empresa
	Alto tempo de <i>setup</i>	Tempo de <i>setup</i>
6 -Flexibilidade de inovação de produto	Inabilidade do sistema em mudar o projeto do produto	Habilidade do sistema em mudar o projeto do produto
	Tecnologia de projeto não flexível	Flexibilidade da tecnologia de projeto
	Mão-de-obra não multifuncional	Multifuncionalidade da mão-de-obra
	Tecnologia de processo não flexível	Flexibilidade da tecnologia de processo
	<i>Layout</i> inadequado ao ambiente produtivo	Adequabilidade do <i>layout</i> ao ambiente produtivo
	Inabilidade do sistema em mudar o processo produtivo	Habilidade do sistema em mudar o processo produtivo
	Maquinas e equipamentos não flexíveis	Flexibilidade das maquinas e equipamentos
	Mão-de-obra não flexível	Flexibilidade da mão-de-obra
	Fornecedores não flexíveis	Flexibilidade dos fornecedores
	Desconhecimento da real capacidade produtiva da empresa	Conhecimento da real capacidade produtiva da empresa

7-Flexibilidade de inovação de processo	Inexistência de um programa de melhoria continua	Programa de melhoria continua
	Pessoal com competência e habilidade insatisfatória	Competência e habilidade do pessoal
	Inexistência de teste funcional do produto	Teste funcional do produto
	Ambiente inibidor da criatividade	Ambiente motivador da criatividade
	Mão-de-obra não criativa	Criatividade da mão-de-obra
	Mão-de-obra não flexível	Flexibilidade da mão-de-obra
	Tecnologia de processo não flexível	Flexibilidade da tecnologia de processo
8 -Flexibilidade de processo	Mão-de-obra não multifuncional	Multifuncionalidade da mão-de-obra
	Tecnologia de processo não flexível	Flexibilidade da tecnologia de processo
	Layout inadequado ao ambiente produtivo	Adequabilidade do <i>layout</i> ao ambiente produtivo
	Inabilidade do sistema em mudar o processo produtivo	Habilidade do sistema em mudar o processo produtivo
	Maquinas e equipamentos não flexíveis	Flexibilidade das maquinas e equipamentos
	Mão-de-obra não flexível	Flexibilidade da mão-de-obra
	Sistemas de transporte e armazenamento inadequadas	Adequabilidade do sistema de transporte e armazenamento
9-Flexibilidade de data de entrega	Tecnologia de processo não flexível	Flexibilidade da tecnologia de processo
	Maquinas e equipamentos não flexíveis	Flexibilidade das maquinas e equipamentos
	Mão-de-obra não flexível	Flexibilidade da mão-de-obra
10-Flexibilidade de volume de entrega	Inabilidade do sistema em mudar o processo produtivo	Habilidade do sistema em mudar o processo produtivo
	Desconhecimento da real capacidade produtiva da empresa	Conhecimento da real capacidade produtiva da empresa
	Altos <i>lead times</i> de desenvolvimento, compras e produção	<i>Lead times</i> de desenvolvimento, compras e produção
11 – Custo do produto	Alto tempo de <i>setup</i>	Tempo de <i>setup</i>
	Altos <i>lead times</i> de desenvolvimento, compras e produção	<i>Lead times</i> de desenvolvimento, compras e produção
	Produtos com dificuldade de fabricação e montagem	Manufaturabilidade e montabilidade do produto
	Inexistência de um programa de melhoria continua	Programa de melhoria continua
	Sistema de informação inadequado	Adequabilidade do sistema de informação
	Existência de problemas relacionados à qualidade	Problemas relacionados à qualidade
	Altos índices de refugo e retrabalho	Índices de refugo e retrabalho

	Existência de atividades que não agregam valor ao produto	Atividades que não agregam valor ao produto
	Sistema de custeio adequado	Adequabilidade do sistema de custeio
	Procedimentos de processo produtivo ineficazes	Eficácia dos procedimentos do processo produtivo

Figura 5.6: Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura da Empresa X.

### 5.2.8 – Fase 8: Diagnóstico e classificação do ambiente de produção

A Empresa X caracteriza-se por ter um ambiente de produção do tipo: produção de peças discretas. Esta classificação está associada ao grau de padronização dos produtos e ao volume de produção demandada. Dentro dessa classificação, produção de peças discretas, a Empresa X caracteriza-se em ambiente de produção repetitiva em lote. A Figura 5.7 apresenta as principais características da Empresa X que ficou, então, classificada como sendo de produção de peças discretas tendo ambiente de produção repetitivo em lote.

Característica	Indicador segundo Figura 3.3, para ambiente repetitivo em lotes	Indicador da Empresa X
Volume de produção	Médio	Médio
Variedade de produtos	Grande	Grande
Flexibilidade	Alta	Alta
Qualificação da mão-de-obra	Alta	Alta
<i>Layout</i>	Por processo	Por processo na maioria dos casos <i>Layout</i> celular em alguns casos
Capacidade ociosa	Média	Baixa na maioria dos recursos
<i>Lead times</i>	Médio	Varia de baixos a altos
Fluxo de informações	Alto	Alto
Produtos	Em lotes	Em lotes

Figura 5.7: Características do ambiente de produção da Empresa X.

Na Figura 5.7 percebe-se que o ambiente de produção da Empresa X tem características intrínsecas a organizações com manufatura repetitiva em lotes. Características estas que exigem um SAP adequado para gerenciar a complexidade existente.

Após diagnosticar e classificar o ambiente da produção da Empresa X, seguiu-se para a Fase 9 – Priorização dos FCSM.

#### 5.2.9 – Fase 9: Priorização dos FCSM a serem gerenciados pelo SAP

Essa fase vai determinar quais fatores críticos de sucesso devem ser prioritariamente atendidos, quando da composição do SAP – Fase 10. A priorização dos FCSM está mostrada na matriz OEM, na coluna classificação, conforme Figura 5.8.

Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura - FCSM	Objetivos Estratégicos da Manufatura - OEM											Total= $GI_1 \times \text{Peso}_{\text{FCSM1}} + GI_2 \times \text{Peso}_{\text{FCSM2}} \dots$	GI de cada FCSM (%)
	Qualidade do produto	Confiabilidade de data de entrega	Confiabilidade de volume de entrega	Velocidade ( <i>lead time</i> )	Flexibilidade de <i>mix</i>	Flexibilidade de inovação de produto	Flexibilidade de inovação de processo	Flexibilidade de processo	Flexibilidade de data de entrega	Flexibilidade de volume de entrega	Custo do produto		
	Grau de Importância do OEM (GI), obtido do Mudge – Fase 5												
	22,2	13,9	13,9	13	11,1	10,2	5,6	4,6	3,7	1,8	0		
Adequabilidade das especificações dos produtos	10	6	6	8	3	8	3	6	3	3	8	668	2,52
Competência e habilidade do pessoal	10	6	6	8	8	8	10	8	8	8	8	800	3,02
Programa de melhoria continua	10	8	8	10	10	8	10	8	8	8	8	903	3,41



Habilidade do sistema em mudar o projeto do produto	8	6	6	8	8	10	8	8	3	3	6	737	2,78
Ambiente motivador da criatividade	8	3	3	8	8	10	10	8	8	8	8	694	2,62
Criatividade da mão-de-obra	8	3	3	8	8	10	10	8	8	8	8	694	2,62
Manufaturabilidade e montabilidade do produto	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	801	3,03
Adequabilidade do sistema de custeio	0	0	0	1	1	8	6	3	3	3	10	170	0,64
												∑=26.464	100

Figura 5.8: Matriz OEM da Empresa X.

A Figura 5.6, mostra 38 (trinta e oito) fatores críticos de sucesso da manufatura que foram correlacionados com 11 objetivos estratégicos da manufatura. Na Figura 5.8, na coluna classificação, aparece a priorização dos FCSM, a qual gerou um indicador importante, pois agora sabe-se quais FCSM são mais críticos e quais devem ser prioritariamente atingidos pela manufatura. Dessa forma, concluiu-se essa fase e seguiu-se para a Fase 10.

#### 5.2.10 – Fase 10: Escolha da composição do SAP mais adequado

Na Figura 5.9 estão mostrados os FCSM em ordem de classificação definida na Fase 9, e os pesos atribuídos para cada SAP no gerenciamento/desenvolvimento/alcance dos Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura da Empresa X.

Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura		GI	Tipos de SAP		
			MRPII	JIT	TOC
1	Programa de melhoria continua	3,41	3	10	3
2	Eficácia no gerenciamento dos gargalos	3,21	3	6	10
3	Eficácia dos procedimentos do processo produtivo	3,15	3	8	6
4	Qualidade dos fornecedores	3,11	3	8	6
5	Eficácia do controle da qualidade	3,07	3	8	3
6	Atualização da tecnologia de processo	3,03	6	6	6
7	Manufaturabilidade e montabilidade do produto	3,03	3	6	3
8	Competência e habilidade do pessoal	3,02	3	8	6
9	Confiabilidade de funcionamento de máquinas e equipamentos	3,02	3	8	6
10	<i>Work-in-process</i> (gerenciamento visando sua redução)	3,00	3	8	6

11	Multifuncionalidade da mão-de-obra	2,86	3	8	6
12	Tempo de <i>setup</i>	2,81	3	10	6
13	Problemas relacionados à qualidade	2,81	6	8	3
14	Confiabilidade de entrega do fornecimento de materiais	2,78	6	8	8
15	Habilidade do sistema em mudar o projeto do produto	2,78	3	6	3
16	Lotes pequenos	2,76	1	6	3
17	<i>Lead times</i> de desenvolvimento, compras e produção	2,75	6	8	8
18	Habilidade do sistema em mudar o processo produtivo	2,69	3	8	6
19	Teste funcional do produto	2,63	3	8	6
20	Ambiente motivador da criatividade	2,62	1	8	6
21	Criatividade da mão-de-obra	2,62	1	8	6
22	Índices de refugo e retrabalho	2,61	3	8	6
23	Adequabilidade do sistema de informação	2,57	10	3	6
24	Acuracidade das informações relacionadas a estoques de matéria-prima, itens de terceiros e estoque em processo	2,55	10	3	6
25	Adequabilidade das especificações dos produtos	2,52	3	6	6
26	Flexibilidade das máquinas e equipamentos	2,51	3	8	6
27	Flexibilidade da mão-de-obra	2,51	3	8	6
28	Flexibilidade dos fornecedores	2,51	3	8	6
29	Conhecimento da real capacidade produtiva da empresa	2,50	10	3	8
30	Atividades que não agregam valor ao produto	2,49	3	6	3
31	Adequabilidade do <i>layout</i> ao ambiente produtivo	2,46	3	6	8
32	Flexibilidade da tecnologia de processo	2,30	3	8	8
33	Rastreabilidade de produto	2,30	10	6	6
34	Rastreabilidade de matéria-prima	2,22	10	6	6
35	Rastreabilidade de processo	2,15	10	6	6
36	Absenteísmo	2,10	3	6	6
37	Adequabilidade do sistema de transporte e armazenamento	1,94	3	6	6
38	Adequabilidade do sistema de custeio	0,64	6	6	6
Total= $GI_{FCSM1} \times \text{PesoSAP} + GI_{FCSM2} \times \text{PesoSAP} + \dots$			420	694	570
Classificação			3°	1°	2°

Figura 5.9: Matriz SAP da Empresa X.

A Figura 5.9 mostra a classificação de cada tipo de SAP de acordo com sua pontuação. Ficou em 1° lugar o JIT, em 2° lugar a TOC e em 3° lugar o MRPII.

De acordo com o modelo proposto, fica estabelecida a abordagem JIT como sendo a que mais contribui para o gerenciamento/desenvolvimento/alcance dos FCSM. Como os FCSM foram gerados a partir dos Objetivos Estratégicos da Manufatura, então, pode-se concluir que, a abordagem JIT também é a que mais contribui/desenvolve/alcança os OEMs.

### **5.3 – Considerações sobre a Aplicação do Modelo**

O modelo correlaciona aspectos da organização, como visão, missão e planejamento estratégico com aspectos estratégicos, táticos e até operacionais da manufatura. Acredita-se que esse desdobramento sistemático seja um dos aspectos mais relevantes do modelo. Esse desdobramento facilita a compreensão do como?, onde? e o que? a manufatura necessita fazer para garantir a vantagem competitiva desejada pela empresa.

De forma análoga, este desdobramento, que na aplicação do modelo aparece na forma de FCSM, facilitou a decisão e o entendimento de qual SAP é mais adequado à Empresa X. O procedimento adotado de correlacionar diretamente os FCSM como os tipos de SAP, demonstrou ser uma maneira prática e objetiva para a equipe, motivando uma maior dinâmica na aplicação, o que é uma condição desejável quando se trata de ambientes empresariais.

As Matrizes OEM e SAP, Figuras 5.8 e 5.9 respectivamente, são consideradas como pontos fortes do modelo, pois observou-se na aplicação que as mesmas minimizaram as influências pessoais nos processos de priorização dos FCSM e SAPs. Além disso, a consecução eficaz dessas duas matrizes é fundamental para uma aplicação de sucesso do modelo.

O resultado final da Figura 5.9 é a classificação de qual dos tipos de SAP soma mais pontos, ou seja, representa o quanto o mesmo contribui para o gerenciamento/desenvolvimento/alcance do maior número de FCSM. Ressalta-se que além do resultado obtido na classificação dos pontos, a equipe de aplicação deve analisar, em particular, cada correlação estabelecida na Matriz SAP. Por exemplo, embora a TOC tenha obtido a 2ª colocação final, na correlação do 2º FCSM – eficácia no gerenciamento dos gargalos - atribui-se peso 10 ao grau de contribuição. Outro exemplo, o MRPII ficou em última colocação, no entanto ao ser correlacionado com o 23º FCSM – adequabilidade do

sistema de informação – atribuiu-se peso 10 ao grau de contribuição. No mesmo 23º FCSM, atribuiu-se peso 3 em relação ao JIT.

A constatação feita anteriormente remete à idéia de que se possa utilizar o JIT como sendo o principal SAP para a Empresa X, porém utilizando-se aspectos da TOC e do MRPII para gerenciar/desenvolver/atingir um ou outro FCSM considerado importante e estratégico para a organização.

Um ponto forte do modelo é o desdobramento sistemático dos Objetivos Estratégicos da organização em Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura, obtidos por intermédio da determinação dos Objetivos Estratégicos da Manufatura. Tais objetivos são obtidos pela equipe designada para aplicar o modelo, por meio de um entendimento da visão, missão e planejamento estratégico da empresa. Tais FCSM, por sua vez, servirão de base para a escolha da composição do SAP mais adequado as necessidades atuais e futuras da empresa.

Pelo exposto anteriormente, torna-se crítico no modelo proposto a etapa de determinação dos Objetivos Estratégicos da Manufatura, bem como sua hierarquização, pois eles compõem o elo de ligação entre a visão estratégica da empresa e a escolha da composição do SAP adequado a manufatura. Assim, a equipe deve ser composta por membros preparados e com uma visão sistêmica da organização e conhecedores profundos das necessidades e estratégias futuras e atuais da organização.

## CAPITULO 6 – CONCLUSÕES

### 6.1 – Conclusões

De uma forma geral, este trabalho preencheu uma lacuna existente na literatura quanto à escolha de Sistemas de Administração da Produção. Este trabalho criou procedimentos/regras para a escolha do SAP condizente com os aspectos estratégicos da manufatura e da organização.

Com a revisão bibliográfica, foi possível constatar a mudança no cenário das empresas, as quais estão acreditando/percebendo a importância da manufatura como instrumento competitivo. Esta valorização cada vez maior da manufatura foi comprovada em termos práticos na aplicação do modelo proposto.

Outro aspecto que foi ressaltado pela revisão bibliográfica e experimentado durante a aplicação do modelo proposto, foi a importância de um preciso, claro e coerente planejamento estratégico da organização, neste caso em particular em relação à manufatura. Os aspectos estratégicos devem ser formulados com base na adequação às necessidades dos clientes e, também, comparados com os aspectos estratégicos dos concorrentes. Constatou-se que, para que a manufatura tenha um desempenho satisfatório, os Objetivos Estratégicos da Manufatura devem levar em consideração os aspectos internos (os recursos disponíveis) e os aspectos externos (mercado, concorrência, oportunidades, políticas governamentais, etc).

Este trabalho trouxe à tona uma discussão antiga: Qual Sistema de Administração da Produção deve ser implantado/utilizado em uma dada empresa? Em um dado ambiente de manufatura qual tipo de SAP adotar? É possível compatibilizar aspectos de desempenho interno com os aspectos de desempenho externos da organização? Como desdobrar aspectos estratégicos em aspectos táticos, aspectos de controle e aspectos operacionais da organização? De uma forma geral, todas essas questões foram respondidas na consecução deste trabalho.

Na revisão bibliográfica abordou-se a importância de alguns elementos indispensáveis para o alcance de uma vantagem competitiva desejada. Na aplicação do modelo especificou-se quais Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura foram necessários para desenvolver/gerenciar/alcançar determinados Objetivos Estratégicos da Manufatura da

empresa analisada. Isso por si só, é indispensável para alinhar os esforços na manufatura. Além disso os FCSM tornaram-se critérios para seleção do SAP mais adequado.

Com vistas a verificar se os objetivos específicos propostos inicialmente foram atingidos, descreve-se a seguir algumas observações.

Quanto ao primeiro objetivo específico, o qual buscava estabelecer parâmetros críticos vinculados à produção de grande *mix* de produtos, o mesmo foi atingido no Capítulo 2, onde nos itens 2.1 e 2.2 foram levantados aspectos como: produção em lotes no universo da manufatura, dados relacionados a crescente diversificação industrial, complexidade gerada no ambiente produtivos quando a variedade de produtos aumenta, motivos que levam as empresas aumentarem constantemente o *mix* de produtos (aumento da receita em períodos sazonais, substituição de produtos importados por nacionais, diminuição da ociosidade de alguns recursos, diversificação de mercado, satisfação do cliente, entre outras).

O segundo objetivo específico visava estabelecer as características e elementos dos Sistemas de Administração da Produção que mais se adequam a manufatura de um grande *mix* de produtos. No final do Capítulo 3 as Figuras 3.7, 3.8, 3.9 e 3.10, mostram claramente as interfaces entre as abordagens TOC, JIT e MRPII com características relacionadas ao ambiente de manufatura. As análises efetuadas no final do Capítulo 3, demonstram as interrelações entre os diversos Sistemas de Administração da Produção e as variáveis volume de produção e variedade de produtos. Isto também pode ser visto durante a aplicação do modelo através da matriz de correlação entre Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura e SAPs, na Figura 5.9.

O terceiro objetivo específico buscava determinar critérios para escolha da composição do SAP que permita atuar num ambiente de manufatura com grande *mix* de produtos. As Figuras 3.7, 3.8, 3.9 e 3.10 deram uma referência para a posterior composição do SAP, sendo assim possível, na Figura 3.12, correlacionar objetivos de desempenho e tipos de SAP. Porém, os critérios para a escolha da composição do SAP foram, efetivamente, determinados durante a aplicação do modelo através do desdobramento dos Objetivos Estratégicos da Manufatura em Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura. Estes últimos, então, foram os critérios adotados para a escolha da composição do SAP para um dado ambiente de manufatura, que no caso da Empresa X, tinha a característica de grande *mix* de produtos.

Dessa forma, pode-se finalizar o presente trabalho afirmando que o objetivo geral proposto foi atingido, ou seja, propôs-se e implantou-se uma sistemática que permitiu a escolha da composição mais adequada do Sistema de Administração da Produção, com base nos Objetivos Estratégicos da Manufatura.

## **6.2 – Sugestões para Trabalhos Futuros**

Durante o desenvolvimento do trabalho, algumas lacunas do conhecimento puderam ser observadas, e são sugeridas a seguir:

- estudo visando um desdobramento do modelo proposto para outras áreas da organização, como vendas, suprimentos, etc;
- estudo para implantação do SAP apoiado na escolha da composição de SAP proposta pelo modelo apresentado por esse trabalho;
- estudo buscando a padronização dos Fatores Críticos de Sucesso da Manufatura vinculados a determinados Objetivos Estratégicos da Manufatura, tendo como objetivo minimizar a dependência da equipe na determinação dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

- ALDRIDGE, D. J. & BETTS, J. flexibility and responsiveness in relation to the use of MRP II. **Logistics Information Management**, v. 8, n. 6, p. 13-19, 1995.
- CONTADOR, J. C. Armas da competição. **Revista de Administração**, v. 30, n. 2, p. 50-64, abril/junho, 1995.
- CONTADOR, J. C. Modelo para aumentar a competitividade da indústria brasileira de manufatura. **Revista de Administração**, v. 29, n. 4, outubro/dezembro, p. 3-12, 1994.
- CONTADOR, J. C. Recomendações sobre o processo de planejamento estratégico. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, maio/junho, p. 39-48, 1995.
- CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N. **Just in time. MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- CORRÊA, H. L. & SLACK, N. D. C. Flexibilidade estratégica na manufatura: incertezas e variabilidade de saídas. **Revista de Administração**, v. 29, n. 1, p. 33-41, janeiro/março, 1994.
- CSILLAG, J. M. **Análise do valor**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- FENSTERSEIFER, J. E. & BASTOS, R. M. A implantação de sistemas MRP de gestão da produção e de materiais nas grandes empresas industriais do Brasil. **Revista de Administração**, v. 24, n. 1, p. 11-22, janeiro/março, 1989.
- GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just in time**. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.
- GOLDRATT, E., M. **A síndrome do palheiro: garimpando informações num oceano de dados**. Editora Educator, São Paulo, 1996.
- GOLDRATT, E., M. **A corrida pela vantagem competitiva**. Editora Educator, São Paulo, 1989.
- GUSMÃO, L. G. **Um modelo conceitual para integração do just-in-time com a teoria das restrições em pequenas e médias empresas industriais**. Dissertação (mestrado em administração), UFRGS, Porto Alegre, 1998.

HARRINGTON, H. J. **Aperfeiçoando processos empresariais: estratégia revolucionária para o aperfeiçoamento da qualidade, da produtividade e da competitividade.** São Paulo: Makron Books, 1993.

HARRINGTON, H. J. **Gerenciamento total da melhoria contínua: a nova geração da melhoria de desempenho.** São Paulo, Makron Books, 1997.

HARRISON, A. et al. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

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

JUNIOR, J. A. V. A. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero.** Tese (doutorado em administração), UFRGS, Porto Alegre, 1998.

JUNIOR, J. A. V. A. et al. Considerações críticas sobre a evolução das filosofias de administração da produção: do just-in-case ao just-in-time. **Revista de Administração de Empresas**, v. 29, n. 3, julho/setembro, p. 49-64, 1989.

JUNIOR WOOD, T. Fordismo, Toyotismo e volvismo: os caminhos da indústria em busca do tempo perdido. **Revista de Administração de Empresas**, v. 32, n. 4, p. 6-18, set/out, 1992.

LUBBEN, R. T. **Just in Time: uma estratégia avançada de produção.** São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

MACHADO, A. A. M. **Os processos de formulação de estratégias: caso das maiores empresas do pólo eletroeletrônico de Manaus.** Dissertação (mestrado em administração), UFSC, Florianópolis, 2001.

MACHADO, R. L. & HEINECK, L. F. M. Um modelo enxuto de administração da produção. **IV SIMPOI – Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, São Paulo, 2001.

MONKS, J. G. **Administração da produção.** São Paulo. Makron Books, 1987.

- MOURA, A. M. **Kanban - A simplicidade do controle da produção**. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1989.
- NUNES, R. S. **Compatibilização kanban e MRPII em ambiente just-in-time: o caso da Zivi S.A. – cutelaria**. Dissertação (mestrado em administração), UFRGS, Porto Alegre, 1992.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento Estratégico: conceitos, metodologias e práticas**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 1997.
- PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campos, 1986.
- RAHMAN, S. Theory of constraints: a review of the philosophy and its applications. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 18, n. 4, p. 336-355, 1998.
- ROLLINS, R. et al. Manufacturing classifications: relationship with production control system. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 10, n. 4, p. 189-198, 1999.
- SCHUCH, L. G. S. **Estratégia de manufatura, sistema de PCP e sistema de medição e avaliação de desempenho: um estudo de caso**. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 1998.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- SHINGO, S. **Sistema de produção com estoque zero: o Sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- SIMMONS, J. E. L. et al. Manufacturing system flexibility: the capability and capacity approach. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 8, n. 3, p. 147-158, 1997.
- SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo: Atlas, 1993.

SPENCER, M. S. & COX, J. F. The role in repetitive manufacturing. **International Journal of Production Research**, v. 33, n. 7, p. 1881-1899, 1995.

SPENCER, M. S. Production planning in a MRP/JIT repetitive manufacturing environment. **Production Planning & Control**, v. 6, n. 2, p. 176-184, 1995.

STALK, G. Time: the next source of competitive advantage. **Harvard Business Review**, v. 66, n. 4, july/august, p. 41-51, 1988.

STALK, G et al. Competing capabilities: the new rules of corporate strategy. **Harvard Business Review**, p. 57-69, march/april, 1992.

STEVAN, M. S. **A influência da preparação de máquinas e disponibilidade dos meios de usinagem sobre a produção.** Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 1999.

TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica.** Porto Alegre: Bookman, 1999.

WOMACK, J.P., JONES, D. T. & ROOS, T. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro, Editora Campos, 1992.

## BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, A. F. S. et al. Desenvolvimento de habilidades de liderança: mito ou realidade? In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.

ALMEIDA, M. G. D. & ROCHA, M. A. F. Otimização de tarefas de manutenção. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1999.

ALMGREN, H. Start-up advanced manufacturing systems: a case study. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 10, n. 3, p. 126-135, 1999.

ARAÚJO, R. H. **Decomposição de conhecimento para projeto de produto: abordagem para estruturar sistema especialista como sistema auxiliar de informações em projetos de engenharia simultânea**. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 2000.

AROZO, R. Implicações comerciais no processo de previsão de vendas: a questão meta versus previsão e a importância da participação da força de vendas. **Revista Tecnológica**, outubro, p. 58- 64, 2001.

ASHTON, J. E. & COOK, F. Time to reform job shop manufacturing. **Harvard Business Review**, march/april, p. 106-111, 1989.

BARKER, B. Manufacturing practice and human intellectual energy. **Integrated Manufacturing System**, v. 12, n. 1, p. 7-14, 2001.

BENTON, W. C. & SHIN, H. Manufacturing planning and control: the evolution of MRP and JIT integration. **European Journal of Operational Research**, v. 110, n. 3, p. 411-440, 1998.

CABRINI, S. L. et al. Preparação da produção (um modelo para processos de produção baseado na cultura kaizen). In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.

CALADO, L. M. et al. Multicriteria aid for production planning in automobile supplier industry. **IV SIMPOI – Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, São Paulo, 2001.

CAMPOS, FALCONI V. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8. ed. Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

CAMPOS, M. L. **A gestão participativa como uma proposta de reorganização do trabalho em um sistema de produção industrial: uma estratégia de ampliação da eficácia sob a ótica da ergonomia**. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 2000.

CARVALHO Jr, J. M. **Estratégia de produção: a manufatura como arma competitiva, um estudo de caso**. Dissertação (mestrado em administração), UFRGS, Porto Alegre, 1997.

CHAKRAVORTY, S. S. & ATWATER, J. B. A comparative study of line design approaches for serial production systems. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 6, p. 91-108, 1996.

CHAN, C. K. D. et al. The implementation of a model for integration of MRPII and TQM. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 10, n. 5, p. 298-305, 1999.

CLODE, D. M. A survey of UK manufacturing control over the past ten years. **Production and Inventory Management Journal**, v. 34, n. 2, p. 53-63, 1993.

COLIN, E. C. Estudo da implementação do sistema kanban em uma empresa brasileira de autopeças: dificuldades e caminhos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Paulo, 1996.

COSTA, S. E. G. Uma (re)discussão sobre diversificação, flexibilidade, integração e automação. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.

DIAS, S. L. & RIBEIRO, J. L. D. Implementando o TPM em empresas brasileiras. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.

DI SERIO, L. C. & DUARTE, A. L. C. M. Competindo em tempo e flexibilidade: casos de empresas brasileiras. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1999.

ENGSTRÖN, T. et al. The Volvo Uddevalla plant and interpretations of industrial design processes. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 9, n. 5, p. 279-295, 1998.

- FERNANDES, F. C. F. A pesquisa em gestão da produção: evolução e tendências. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1999.
- FILHO, A. G. A. & VANALLE, R. M. Formulação e reformulação da estratégia de produção. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.
- FILHO, J. R. B. & TUBINO, D. F. O planejamento e controle da produção nas pequenas empresas: uma metodologia de implantação. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.
- FILHO, J. R. B. & TUBINO, D. F. Implantação do planejamento e controle da produção em pequenas e médias empresas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1999.
- FORTULAN, A. S. & FILHO, E. V. G. Co-gestão JIT/MRP II para empresas com produção seriada. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Paulo, 1996.
- GENESTRE, A. et al. Japanese international marketing strategy. **Marketing intelligence & Planning**, v. 13, n. 11, p. 36-46, 1995.
- GONÇALVES, L. R. **Cultura organizacional e políticas de recursos humanos nas empresas industriais de Braço do Norte**. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 2000.
- GUZMÁN, G. A. C. The Swedish production system. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.
- HECKERT, C. R. & FRANCISCHINI, P. G. Variações do Just-in-time na indústria automobilística brasileira. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.
- HOWARD, A. et al. Functional requirements of manufacturing planning and control systems in medium-sized batch manufacturing companies. **Integrated manufacturing Systems**, v. 10, n. 3, p. 136-145, 1999.
- INKOTTE, A. L. **Endomarketing: elementos para a construção de um marco teórico**. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 2000.

- JINA, J. Automated JIT based materials management for lot manufacture. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 3, p. 62-75, 1996.
- JINA J. et al. Applying lean principles for high product variety and low volumes: some issues and propositions. **Logistics Information Management**, v. 10, n. 1, p. 5-13, 1997.
- JINA, J. et al. Product market, turbulence and time compression: three dimensions of an integrated approach to manufacturing system design. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 9, p. 34-47, 1996.
- JUNIOR, J. A. V. A. Manutenção produtiva total: uma análise crítica a partir de sua inserção no sistema Toyota de produção. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.
- KANTER, R. M. et al. **Inovação: pensamento inovador na 3M, DuPont, GE, Pfizer e Rubbermaid: acesso instantâneo às estratégias de ponta da atualidade**. São Paulo: Negócio Editora, 1998.
- LOPES, M. C. **Modelo para focalização da produção com células de manufatura**. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 1998.
- LEON, K. & WARD, P. T. The six Ps of manufacturing strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 12, p. 32-45, 1995.
- LEVASSEUR, G. A. et al. A conversion from a functional to a cellular manufacturing layout at Steward. **Production and Inventory Management Journal**, v. 36, n. 3, p. 37-42, 1995.
- LIRA, A. C. Q. & GOMES, M. L. B. Estratégia competitiva de manufatura na pequena empresa: estudo de caso. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.
- LONGARAY, A. A. & BEUREN, I. M. Reengenharia de processos: os casos da Tintas Renner S.A. e do Grupo Gerdau. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.
- MALLMANN, D. O. **Análise comparativa entre MRPII, kanban e OPT**. Dissertação (mestrado em administração), UFRGS, Porto Alegre, 1993.

- MARINHO, A. L. et al. Comparative analysis between two PPC structures in a food industry. **IV SIMPOI – Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, São Paulo, 2001.
- MILEHAM, A. R. et al. Rapid changeover: a pre-requisite for responsive manufacture. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 8, p. 785-796, 1999.
- MONTEIRO, R. **Prioridade de produção e o método das unidades de esforço de produção**. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 1990.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.
- MUSETTI, M. A. et al. Um sistema de administração da produção combinado: orientado a fabricação de um produto modular. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.
- NOBLE, M. A. Manufacturing competitive priorities and productivity: an empirical study. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 1, p. 85-99, 1997.
- OLIVEIRA, F. B. Teoria das restrições: um método de definição do *mix* de produtos. **Revista Máquinas e Metais**, abril, p. 200-208, 1997.
- OLIVEIRA, F. B. Aplicação da teoria das restrições para definição do mix de produtos: caso prático. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Paulo, 1996.
- PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2000.
- PEREIRA, G. M. Controle de alterações de produto/processo em um ambiente de engenharia simultânea. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.
- PINE II, B. J. et al. Making Mass Customization Work. **Harvard Business Review**, v. 71, n. 5, September/October, p.108-119, 1993.

PIZZETTI, J. **O uso do benchmarking para o diagnóstico setorial: o caso da cerâmica estrutural do sul de Santa Catarina referida a Portugal.** Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 1999.

PLENERT, G. Bottleneck allocation methodology (BAM): an algorithm. **Logistics Information Management**, v. 12, n. 5, p. 378-385, 1999.

PORTO, G. S. O impacto do just-in-time no sistema de controle organizacional: um estudo de caso na Hering Têxtil S.A. **Revista de Administração**, v. 30, n. 3, julho/setembro, p. 27-37, 1995.

PRABHABER, P. Integrated marketing-manufacturing strategies. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 16, n. 2, p. 113-128, 2001.

RAMOS, R. E. B. & ARAÚJO, R. S. B. O desafio do conflito na estratégia de produção. **IV SIMPOI – Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, São Paulo, 2001.

RENTES, A. F. & SOUZA, F. B. O sistema logístico de produção da teoria das restrições: um paralelo com o Just-in-time. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Paulo, 1996.

ROCHA, R. A. & CERETTA, P. S. Reflexões Gerenciais. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.

SANTINI, B. et al. A polivalência funcional na indústria brasileira: um estudo de caso. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1998.

SEIFFERT, P. Q. **Modelo de reestruturação organizacional por processos.** Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 1998.

SERRÃO, R. O. B. **Um estudo sobre a flexibilidade de manufatura e sua percepção e efetivação em micro e pequenas empresas.** Dissertação (mestrado em engenharia industrial), PUC, Rio de Janeiro, 2001.

SILVA, I. & DURÁN, O. Reduzindo os tempos de preparação de máquinas em uma fábrica de autopeças. **Revista Máquinas e Metais**, fevereiro, p. 70-89, 1998.

SILVEIRA, G. A framework for the management of product variety. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 18, n. 3, p. 271-285, 1998.

SPRAKEL, E. B. & FILHO, C. S. A evolução dos sistemas de PCP sob a ótica da engenharia de produção. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1999.

SPRING, M. & DALRYMPLE, J. F. Product customization and manufacturing strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 4, p. 441-467, 2000.

STOCKTON, D. J. & LINDLEY R. J. Implementing kanbans within high variety/low volume manufacturing environments. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 7, p. 47-59, 1995.

SUTTON, S. When the JIT starts to fly is it time to keep your head down or go for ISC? **Logistics Information Management**, v. 7, n. 5, p. 36-43, 1994.

TAYLOR III. L. J. A simulation study of WIP inventory drive systems and their effect on financial measurements. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 10, n. 5, p. 306-315, 1999.

TAVEIRA, R. A. **Uma metodologia para aperfeiçoamento da mudança para um sistema de produção *Just-in-Time* em uma indústria metalúrgica, usando simulação discreta e técnicas de projeto de experimentos de Taguchi**. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 1997.

TEIXEIRA, R. C. F. & TEIXEIRA, I. S. Uma análise de como implementar os princípios da filosofia JIT. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Paulo, 1996.

TORRES, M. S. et al. Benefícios da manufatura sincronizada: um estudo de caso prático de implantação de um sistema de planejamento fino da produção. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1999.

ULUSOY, G. & IKIZ, I. Benchmarking best manufacturing practices: a study into four sectors of Turkish industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 7, p. 1020-1043, 2001.

VALENTINA, L. V. O. D. **Desenvolvimento de um modelo integrado de reengenharia de processos com melhoria contínua para o redesenho de processos.** Tese (doutorado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 1998.

ZACCARELLI, S. B. **Administração estratégica da produção.** São Paulo: Atlas, 1990.

ZHU, Z. et al. Defining Critical elements in JIT implementation: a survey. **International Management & Data Systems**, v. 94, n. 5, p. 3-10, 1994.

## APÊNDICE A

Na Fase 5 do modelo, são estabelecidos os Objetivos Estratégicos da Manufatura – OEM, depois deseja-se hierarquizá-los de acordo com sua importância relativa. Não pretende-se com essa hierarquização dar suporte a decisões críticas durante a aplicação das demais fases do modelo. Inclusive, na Fase 5 (item 5.2.5) foi feita uma análise de sensibilidade desta hierarquização. O objetivo é obter uma referência de quais OEM estão em prioridade na manufatura da empresa em que se está sendo aplicado o modelo.

Foram pesquisadas várias técnicas de análise hierárquica, como por exemplo: AHP, ELECTRE, MCDM, FDA, etc. Porém, a escolha da Técnica de Mudge foi baseada na facilidade de entendimento por parte da equipe, praticidade de aplicação e, obviamente, pela sua eficácia.

A seguir uma explicação do processo de aplicação da Técnica de Mudge.

A Avaliação Numérica de Relações Funcionais – ANRF compara os OEM aos pares. Na lista de OEM do item 5.3.5 (por exemplo: qualidade do produto, custo do produto, etc) compara-se o OEM **A** com o OEM **B**, perguntando-se qual desses OEM é mais importante. Por exemplo, a equipe avaliadora chegou a conclusão que **A** é mais importante que **B**. A segunda parte da avaliação consiste na determinação do grau de importância, onde:

- 1 = pouca importância superior;
- 3 = média importância superior;
- 5 = alta importância superior.

No caso do exemplo o resultado da avaliação foi **3**, isto significa que **A** é mais importante que **B** (alta importância superior). Codifica-se, então, como **A3** o resultado dessa avaliação, e os avaliadores seguem aos pares, até que todos os pares avaliados tenham um resultado. O resultado da Técnica de Mudge possibilita a hierarquização dos OEM utilizando-se os percentuais obtidos.