

A IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DOS SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO

Renato César Diniz Cortez

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

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Benedito Sacomano



São Carlos
1999

Class.	TESE-EESC
Cut.	1641
Tombo	022/00

44 58000 TR

3/3 00055

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

C828i Cortez, Renato César Diniz
A importância estratégica dos sistemas de
administração da produção : um estudo de caso / Renato
César Diniz Cortez. -- São Carlos, 1999.

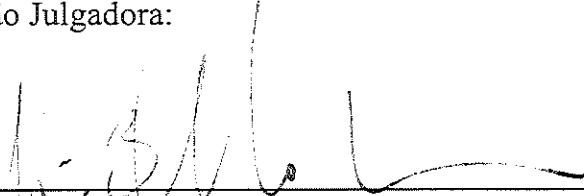
Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de
São Carlos-Universidade de São Paulo, 1999.
Área: Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Dr. José Benedito Sacomano.

1. Administração da produção. 2. Estratégia de
manufatura. 3. Sistemas de produção I. Título.

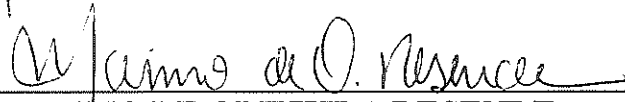
FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Engenheiro **RENATO CÉSAR DINIZ CORTEZ**

Dissertação defendida e aprovada em 15-12-1999
pela Comissão Julgadora:



Prof. Doutor **JOSÉ BENEDITO SACOMANO (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Doutor **MARINO DE OLIVEIRA RESENDE**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Profa. Doutora **ETHEL CRISTINA CHIARI DA SILVA**
(UNAERP)



Prof. Associado **RENATO VAIRO BELHOT**
Coordenador da Área de Engenharia de Produção



JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

Dedicatória

Dedico este trabalho a Deus, pela fé e coragem encontradas nos momentos mais difíceis.

Agradecimentos

Especial agradecimento ao admirável orientador Prof. Dr. José Benedito Sacomano, que muito me incentivou e motivou para que eu concretizasse mais esse objetivo em minha vida.

Aos colegas acadêmicos com que tive a oportunidade de conviver nesses últimos anos.

Aos funcionários da Escola de Engenharia de São Carlos e, especialmente aos funcionários da Área de Engenharia de Produção.

Aos professores da Área de Engenharia de Produção, sobretudo aqueles com quem tive a honra de compartilhar seus conhecimentos: professores Alfredo Colenci Júnior, Carlos Frederico Bremer e Marino Resende de Oliveira.

Aos amigos e colegas com que tive a grata satisfação de conviver nesses últimos anos, que confiaram e ajudaram-me no dia-a-dia na empresa onde iniciei minha carreira profissional, objeto de estudo neste presente texto.

Particular agradecimento aos meus pais e irmãos pela ajuda e compreensão.

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	01
1.1	Justificativa do Estudo	01
1.2	Estrutura do trabalho	05
2	CAPÍTULO 2: SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO	07
2.1	Conceitos Gerais	07
2.2	SAP – Adequação aos sistemas de produção	10
2.2.1	Sistemas de produção – classificação segundo o Processo	10
2.2.1.1	Projetos	11
2.2.1.2	Processos intermitentes	11
2.2.1.3	Processos contínuos	12
2.2.2	Sistemas de produção – classificação segundo a variedade de diferentes produtos, componentes e materiais	13
2.2.3	Sistemas de produção –classificação segundo o arranjo físico	14
2.2.3.1	Sistemas <i>job-shop</i> (<i>layout</i> por processo ou funcional)	14
2.2.3.2	Sistemas <i>flow-shop</i> (<i>layout</i> celular ou linear)	15
2.3	Tecnologias de Manufatura	16
2.3.1	Os SAP e os custos	17
2.3.2	Os SAP e a qualidade	18
2.3.3	Os SAP e a velocidade de entrega	18
2.3.4	Os SAP e a confiabilidade de entrega	20
2.3.5	Os SAP e a flexibilidade	20
2.3.6	Os SAP e os serviços prestados	21
2.4	Elementos para implantação e escolha dos SAP	22
3	CAPÍTULO 3: SISTEMA CONVENCIONAL DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO	24
3.1	O Controle da Produção	24
3.2	Plano Mestre da Produção	28
3.3	Determinação das Partes e Necessidades de Materiais – Emissão de Ordens	29
3.4	Controle de Estoques	32
3.4.1	Tipos de custos envolvidos	33
3.5	Planejamento de Recursos de Longo Prazo	35
3.6	Os Sistemas de Controle	36
3.6.1	Replanejamento	38
4	CAPÍTULO 4: MRP/MRP II	39
4.1	O MRP	39
4.1.1	O funcionamento do MRP	41
4.1.2	Os objetivos do MRP	47
4.1.3	Funções e atividades do MRP	49
4.2	O Sistema MRP II	50
4.2.1	Cadastros básicos para MRP II	54
4.2.2	Módulos do MRP II	55
4.2.2.1	MRP (<i>Material Requirements Planning</i>)	55
4.2.2.2	CRP (<i>Capacity Requirements Planning</i>)	56

4.2.2.3	MPS (<i>Master Production Schedule</i>)	58
4.2.2.4	RCCP (<i>Rough Cut Capacity Planning</i>)	58
4.2.2.5	Gestão da Demanda (<i>Demand Management</i>)	59
4.2.2.6	SFC (<i>Shop Floor Control</i>)	60
4.2.2.7	Compras (<i>Purchasing</i>)	61
4.2.2.8	S&OP (<i>Sales and Operations Planning</i>)	61
4.2.3	Estrutura do Sistema MRP II	62
4.2.4	Uso do MRP II	64
4.2.5	Aspectos importantes do Sistema MRP II (limitações e implantação)	65
5	CAPÍTULO 5: SISTEMA JUST-IN-TIME	67
5.1	<i>Just-in-Time</i> – Origem, Princípios e Conceitos	67
5.2	Os objetivos da Produção JIT	73
5.3	Os elementos da Produção JIT	74
5.3.1	Limpeza e Arrumação	75
5.3.2	Manutenção Preventiva Total	76
5.3.3	Qualidade	77
5.3.4	Troca Rápida de Ferramenta	79
5.3.5	Manufatura Celular	80
5.3.6	Operador Multifuncional	82
5.3.7	Lotes Pequenos de Produção	83
5.3.8	Nivelamento e Seqüenciamento da Produção	84
5.3.9	Kanban	85
5.3.10	Fornecedores	85
5.4	Implantação	87
6	CAPÍTULO 6: KANBAN	91
6.1	O Sistema Kanban	91
6.2	Mecanismo de Funcionamento	95
6.3	Seleção dos itens para o Kanban	100
6.4	Determinação do número de cartões kanban	101
6.5	Vantagens do Sistema Kanban	103
6.6	Limitações do Sistema Kanban	105
6.7	Implantação	106
7	CAPÍTULO 7: INTEGRAÇÃO JIT – MRP/MRP II	108
7.1	Sistemas híbridos	108
7.2	A Transição	113
7.3	MRP/MRP II no ambiente <i>Just-in-Time</i> ..	115
7.4	O Kanban e o MRP/MRP II	118
8	CAPÍTULO 8: ERP (<i>Enterprise Resources Planning</i>)	122
8.1	Os Sistemas ERP	122
8.2	Módulos dos Sistemas ERP	125
8.3	Implantação dos Sistemas ERP	126
8.4	A escolha do Sistema ERP	130
9	CAPÍTULO 9: ESTUDO DE CASO	134
9.1	Considerações Iniciais	134
9.2	A Empresa	135
9.2.1	Caracterização do Sistema Produtivo	135
9.2.2	Generalidades	136
9.3	Setores Produtos	142
9.3.1	Estamparia	142

9.3.2 Tornearia	143
9.3.3 Injetora	143
9.3.4 Montagem	144
9.4 O Sistema de Controle da Produção	145
9.4.1 Planejamento, Programação e Controle da Produção	147
9.4.2 Ponto de Encomenda ou Ponto de Entrega	149
9.4.3 Estoque Zero	150
9.4.4 MRP na Empresa	151
9.4.5 Kanban Interno	154
9.4.5.1 Vantagens do Sistema Kanban existente	157
9.4.5.2 Restrições do Sistema Kanban existente	157
9.4.5.3 Novo sistema de lotes Kanban	158
9.5 Kanban Externo	160
9.5.1 Implantação.....	160
9.6 Integração Kanban–MRP na Empresa	162
9.7 O Sistema Integrado de Gestão da Empresa	165
9.8 Avaliação e Resultados	168
9.8.1 Resultados – Kanban Interno	168
9.8.2 Resultados – Kanban Externo	169
9.8.3 Resultados – Sistemas de Administração da Produção	171
9.8.3.1 Influência nos custos	171
9.8.3.2 Influência na velocidade de entrega	173
9.8.3.3 Influência na confiabilidade de entregas	173
9.8.3.4 Influência sobre a flexibilidade de saídas	174
9.8.3.5 Influência sobre a qualidade do produto	174
9.8.3.6 Influência sobre o serviço prestado ao cliente	175
10 CAPÍTULO 10: CONCLUSÕES	176
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	182

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Sistema de Produção.....	07
Figura 2.2 Diferentes Sistemas de Produção.....	09
Figura 2.3 Sistemas Implosivos.....	13
Figura 2.4 Sistemas de Processo.....	14
Figura 2.5 Sistemas Explosivos.....	14
Figura 3.1 Sistema de Informação de PCP convencional.....	25
Figura 4.1 Lista de Materiais de vários níveis.....	43
Figura 4.2 Árvore de Estrutura do Produto.....	43
Figura 4.3 Sistema MRP: relações entrada-saída.....	48
Figura 4.3 <i>Closed Loop</i> do MRP II.....	52
Figura 4.5 Abrangência do MRP e MRP II.....	53
Figura 4.6 Sistema MRP II.....	63
Figura 6.1 Esquema simplificado do fluxo de kanban.....	96
Figura 7.1 Representação de um sistema híbrido MRP II / JIT.....	110
Figura 8.1 Estrutura simplificada dos sistemas ERP.....	123
Figura 9.1 Evolução da variedade (tipos) de produtos.....	137
Figura 9.2 Perfil de clientes.....	139
Figura 9.3 Estrutura organizacional.....	139
Figura 9.4 Sistema híbrido de produção.....	147
Figura 9.5 Estrutura funcional do PPCP.....	148
Figura 9.6 Esquema simplificado do Sistema Kanban.....	155
Figura 9.7 DFD do sistema de administração da produção.....	164
Figura 9.8 Posição dos estoques de matérias-primas.....	172
Figura 9.9 Valor dos estoques de matérias-primas.....	172

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Relação entre funções do SAP e aspectos competitivos.....	22
Tabela 9.1	Nível de escolaridade.....	140
Tabela 9.2	Resultados: Kanban Interno.....	169
Tabela 9.3	Resultados: Kanban Externo – Parafusos.....	170
Tabela 9.4	Resultados: Kanban Externo – Baquelite.....	170

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Sigla	Inglês	Português
APG's	-	Atividades de Pequenos Grupos
APICS	American Production and Inventory Control Society	Sociedade Americana de Controle da Produção e Inventário
BOM	Bill of Materials	Lista de Materiais
CCQ	-	Círculo de Controle da Qualidade
CEP	-	Controle Estatístico de Processo
CIM	Computer Integrated Manufacturing	Manufatura Integrada por Computador
CPD	-	Centro de Processamento de Dados
CPM	Critical Path Method	Método do Caminho Crítico
CRP	Capacity Requirements Planning	Planejamento das Necessidades de Capacidade
DFD	-	Diagrama de Fluxo de Dados
DRP	Distribution Requirements Planning	Planejamento das Necessidades de Distribuição
EDI	Electronic Data Interchange	Troca Eletrônica de Dados
ERP	Enterprise Resources Planning	Planejamento dos Recursos da Empresa
JIT	Just-in-time	No tempo exato
MPS	Master Production Schedule	Programa Mestre de Produção
MRP	Material Requirements Planning	Planejamento das Necessidades de Materiais
MRP II	Manufacturing Resources Planning	Planejamento dos Recursos de Manufatura
PCP	-	Planejamento e Controle da Produção
PERT	Program Evaluation and Review Technique	Avaliação e Revisão de Programa
PPCP	-	Planejamento, Programação e Controle da Produção
RCCP	Rough Cut Capacity Planning	Planejamento da Capacidade de Recursos Críticos
S&OP	Sales and Operations Planning	Planejamento de Vendas e Operações
SAP	-	Sistema de Administração da Produção
SFC	Shop Floor Control	Controle do Chão de Fábrica
TM	Transport Manufacturing	Transporte da Manufatura

RESUMO

CORTEZ, R. C. D. (1999). A Importância Estratégica dos Sistemas de Administração da Produção: Um Estudo de Caso. São Carlos, 1999. 187p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Com a crescente internacionalização dos mercados, a competição comercial se tornou acirrada e a busca por vantagens competitivas tem se mostrado fundamental para o aprimoramento da competitividade e sobrevivência das organizações. Neste contexto apresenta-se a função Manufatura e os Sistemas de Administração da Produção como importantes agentes para a consecução dos objetivos estratégicos das empresas industriais. Através da apresentação de alguns desses sistemas de gerenciamento dos recursos da produção (Sistema Convencional de Administração da Produção, MRP/MRP II (*Material Requirements Planning* e *Manufacturing Resources Planning*, respectivamente), *Just-in-time/Kanban* e sistemas ERP (*Enterprise Resources Planning*)), forma-se uma base teórica para apoiar o estudo de caso realizado em uma empresa industrial brasileira, que obteve resultados significativos através da utilização integrada de diferentes sistemas de administração da produção, conferindo-lhe grande competitividade nos aspectos relacionados a custos, qualidade, velocidade e confiabilidade de entregas, flexibilidade e satisfação dos serviços prestados ao cliente.

Palavras-chave: administração da produção; estratégia de manufatura; sistemas de produção.

ABSTRACT

CORTEZ, R. C. D. (1999). The Strategic Importance of the Production Management Systems: A Case Study. São Carlos, 1999. 187p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

With the growing internationalization of the markets, the commercial competition became hard and the search for competitive advantages has been showing fundamental for the improvement of the competitiveness and survival of the organizations. In this context it presents the function Manufactures and the Production Management Systems as important agents for the attainment of the strategic objectives of the industrial companies. Through the presentation of some of these production resources management systems (Conventional Production Management System, MRP/MRP II (Material Requirements Planning and Manufacturing Resources Planning, respectively), Just-in-time/Kanban and ERP systems (Enterprise Resources Planning)), form a theoretical base to support the case study accomplished in a Brazilian industrial company, that obtained significant results through the integrated use of different production management systems, giving it great competitiveness in the aspects related to costs, quality, speed and reliability of deliveries, flexibility and satisfaction of the services offered to the customer.

Keywords: production management; manufacture strategy; production systems.

1

INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa do Estudo

O objetivo da presente pesquisa é estudar e discutir a importância estratégica dos sistemas de administração da produção, baseado nos critérios competitivos da manufatura e apresentar os aspectos teóricos envolvidos, bem como os resultados obtidos na implementação de um sistema híbrido de administração da produção em uma empresa do setor eletro-mecânico.

Dessa forma, através da crescente internacionalização do mercado mundial verifica-se o acirramento da concorrência, aumento no nível de competitividade do comércio internacional, bem como aumento no nível de exigências do mercado consumidor, tornando imprescindível às organizações e empresas do mundo todo que visam a expansão de seus negócios, alcançarem um elevado grau de competitividade, conseguido somente através do

aprimoramento dos métodos de gestão e produção. Desse modo, assiste-se nos últimos anos o desenvolvimento de diferentes métodos ou técnicas (MRP, MRPII, JIT/Kanban, entre outras) com o objetivo de otimizar os recursos da produção, diminuindo os custos, conferindo vantagens competitivas às organizações.

No Brasil, até pouco tempo atrás, as empresas industriais gozavam de relativa tranquilidade, existindo restrições fiscais e alfandegárias à entrada de produtos importados, diminuindo a pressão em termos de competição internacional dentro do mercado interno. Com exceção de algumas poucas empresas que por exportarem seus produtos mantinham as melhores práticas mundiais, a pequena concorrência ocasionou a obsolescência da tecnologia de produção e gestão, incluindo aspectos estruturais (máquinas, equipamentos e pessoas), como infra-estruturais (sistemas gerenciais). Atualmente e, devido a gradual redução dos entraves existentes à concorrência internacional, produtos de diversas origens e nacionalidades competem com os nacionais, estabelecendo um novo cenário de competição, gerando a necessidade de mudanças, aprimoramento da competitividade e da competência produtiva. De forma similar, as fábricas ocidentais se viram ameaçadas pela concorrência dos produtos japoneses, que surgiam como opção barata e de boa qualidade. Acerca disso CORRÊA & GIANESI (1993, p. 17) dizem que “as melhores empresas japonesas estavam usando as melhorias obtidas com suas peculiares e inovadoras práticas industriais, como sua principal arma competitiva, em oposição às empresas ocidentais que teriam considerado a produção como ‘um problema já resolvido’”.

É importante mencionar que a função produção ou os setores produtivos eram vistos por muitas empresas, isso até um passado recente, como um local onde os problemas aconteciam, ocasionando paradas e atrasos na produção, problemas de qualidade, desordem, sujeira,

ruído, etc. Durante anos o pessoal dos setores de produção foram isolados do processo de decisão estratégica das empresas.

Sobre isso, CORRÊA & GIANESI (1993, p. 21) mencionam que “o potencial da manufatura como uma arma competitiva e o conceito do uso da manufatura como um ativo estratégico não poderiam mais ser negligenciados pelos administradores que, caso quisessem prosperar ou mesmo sobreviver na nova realidade competitiva, deveriam reconhecer e abandonar alguns mitos sobre a manufatura, que eles vinham observando como postulados”.

PIRES (1995, p.16) comenta que “vive-se então, no momento, um processo de redescoberta da Manufatura, o qual tem se conduzido nos últimos tempos com base principalmente no exemplo da indústria japonesa. Isso tem provocado mudanças extremamente significativas na forma de se enxergar e gerenciar a Manufatura”.

Apesar de recentes os trabalhos mostrando a importância da Manufatura dentro da estratégia organizacional, já no final da década de 60 falava-se a esse respeito através de um trabalho pioneiro de SKINNER (1969) e citado por PIRES (1995, p. 49), onde é mencionado que “o propósito da Manufatura é ajudar a companhia no tocante a sua sobrevivência, lucratividade e crescimento. Manufatura é parte do conceito estratégico que demonstra os pontos fortes e potencialidades de vendas da companhia. Cada estratégia cria uma função única da Manufatura. A administração da Manufatura tem que ter habilidade suficiente para encontrar essa função chave para o sucesso da companhia”.

Dentro do escopo da Administração de Empresa, ou Gestão de Negócios, a área de Administração da Produção recebeu grande destaque, motivado sobretudo pela revalorização do papel da manufatura

como agente essencial à consecução dos objetivos estratégicos da organização, tendo importante contribuição a dar ao aumento de competitividade.

Para CORRÊA & GIANESI (1993, p. 16) “as razões por trás deste renovado interesse podem ser classificadas em três categorias principais. A primeira é a crescente pressão por competitividade que o mercado mundial tem demandado das empresas, com a queda de importantes barreiras alfandegárias protecionistas e o surgimento de novos concorrentes bastante capacitados. A segunda razão é o potencial competitivo que representa o recente desenvolvimento de novas tecnologias de processo e de gestão da manufatura, como os sistemas de manufatura integrada por computador e os sistemas flexíveis de manufatura. A terceira razão está relacionada ao recente desenvolvimento de um melhor entendimento do papel estratégico que a produção pode e deve ter no atingimento dos objetivos globais da organização”.

Assim, a busca pela excelência organizacional passa necessariamente pela busca da competitividade, condição fundamental para a continuidade e sobrevivência das empresas. Paralelamente, com o recente desenvolvimento de novas tecnologias de processo e de gestão da manufatura, a produção passa a representar um grande potencial competitivo. Nesse contexto, a fim de suportar o papel estratégico da manufatura, novas abordagens gerenciais são necessárias. Sistemas e filosofias são desenvolvidos, entre eles o MRP (*Material Requirements Planning*), MRP II (*Manufacturing Resources Planning*) e o JIT (*Just-in-Time*), dando origem aos modernos Sistemas de Administração da Produção.

Para CORRÊA *et al.* (1999, p. 31) “o maior potencial de contribuição dos sistemas de administração da produção concentra-se

nos aspectos referentes a custos e tempos, tanto em termos de velocidade como de confiabilidade de entregas. Em outras palavras, aquelas situações competitivas que requerem melhor desempenho em custos e tempos beneficiarão mais de um sistema de administração da produção desenvolvido, implantado e utilizado com excelência”.

Dessa forma, pretende-se mostrar que a visão obsoleta e preconceituosa a respeito da função manufatura, não representa o pensamento comum presente nas empresas contemporâneas, que fazem da produção um diferencial de competitividade. Evidencia-se a importância estratégica que a adequada gestão da manufatura, através do uso de Sistemas de Administração da Produção, proporciona aos aspectos relativos a custos, qualidade, velocidade de entrega, confiabilidade de entrega, flexibilidade e serviços prestados ao cliente, analisando-se os resultados obtidos em uma empresa estudada.

1.2 Metodologia e Estrutura do trabalho

O trabalho foi desenvolvido através de pesquisa bibliográfica a fim de levantar o aspectos teóricos e conceituais envolvidos e, pesquisa de campo, mais especificamente, uma pesquisa de intervenção no sistema produtivo, aplicando-se e adaptando-se os conceitos e ferramentas discutidos na revisão bibliográfica.

Procura-se através deste trabalho proporcionar ao leitor, primeiro, uma visão geral, capítulo a capítulo, daqueles diferentes métodos ou técnicas de controle e administração da produção, para em seguida apresentar um caso exemplo, onde a aplicação integrada de diferentes técnicas trouxe grande agilidade e flexibilidade no atendimento aos clientes da empresa estudada, constituindo-se em um instrumento de discussão baseado nos resultados obtidos.

Assim, o segundo capítulo do trabalho – Sistemas de Administração da Produção - apresenta as funções estratégicas de um sistema de administração da produção (SAP), elemento imprescindível à obtenção dos resultados organizacionais. O terceiro capítulo – Sistema Convencional de Administração da Produção - apresenta alguns conceitos fundamentais para o entendimento do assunto desenvolvido, sendo que os três capítulos seguintes – MRP/MRP II, Sistema *Just-in-Time* e Kanban, respectivamente, destinam-se a cobrir uma técnica, filosofia ou método específico para a gestão da produção. O sétimo capítulo – A integração JIT-MRP/MRP II - mostra a utilização conjunta desses sistemas encontrados em algumas organizações, para posteriormente, no oitavo capítulo – ERP (*Enterprise Resources Planning*) – apresentar características dos sistemas integrados de gestão empresarial, estabelecendo uma análise frente ao MRP II. O nono capítulo – Estudo de Caso – discorre sobre a implantação e o emprego de algumas dessas técnicas em uma unidade fabril e, seus resultados. Finalmente, o décimo capítulo – Conclusões – apresenta as considerações finais, baseadas nas conceituações de cada técnica, filosofia ou sistema de administração da produção, frente ao observado no estudo de caso.

Dado a extensão dos assuntos aqui abordados, este trabalho antes de constituir-se em um texto de referência, tem a intenção de transmitir uma experiência vivenciada dentro de um ambiente fabril, real, com a interação de agentes humanos e técnicos/tecnológicos. Espera-se assim, contribuir para a divulgação dos meios de aprimoramento dos processos produtivos, sobretudo daqueles que buscam o respeito e a valorização do indivíduo.

2

SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO



2.1 Conceitos Gerais

BUFFA (1975) e VASCONCELLOS (1979) citados em SACOMANO (1990) definem produção como sendo um processo, através do qual bens ou serviços são gerados, por meio da transformação de recursos, podendo ser representado pela figura abaixo.

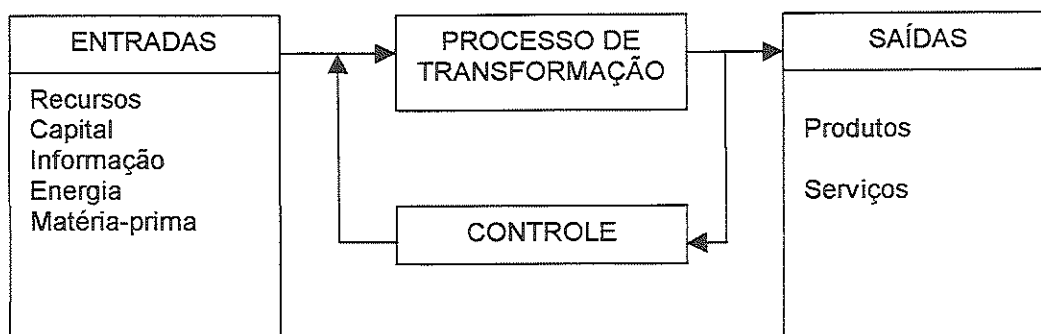


Figura 2.1 – Sistema de produção
Fonte: RUSSO (1997, p. 8) - adaptado

RUSSO (1997, p. 9) menciona que “os Sistemas de Produção podem ser identificados como fábricas, bancos, escritórios, supermercados, hospitais, consultórios, clínicas, lojas, etc. Em todos esses casos, as entradas (matéria-prima, componentes, clientes, informações, etc.) são processadas pelo sistema, de alguma forma, através de uma série de operações ou atividades, resultando nas saídas, de bens ou serviços, representados por produtos fornecidos ou serviços prestados a clientes, dependendo da situação considerada. As saídas de um Sistema de Produção têm por finalidade atender às necessidades de consumidores, que caracterizam a demanda do mercado”.

A figura 2.2 ilustra um conjunto de exemplos de diferentes Sistemas de Produção.

Para CORRÊA & GIANESI (1993, p. 42) “Sistemas de Administração da Produção (SAP) são sistemas que provêm informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização da mão-de-obra e dos equipamentos, a coordenação das atividades internas com as atividades externas dos fornecedores e distribuidores e a comunicação/interface com os clientes no que se refere a suas necessidades operacionais”. E continuam: “é através dos SAP que a organização garante que suas decisões operacionais sobre o que, quando, quanto e com o que produzir e comprar sejam adequadas a suas necessidades estratégicas, que por sua vez são ditadas por seus objetivos e seu mercado”.

Desta forma, os Sistemas de Administração da Produção têm o objetivo básico de planejar e controlar o processo de manufatura em todos os seus níveis, desde o relacionamento com fornecedores, passando pelos recursos produtivos (materiais e humanos), chegando aos distribuidores/clientes.

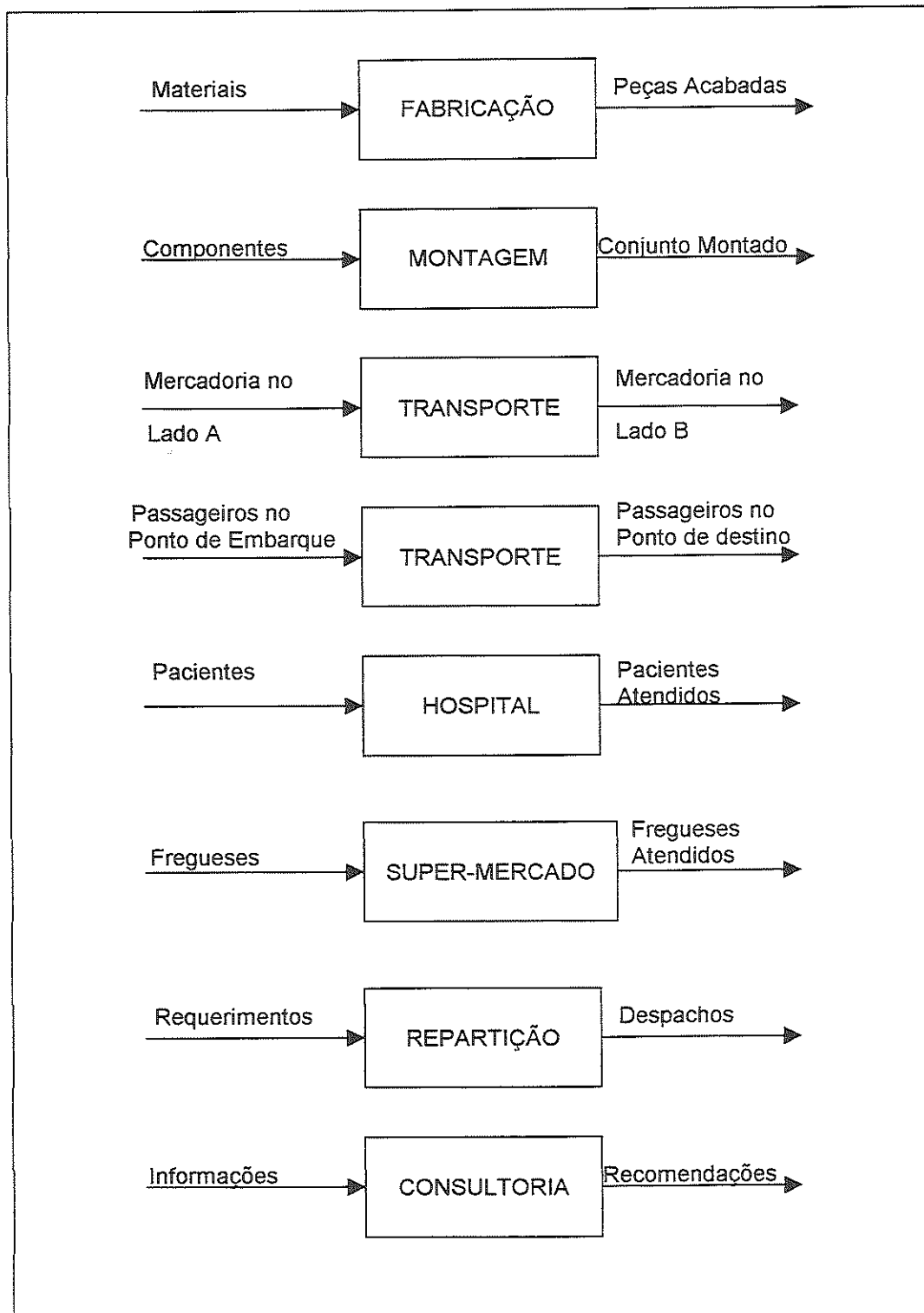


Figura 2.2 – Diferentes Sistemas de Produção
Fonte: SACOMANO (1990, p. 11)

CORRÊA *et al.* (1999) mencionam que os sistemas de administração da produção a fim de colaborar para o atingimento dos objetivos estratégicos da organização devem ser capazes de:

- a) Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização.
- b) Planejar os materiais comprados.
- c) Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais, nos pontos certos.
- d) Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas coisas certas e prioritárias.
- e) Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (de compra e produção).
- f) Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumpri-los.
- g) Ser capaz de reagir eficazmente.

Paralelamente, o tipo de produção/processo, a variedade de produtos e matérias-primas e o arranjo físico, entre outros, exercem grande influência na escolha adequada do SAP, uma vez que tipos diferentes de manufaturas/processos requerem SAP's diferentes.

2.2 SAP – Adequação aos sistemas de produção

2.2.1 Sistemas de produção – classificação segundo o Processo

JOHNSON & MONTGOMERY (1974), citado em RESENDE & SACOMANO (1997), apresentam os Sistemas de Produção classificados em três categorias básicas: projetos, processos intermitentes e processos contínuos.

2.2.1.1 Projetos

Os Sistemas de Produção para execução de projetos têm como principal característica a administração específica para se produzir um produto de grande porte e/ou complexo, objetivando a obtenção deste no menor prazo e no menor custo possível. As técnicas de PERT/CPM são comumente utilizadas para as atividades de produção de um projeto, onde são consideradas as relações de precedência entre elas, bem como a disponibilidade do recurso.

Assim, o sistema de execução de projetos tem como características principais: produção inconstante, roteiro de fabricação irrestrito (a tarefa pode ser realizada em qualquer posto de trabalho em condições de fazer a operação) e tempos de execução fixos ou dependentes dos recursos (conforme a natureza do processo).

2.2.1.2 Processos intermitentes

A característica principal dos sistemas intermitentes está na flexibilidade, ou seja, na capacidade de produzir um grande número de produtos, o que condiciona a necessidade de manter níveis de facilidade e mão-de-obra capazes de atender a uma demanda variável. A flexibilidade na utilização de instalações e recursos dos sistemas intermitentes decorre em virtude de:

- a) a demanda ser por produtos não padronizados que, atendendo às exigências particulares de consumidores, podem variar suas características principais;
- b) a capacidade de produção ser alta em relação à demanda de apenas um produto padronizado, isto acarreta a necessidade de tornar o sistema flexível para produzir outros produtos padronizados, para tornar o sistema eficiente do ponto de vista econômico.

Neste tipo de sistema de produção (intermitente) pode-se destacar dois subtipos: fabricação por encomendas de produtos diferentes e fabricação repetitiva do mesmo produto, ou lotes de produtos. Na fabricação por encomenda de produtos repetitivos, a programação somente será feita depois de atendidas as especificações do cliente, e a venda estiver concluída. Conseqüentemente a seqüência de operações variará de um produto para outro, assim como a quantidade e o fluxo de materiais. A fabricação repetitiva do mesmo produto ou lotes de produto, apresenta geralmente as mesmas características do sistema de fabricação por encomendas, porém com as simplificações decorrentes de se fabricar produtos ou lotes de produtos repetitivos.

2.2.1.3 Processos Contínuos

Os sistemas contínuos de produção se caracterizam por produzir em larga escala, produtos padronizados. Neste caso, as operações são repetitivas, geradas pelo mesmo roteiro de fabricação para todos os produtos. A demanda, neste caso, é por um produto padronizado, ou por alguns produtos padronizados, que apresentam características semelhantes. ZACCARELLI (1987) apresenta, no tipo de produção contínuo, três subtipos:

a) Contínuo puro

Toda a matéria-prima é processada da mesma forma, gerando sempre produtos finais iguais.

b) Contínuo com montagem e desmontagem

Este processo apresenta para cada parte do produto final uma seqüência contínua de fabricação. Essas partes vão se juntando em determinados pontos, para a geração do produto final, gerando a necessidade de balanceamento das seqüências de produção de modo a não haver “gargalos” durante o processo produtivo, quando os tempos de fabricação dos componentes forem diferentes.

c) Contínuo com diferenciação final

Apresenta características de fluxos iguais aos subtipos anteriores, entretanto, o produto final poderá apresentar algumas variações. Apresenta ainda, um problema adicional de balanceamento de linhas. Assim, no caso de um aumento de produção, todas as linhas deverão ser aumentadas do mesmo valor, simultaneamente, devendo ocorrer uma defasagem nos aumentos de acordo com os tempos de cada linha.

2.2.2 Sistemas de produção – classificação segundo a Variedade de diferentes produtos, componentes e materiais

Para BURBIDGE (1983) o planejamento e a programação é tanto mais difícil quanto maior for a variedade de itens que entram para a produção ou saem como produtos acabados. Dessa forma, são apresentados três tipos de sistemas:

a) Sistemas Implosivos

São aqueles onde ocorrem uma pequena variedade de materiais diferentes e produzem uma grande variedade de componentes distintos. Exemplo são as fundições, estamparias, cerâmicas de revestimento, etc.

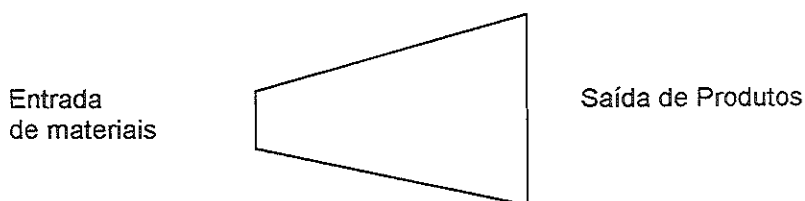


Figura 2.3 – Sistemas Implosivos

b) Sistemas de Processo

Começam com pequena variedade de diferentes materiais e produzem uma variedade igualmente pequena de produtos finais distintos. Exemplo: fábricas de cimento, panificadoras e indústrias químicas.



Figura 2.4 – Sistemas de Processo

c) Sistemas Explosivos

Começam com uma grande variedade de diferentes componentes e as transformam numa pequena variedade de diferentes produtos. Um exemplo típico é a linha de montagem (automóveis, eletro-eletrônicos).

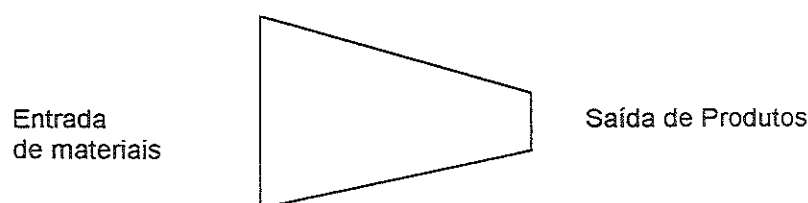


Figura 2.5 – Sistemas Explosivos

2.2.3 Sistemas de produção – classificação segundo o arranjo físico

2.2.3.1 Sistemas *job-shop* (layout por processo ou funcional)

Neste tipo de sistema o arranjo físico determina fluxos de materiais variáveis e diversos roteiros de produção, correspondendo aos diferentes produtos produzidos pela fábrica. A movimentação de materiais é intensa e os recursos são agrupados por função, isto é, agrupam-se máquinas e equipamentos semelhantes, como grupo de prensas, de tornos, de furadeiras, de plainas, e de injetoras, por exemplo. As grandes distâncias a movimentar e o fato de que os equipamentos processam vários produtos diferentes, que requerem tempo para sua preparação, impõem a produção em lotes, gerando filas, maior estoque em processo e maior *lead time* de produção.

2.2.3.2 Sistemas *flow-shop* (*layout* celular ou linear)

O *layout* celular é uma tentativa de linearização do *layout* funcional ou por processo (*job-shop*). Para CORRÊA & GIANESI (1993, p. 73) “o *layout* linear, no qual os equipamentos estão dispostos segundo o roteiro de produção dos produtos, é o arranjo físico mais eficiente, pois favorece o fluxo, reduz ao mínimo a movimentação de materiais, assim como as filas e os tempos gastos com preparação, já que os equipamentos são dedicados a um ou poucos produtos similares. O espaço é ocupado também eficientemente e o estoque em processo é bastante reduzido, limitando-se no caso ideal, ao material que está sendo processado em determinado momento”.

O *layout* linear, uma das variantes do que se classifica como *layout* por produto, somente é aplicável a processos que se destinam a produzir grandes quantidades de poucos produtos padronizados, não sendo viável para empresas que pretendam oferecer maior variedade de produtos ao mercado. Neste caso, o arranjo físico celular, associado a uma técnica denominada tecnologia de grupo, procura trazer as vantagens do *layout* linear, sem restringir demais a variedade possível de produtos. Em termos simples, tecnologia de grupo é uma técnica que permite o agrupamento de componentes fabricados em famílias cuja característica principal em comum são os roteiros de fabricação. Idealmente, os componentes de uma família terão dimensões e formas similares, visando possibilitar um tempo mínimo de preparação dos equipamentos a cada momento em que se passa a produção de um componente para outro.

Desta maneira na programação em *flow-shop*, há uma perda relativa da flexibilidade quando comparado ao *job-shop*. Por sua vez, o sistema *flow-shop* tem a possibilidade de diminuição nos tempos das tarefas a serem executadas, pela possibilidade da produção repetitiva.

Ainda há que se considerar que os controles da produção e de qualidade tornam-se evidentemente mais fáceis e com custos menores, quando todas as unidades fabricadas do produto obedecem à mesma seqüência de fabricação, passando por todos os postos de trabalho.

2.3 Tecnologias de Manufatura

A definição e adoção de uma determinada tecnologia de manufatura tem sido considerada uma das principais áreas de decisão dentro da função de administração da produção.

Ao longo dos últimos anos, devido ao rápido desenvolvimento tecnológico relacionado à microeletrônica e aos sistemas de informação, tornou-se possível a adoção de tecnologias de processo que viabilizaram a produção de produtos diferenciados a taxas horárias semelhantes às obtidas com a produção em massa, com poucos ou um único produto.

As novas tecnologias de manufatura demandam uma nova abordagem gerencial, sendo que a escolha de uma tecnologia adequada de processo é, sobretudo, uma decisão estratégica crítica.

“Cada escolha de processo traz consigo implicações estratégicas para a organização em termos de capacidade e agilidade em responder às necessidades dos mercados, capacidade (em volume e variedade) e características de produção, nível de investimento necessário, custos unitários envolvidos e tipo de controle e estilo gerencial mais apropriado.” (CORRÊA & GIANESI, 1993, p. 26)

Ainda segundo CORRÊA & GIANESI (1993, p. 26), “o principal objetivo de uma estratégia de manufatura é suportar a organização no atingimento de vantagem competitiva sustentada de longo prazo. Esta

vantagem competitiva é conseguida através do adequado gerenciamento dos recursos de manufatura de forma a prover a organização com um *mix* de características de desempenho (prioridades competitivas) adequado a suas necessidades estratégicas.”

Assim, a função de produção apresenta algumas áreas estratégicas de decisão: capacidade, instalações, tecnologia, integração vertical, força de trabalho, qualidade, fluxo de materiais, novos produtos, medidas de desempenho e organização.

CORRÊA *et al.* (1999) destaca seis pontos nos quais a manufatura pode contribuir para a competitividade da organização:

- a) Vantagem em custos, fazendo produtos gastando menos que os concorrentes;
- b) Vantagem em qualidade, fazendo produtos melhores que os concorrentes;
- c) Vantagem em velocidade de entrega, fazendo produtos mais rápidos que os concorrentes;
- d) Vantagem em confiabilidade de entrega, entregando os produtos nos prazos acordados;
- e) Vantagem em flexibilidade, sendo capaz de mudar muito rápido o que se está fazendo e,
- f) Vantagem sobre o serviço prestado ao cliente, através do fornecimento de informações relacionadas ao andamento do pedido.

2.3.1 Os SAP e os custos

Os custos dos sistemas produtivos são afetados pelos seus SAP, já que estes são responsáveis, em grande parte, pela forma com que os recursos estruturais (pessoas e equipamentos) da manufatura são utilizados.

Os SAP são responsáveis por permitir uma utilização equilibrada dos recursos produtivos ao longo do tempo e entre recursos, evitando custos desnecessários de demissão, admissão, subcontratação, horas extras, ociosidade, além de custos menos evidentes decorrentes da necessidade de variar excessivamente os níveis de ocupação dos recursos.

Além disso, os SAP permitem a programação racional dos tempos gastos com trocas excessivas de produtos nos equipamentos, permitindo ainda a coordenação entre suprimentos de itens e seu consumo, tanto matéria-prima e componentes como itens semi-acabados e produtos finais, objetivando a manutenção de níveis mínimos de inventários, minimizando os custos com a manutenção de estoques (armazenagem, capital empatado, obsolescência, etc.).

2.3.2 Os SAP e a qualidade

A redução dos níveis de estoque pode revelar ineficiências do processo, trazendo à luz problemas anteriormente camuflados pelos altos níveis de estoques. Com as imperfeições (que podem ser problemas de qualidade) ficando mais evidentes e trazendo prejuízos imediatos para o fluxo de materiais e, conseqüentemente, para o fluxo de produção, é facilitada a localização dos problemas, surgindo oportunidades para a correção das causas dessas disfunções e melhoria do processo, evitando a ocorrência de falhas similares futuras.

2.3.3 Os SAP e a velocidade de entrega

Mover materiais e informações de forma ágil está no cerne de um sistema de manufatura enxuto e os prazos curtos de atendimento a clientes mostram-se, atualmente, como um dos principais e mais importantes critérios competitivos do mercado. As vantagens que os tempos de resposta mais curtos trazem para os clientes são claras: eles podem postergar a compra e decidir com maior grau de certeza, já que as

previsões nas quais a decisão de comprar se baseiam passam a ser de prazo mais curto e portanto, mais precisas.

Curtos prazos de entregas para o cliente podem ser conseguidos através da manutenção de altos níveis de estoques de produtos finais ou produtos semi-acabados, bem como através da velocidade de fluxo, a partir de um sistema ágil e enxuto, sem desperdícios e estoques excessivos. Entretanto, somente a adoção de sistemas que possibilitem velocidade e flexibilidade é que possibilitam a capitalização de vantagens internas.

Dessa forma, sistemas velozes, com menor prazo (ciclo) de produção, incluindo os tempos de obtenção de todos os insumos, tempos de fabricação, montagem, embalagem e distribuição, permite:

- a) Melhores previsões: quando menor o horizonte de programação, menor é a incerteza associada, gerando decisões mais acuradas e portanto, menor necessidade de ações corretivas (reprogramações) posteriores;
- b) Redução de custos administrativos: quanto menor o tempo que uma determinada ordem gasta dentro do sistema produtivo, menos atenção e controles gerenciais (controle do material, armazenagem e movimentação) são necessários e portanto, menos recursos são consumidos da organização, e
- c) Redução do nível de estoques em processo e exposição de problemas: a redução dos estoques (que é um dos efeitos práticos do aumento da velocidade de passagem das ordens pelo sistema produtivo) também tem a propriedade de expor problemas (referentes a níveis de qualidade, confiabilidade e outros) que seriam “mascarados” com estoques elevados. A exposição dos problemas pode levar à sua solução com a conseqüente melhora gradual como um todo.

2.3.4 Os SAP e a confiabilidade de entrega

Com a tendência generalizada de se reduzirem estoques, as empresas passam a necessitar de entregas mais freqüentes e confiáveis por parte de seus fornecedores, já que, com baixos níveis de estoque de segurança, o atraso de um fornecimento pode repercutir em parada na produção.

Os SAP têm importante papel a cumprir no aumento da confiabilidade de sistemas produtivos. Desta forma eles podem influenciar diretamente três aspectos que determinam o aprazamento das ordens:

- a) Planejamento (previsão) de eventos inesperados, antevendo possíveis problemas atípicos através da adoção de ações contingenciais, tornando o sistema mais robusto e confiável;
- b) Controle da ocupação dos recursos produtivos impedindo a superutilização da capacidade de produção, estabelecendo planos e programas que respeitem as restrições de capacidade do sistema, e
- c) Monitoramento e acompanhamento da produção a fim de permitir a identificação de ocorrências no processo produtivo que poderiam comprometer o cumprimento dos prazos, como quebra de máquinas, atrasos de fornecimentos, etc. Desta forma é possível estabelecer mecanismos que permitam a execução de atividades alternativas, planejando e viabilizando a realocação de recursos produtivos e fontes de abastecimento.

2.3.5 Os SAP e a flexibilidade

Flexibilidade é a capacidade de os sistemas de produção responderem eficazmente a mudanças não planejadas, que podem ocorrer na demanda por produtos, no fornecimento de insumos, como no processo produtivo. Mudança nos produtos demandados, volumes e prazos alterados, problemas de falta de qualidade, não entrega de

insumos, quebra de máquina, absenteísmo, são acontecimentos que geram a necessidade de sistemas flexíveis para equacionar essas situações apropriadamente.

Se a organização tem uma demanda muito variável, seja em termos de volumes, datas ou amplitude de linhas de produtos, tanto maior é a necessidade de um sistema robusto e flexível.

A falta de coordenação entre os setores internos à empresa e entre a empresa e seus parceiros (fornecedores e distribuidores/clientes), pode também demandar o desenvolvimento de flexibilidade para que o sistema seja capaz de lidar com mudanças que podem ocorrer pela mera falta de coordenação.

A maioria das características associadas ao aumento da flexibilidade refere-se a habilidades que são relacionadas aos SAP, como a habilidade de reprogramação da produção, o correto dimensionamento dos estoques, a habilidade de alterações do roteamento do fluxo de produção e a coordenação com os fornecedores.

2.3.6 Os SAP e os serviços prestados

Serviços complementares associados ao produto/serviço têm se mostrado um dos aspectos de competitividade mais significativos no momento. Os SAP podem fornecer informações aos clientes sobre o estado e situação de determinado pedido, informações e orientações logísticas sobre níveis de estoques, gerenciamento dos estoques de materiais fornecidos em consignação, integrando o sistema de suprimentos do cliente.

Resumidamente a Tabela 2.1 apresenta uma matriz de relacionamento entre as principais funções dos sistemas de

administração da produção e os seis aspectos de desempenho competitivo apresentadas anteriormente.

	Custo	Velocidade	Confiabilidade	Flexibilidade	Qualidade	Serviços
1	✓	✓	✓			
2	✓					
3	✓	✓	✓	✓		
4	✓	✓	✓			
5			✓		✓	✓
6	✓		✓			
7		✓		✓		

Legenda:

- 1 Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização.
- 2 Planejar os materiais comprados.
- 3 Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais, nos pontos certos.
- 4 Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas atividades certas e prioritárias.
- 5 Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (de compra e produção).
- 6 Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumpri-los.
- 7 Ser capaz de reagir eficazmente.

Tabela 2.1 – Relação entre funções do SAP e aspectos competitivos.
Fonte: CORRÊA *et al.* (1999, p. 32)

2.4 Elementos para implantação e escolha dos SAP

Uma série de pontos devem ser observados na implantação de qualquer SAP se a organização pretende utilizar todo o potencial que tais sistemas oferecem. Alguns aspectos são cruciais: o empenho organizacional sobretudo da alta direção; a educação e o treinamento a todos os níveis relevantes; o gerenciamento adequado do processo de implantação; e no caso dos SAP que se utilizam de software, outros dois pontos são importantes: o software e o hardware utilizados e a acuidade dos dados do sistema.

A escolha estratégica e a gestão dos SAP devem estar ligadas e coerentes com os objetivos estratégicos da manufatura e com o tipo de processo produtivo envolvido.

Deve-se considerar as diferentes necessidades quanto aos tipos de produtos, a variedade da linha de produtos, os tamanhos dos pedidos dos clientes, o nível, a quantidade e a frequência de mudanças no projeto do produto requeridos pelo cliente e como se dá a introdução de novos produtos.

Assim, a escolha do SAP, do tipo de tecnologia de processo produtivo e dos recursos humanos que a empresa decidiu usar para competir deve ser coerente com a estratégia global da organização e coerente uma em relação à outra. É importante atentar que certos SAP se adequam melhor a certos tipos de sistema produtivo e, sua escolha deve seguir a escolha do processo produtivo que a empresa já fez.

É necessário, portanto, que os tomadores de decisão dentro da organização conheçam as implicações estratégicas referentes aos SAP, tanto quanto a sua escolha como em sua operação. Estas decisões podem afetar os níveis possíveis de desempenho em todos os critérios competitivos da manufatura.

Os próximos capítulos descrevem características, vantagens e restrições de alguns dos principais SAP.

3

SISTEMA CONVENCIONAL DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

3.1 O Controle da Produção

RESENDE & SACOMANO (1997) consideram que examinando o sistema de informações característico da maioria das empresas que têm atividades de desenvolvimento e fabricação de produtos, em toda a sua amplitude, uma importante evidência é a existência de relações entre subsistemas formando circuitos fechados básicos de informações, que propiciam a base para o controle das atividades. Um circuito de informação envolve as atividades de vendas, cotações, planejamento de projeto/produção e as funções de custo e estimativas, integrando os subsistemas relacionados com o estabelecimento de preços, prazos de entrega e plano de vendas. Outro circuito de informação envolve a definição do produto, englobando atividades de projeto e estudo de métodos e processos; um circuito de informação de prazo relativamente longo fornece uma estratégia global do controle operacional e financeiro ao planejamento do projeto/produção. Dentro deste circuito de longo prazo

existem circuitos envolvendo atividades de prazos mais curtos nos quais o controle de produção é realmente baseado. Um desses circuitos forma a base para a coordenação das operações de fabricação, pela ligação do controle de ordens e controle de estoques com o planejamento de materiais; outro liga a função de planejamento de materiais com a de estudos de carga e decisões de comprar ou fabricar; um terceiro tem a função de acompanhamento, retornando via relatórios de atividades e materiais, formando a base para a função de liberação.

Apresenta-se abaixo a estrutura geral de um sistema de informações característico de um Planejamento e Controle da Produção (PCP) convencional.

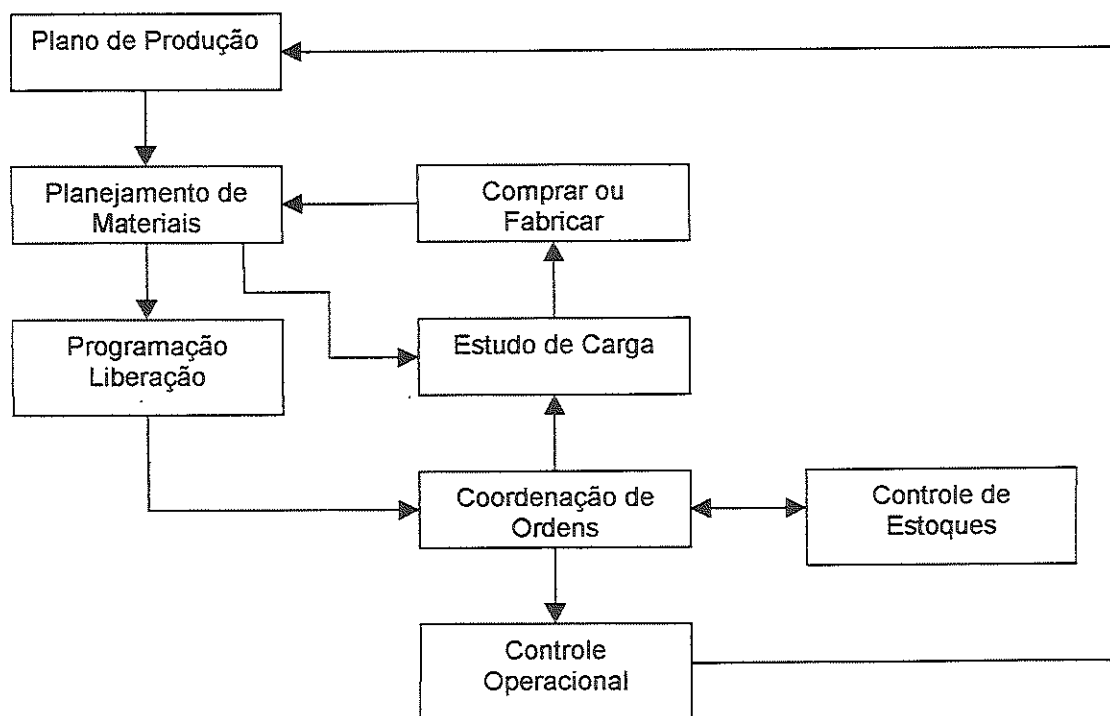


Figura 3.1 – Sistema de Informações de PCP Convencional
Fonte: RESENDE & SACOMANO (1997, p. 79)

A dimensão da empresa e do departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP) influi fundamentalmente na procura da melhor maneira para programar e liberar a produção. Os procedimentos para cada fábrica devem ser talhados conforme as suas necessidades.

A seguir, faz-se uma apresentação para a administração da produção utilizando-se técnicas convencionais, apoiada sobretudo em ZACCARELLI (1987).

Fábricas que produzem produtos montados, necessitam de informações que os definam segundo suas formas, quantidades, materiais e outras especificações. Essas funcionam como dados de entrada no sistema de informações do PCP provenientes do Setor de Engenharia.

A lista de materiais para um produto relaciona todas as partes e componentes identificando-as por nome e número. Mostra também a quantidade necessária para montar uma unidade completa do produto.

Desenhos de engenharia estão entre os meios mais importantes de se introduzir informações para o controle de produção e da fábrica. Mostra o projeto do produto em forma gráfica, descrevendo medidas físicas, tolerâncias, formas e contornos que o produto deve ter.

A Folha de Processo mostra todas as operações a serem feitas, as máquinas ou centros produtivos envolvidos, além de outras informações a respeito do ferramental, tempos de processamento/montagem, etc. Estudos mais profundos, envolvendo o

detalhamento de cada operação podem ser realizados e reunidos na Folha de Operação.

Todos esses dados são arquivados e postos à disposição do controle de produção que os introduzirá na fábrica.

O PCP deve estar informado da indisponibilidade de máquinas e equipamentos provocada por defeitos, programas de manutenção, desativações, bem como da entrada em operação de novos recursos.

A montagem de produtos relativamente complexos só deve ter início, em princípio, assim que todas as suas partes componentes estiverem prontas. Conseqüentemente, os itens terão datas de início diferentes, conforme o tempo de obtenção de cada um. O período de fabricação das partes componentes deverá ter, no mínimo, uma extensão igual ao tempo de obtenção mais longo. Além disso, certas partes podem formar subconjuntos antes da montagem final, de maneira que todos os subconjuntos precisariam estar prontos antes de iniciar-se a montagem final.

Cronogramas de fabricação são diagramas que ilustram a programação das partes, mostrando as datas de início e término das diversas fases.

É de fundamental importância o acesso do PCP às informações que definam: a identificação do item, como nome, código, etc.; status do item, tais como quantidade em mãos, quantidade pedida, quantidade requerida, quantidade disponível; política de estoques, tais como quantidade por ordem, ponto de reencomenda, tempo de obtenção, etc.; procedência do item: fabricado ou comprado e outras. É também

importante o conhecimento dos índices de sucateamento por defeito dos itens fabricados.

3.2 Plano Mestre de Produção

Planos Mestres de Produção, como fonte de autorização para produção, são programas emitidos periodicamente e aprovados pela alta administração da empresa. Constituem-se em uma informação fundamental que autoriza a operação de todas as instalações produtivas de uma empresa durante um determinado período, e especificam quantidades de produtos finais a serem montados em determinados períodos compatíveis com a capacidade de fábrica, devendo ainda, incluir a fabricação de partes componentes e subconjuntos, se houver alguma forma de solicitação.

Os fatores importantes na elaboração do plano mestre de produção são:

- plano de vendas;
- capacidade produtiva;
- disponibilidade de matéria-prima no mercado;
- recursos financeiros da empresa.

O plano de vendas é baseado nos pedidos recebidos e prováveis de produtos especiais e no estabelecimento do que a empresa pretende vender de produtos padronizados no período, através de uma previsão de demanda.

A capacidade produtiva pode ser uma forte restrição à execução de um plano mestre de produção, porque está relacionada com as máquinas e pessoal disponíveis. Geralmente em fábricas de nível médio/grande, a capacidade efetiva diária/turno é calculada por setores compostos de máquinas que executam o mesmo processo e de porte

aproximadamente iguais, multiplicando o número de máquinas do setor pelo número de horas de trabalho efetivo. Este é igual ao número de horas da jornada menos uma porcentagem, determinada estatisticamente, de tempos perdidos como ausência de operadores, defeitos de materiais, etc.. Com base nesse valor calcula-se a capacidade por período, em cada turno, para todos os setores da fábrica.

Por outro lado, conhecendo-se o cronograma de fabricação de um produto e os tempos das operações necessárias para cada parte componente que o compõe, determina-se a carga de trabalho por período ao longo de seu ciclo de fabricação. Somando-se as cargas de trabalho para todos os produtos nas quantidades determinadas pelo plano de produção, calcula-se a carga de trabalho total por setor, que representa a capacidade necessária para a execução do plano, por setor.

Confrontando-se a capacidade efetiva com a necessária, faz-se o estudo da viabilidade do plano com razoáveis condições para verificação da existência de sobrecargas em algumas seções. Estas, se existirem, poderão ser sanadas com aumento de capacidade ou reprogramação de algumas encomendas.

3.3 Determinação das Partes e Necessidades de Materiais – Emissão de Ordens

Uma vez recebido, o pedido do cliente é adicionado ao plano de produção. A seguir, ordens de fabricação devem explicitar os tipos e quantidades dos itens a fabricar e materiais que devem ser usados. Além disso, as fábricas geralmente possuem peças prontas disponíveis em estoque, assim como matérias-primas. Diante disso e da impossibilidade de se considerar que o estoque estará em um nível que possa atender aleatoriamente qualquer requisição, é necessário fazer um estudo para

determinar a quantidade necessária de cada item que entra na composição de cada produto, que compõe o plano de produção.

Este processo, conhecido por “explosão”, converte o plano de produção em ordens de fabricação e ordens de compra com datas definidas de término e recebimento, respectivamente. Compreende a execução de diversos trabalhos, tais como:

- 1- Cálculo da quantidade líquida de cada item. As fontes de informações para a execução dessa tarefa são: as Listas de Materiais de cada produto e as informações sobre o estoque. Envolve a tomada de decisão da questão comprar X fabricar e, em se utilizando a técnica de controle perpétuo, o cálculo da quantidade disponível através da fórmula:

$$\text{Quantidade disponível} = \text{Quantidade em mãos} + \text{Quantidade pedida} - \text{Quantidade requerida}$$

A quantidade necessária bruta (quantidade da lista) entra como quantidade requerida, somando-se às outras que já estão reservadas para o atendimento de ordens determinadas através de anotações apropriadas. Um resultado negativo denotará a necessidade de uma ordem de aquisição para dar cobertura ao estoque. A quantidade que torna nulo o resultado é a quantidade líquida necessária. Um resultado positivo indica que a cobertura permanece, mesmo adicionando-se a quantidade da lista como quantidade requerida e reservada para a ordem em estudo. Para os itens fabricados é necessário também fazer o levantamento das necessidades de matérias-primas.

- 2- Aprazamento das ordens. Definidas as ordens, é necessário determinar a data em que deverão estar concluídas. Isto é feito através do

conhecimento do cronograma de fabricação dos produtos e do tempo de obtenção de cada item.

- 3- Estudo da carga. Conhecidas as datas de término e os tempos de obtenção, faz-se uma programação de ordens de fabricação com o objetivo de se ter uma avaliação detalhada de carga de trabalho nos diversos centros de trabalho da fábrica.
- 4- A emissão das ordens de compras de materiais. Quando for necessária a aquisição de matérias-primas para fabricação de peças ou componentes prontos para a montagem, o setor de compras deverá ser informado sobre os materiais necessários e receber solicitações para comprá-los através de requisições, cada qual apresentando data prevista para a entrega, que seja igual, ou talvez alguns dias mais cedo, à data de início planejada para o processamento.
- 5- Emissão das Ordens de Fabricação. Estabelecidas as datas de término compatíveis com a capacidade efetiva da fábrica, são preparadas as ordens de fabricação. Em produção intermitente, é comum a ordem por componente com alguns documentos associados a ela, de forma a se prestar como uma fonte de informações de produção e como documento de registro de dados de produção.

O Departamento de PCP geralmente não tem em sua posse Ordens de Fabricação para execução futura e não pode, a rigor, exercer atividades de designação de tarefas para as máquinas. Para isso, o Controle de Administração, a partir de um escritório, comanda diversos pequenos escritórios situados estrategicamente nas áreas produtivas. Definida, então, como responsável pelo controle geral das ordens de fabricação, a função Liberação (responsável pela decisão de iniciar a produção ao nível de chão de fábrica, segundo um determinado roteiro e na

ocasião programada) é comandada por pessoal que se relaciona diretamente com os postos de trabalho e tem as seguintes tarefas e responsabilidades:

- Recebimento e arquivamento de todas as ordens de fabricação e documentos associados;
- Programação do conjunto de trabalhos para Liberação na seqüência mais favorável;
- Emissão de cartões de mão-de-obra ou outra forma de instrução para os operadores;
- Emissão de instruções para os preparadores, definindo que máquinas devem ser preparadas, para que trabalhos e quando;
- Emissão de instruções relativas à movimentação de materiais entre os centros produtivos;
- Emissão de instruções relativas à retirada e devolução de ferramentas especiais dos almoxarifados;
- Manutenção de registros de produção.

3.4 Controle de Estoques

As considerações que se seguem foram baseadas, sobretudo, em RESENDE & SACOMANO (1997).

Os excessos ou faltas de estoque são, desde há muito tempo, consideradas o principal fator de influência na flutuação das atividades industriais. Pode-se considerar que os estoques são reservatórios que asseguram a continuidade do fluxo de produção em todas as suas etapas.

Assim sendo, a manutenção de um nível razoável de estoques torna-se fundamental para a eficiência dos lucros da empresa. Entretanto, apesar de ser prática comum nas empresas, não se considera, aqui, estoques com finalidades especulativas.

Considera-se o controle de estoques como uma das atividades de mais longo alcance na indústria, pois além de envolver a maioria das áreas de trabalho, tais como vendas, produção, compras, finanças e contabilidade, tem influência direta na força competitiva da empresa, pois afeta diretamente a qualidade do produto, os custos de produção e a efetividade do capital de giro.

O controle de estoques possui objetivos e técnicas para controlar todas as classes de estoques existentes em uma indústria, tais como:

- Matéria-prima;
- Peças componentes;
- Produtos em processamento;
- Produtos acabados;
- Materiais para embalagens;
- Outros suprimentos.

Desta forma, o estabelecimento de estoques de segurança, ponto de reencomenda e outros parâmetros do sistema de controle de estoques deve ser feito conforme as características dos itens controlados (consumo e custo). Alguns itens são de alto custo ou são muito importante e, portanto, merecem mais cuidados e atenção, enquanto que produtos de baixo custo e pouca importância podem ser tratados mais rotineiramente. Do ponto de vista técnico, procedimentos que são adequados para administrar itens com grande saída não funcionam satisfatoriamente para itens com pouca saída e vice-versa. Por essa razão os itens em estoque devem ser classificados em grupos que sejam uniformes em relação aos procedimentos de controle a serem empregados.

3.4.1 Tipos de custos envolvidos

- a) Custo de obtenção ou de preparação

“Diretamente associado ao número de pedidos de reposição de estoques.”

Exemplos:

- Compra ou aquisição: custo de cotação, emissão dos pedidos, recepção, inspeção, transporte, etc.
- Fabricação: custo de emissão de ordens de serviço (fabricação), preparação de máquinas, movimentação de materiais, custo da produção interrompida, etc.

b) Custo de armazenagem, ou de posse, ou de manutenção de estoques

“Diretamente associado à quantidade estocada (volume de estoque).”

- Principais componentes: deterioração, depreciação, juros, impostos, seguros, obsolescência, aluguel dos depósitos, etc.

c) Custo fixo

“Associado a cada unidade do recurso e independente da política de estoques adotada.”

Exemplo: preço pago ao fornecedor, custo de produção

d) Custo de ruptura do estoque

“Penalidade decorrente do não atendimento da demanda, durante um determinado intervalo de tempo.”

Por se tratar de assunto bastante extenso, critérios de dimensionamento, bem como as diversas fórmulas ou modelos matemáticos utilizadas para o cálculo de estoques, não serão tratadas no presente texto, uma vez que este visa apenas um tratamento introdutório e fundamental sobre alguns conceitos do Controle da Produção.

Aqueles que necessitarem de maiores informações a esse respeito (Controle de Estoque), indica-se algumas bibliografias

sugeridas em RESENDE & SACOMANO (1997): ZACCARELLI (1987), MAGEE (1967), SILVER & PETERSON (1984), WIGHT (1984), entre outras.

3.5 Planejamento dos Recursos de Longo Prazo

O planejamento de longo prazo é o ponto de partida para o planejamento e controle da produção sendo, portanto, o ponto inicial para considerações sobre sistemas para este fim.

Recursos fabris em geral, equipamentos, mão-de-obra especializada, capital para investimento e estoque, geralmente não se tornam viáveis a curto prazo. Por isso as empresas devem se preparar elaborando planos de longo prazo para dimensionamento de suas capacidades futuras através de estudos que possibilitem vislumbrar as dimensões de seus negócios anos a frente. Esses estudos são as predições e previsões.

Através das predições procura-se construir relações causais no modelo e relaciona-se principalmente a situações novas e desconhecidas (com grandes incertezas). Exemplos típicos são as previsões do que vai acontecer, a longo prazo, com a demanda de um produto com relação a um determinado fator, tornando-se necessária a utilização, em grau razoável, de informações de natureza mais subjetiva. O futuro a longo prazo, provavelmente irá apresentar eventos que, na atualidade, não são entendidos muito bem ou eventos completamente inesperados, não podendo assim, ser considerados como uma simples extensão do que aconteceu até o presente.

Em se tratando de previsões, a suposição básica sobre este tipo de estudo é que as causas que serviram de base para a geração de demanda no passado continuam no futuro. Essas previsões, portanto, estão mais relacionadas com a projeção (extrapolação) de dados

passados no futuro. São utilizadas quando se possuem dados históricos suficientes que permitam uma descrição estatística do fator em consideração e quando o ambiente que influencia esse fator apresenta características razoavelmente estáveis e conhecidas, tornando lógica a estimativa do futuro, baseando-se no passado e empregando-se um modelo matemático.

3.6 Os Sistemas de Controle

RESENDE & SACOMANO (1997, p. 75) dizem que “os sistemas de controle testam a execução do plano e programa da produção através das informações coletadas pelo sistema de liberação. Pode-se dizer que todo o trabalho de planejamento do processo produtivo, de programação e em menor grau, de liberação, são objetivos difíceis de serem alcançados totalmente, o que torna necessário um acompanhamento da evolução das ordens, através dos dados coletados.”

O Controle Central exerce uma função de acompanhamento que completa o circuito o qual, dando um aviso antecipado quando a produção real desvia da produção planejada, propicia condições para aplicação de ações corretivas para que retome o curso desejado.

O Controle Central desenvolve as seguintes tarefas principais:

- Registro da produção real;
- Comparação da produção real com a produção planejada;
- Medição dos desvios;
- Notificação de todos os desvios excessivos aos elementos responsáveis pela execução dos planos;
- Informar outras seções e clientes sobre o andamento dos trabalhos na fábrica.

BURBIGDE (1983), relaciona os seguintes tipos de acompanhamentos:

- Controle do Plano de Produção: é a tarefa de comparar a produção real (geralmente a produção da montagem) com o plano de produção, e as vendas reais com o plano de vendas, e de informar os desvios do plano à administração de linha para que sejam analisados e corrigidos.
- Acompanhamento de Ordens: é a tarefa de comparar a data de término real de cada ordem de fabricação e a data real de recebimento de cada requisição de compra com as datas previstas correspondentes, e de informar, rapidamente, todas as ordens que estejam atrasadas, de forma que se desencadeiem as ações necessárias para complementá-las.
- Levantamento de Faltas: é a tarefa de comparar a disponibilidade efetiva de materiais e peças, com as quantidades necessárias para a produção e de informar todas as faltas de forma que possam ser rapidamente supridas.
- Acompanhamento do Plano Diário: é o controle usado no terceiro nível de controle da produção, para garantir que os “planos diários” feitos durante a liberação, sejam cumpridos.
- Controle do desempenho dos departamentos: consiste num método usado para avaliar a eficiência dos diferentes departamentos de produção de uma fábrica, registrando, a intervalos regulares, o número de falhas em completar ordens na data prevista em cada departamento, e comparando essas quantidades com os limites de desempenho predeterminados.

3.6.1 Replanejamento

“Planejar e programar é fácil; difícil é replanejar e reprogramar”. Quase todos os autores fazem esta afirmativa de alguma forma.

“O problema central da programação e controle da produção é harmonizar datas de término (‘datas que devem ser’ originadas do pedido do cliente) com datas programadas (‘datas que podem ser’ originadas do planejamento das necessidades de capacidade) que estão sujeitas a mudanças que acontecem por diversos motivos.

O problema, portanto, não é de planejamento e programação, mas de replanejamento e reprogramação. Fazê-los, plenamente, à medida que as mudanças acontecem, é praticamente impossível com a utilização de técnicas convencionais”. RESENDE & SACOMANO (1997, p. 79)

Assim é que, a partir da década de 70, as perspectivas começaram a mudar. A estrutura adotada até hoje mostrou-se eficiente e grandes avanços da computação, como processamento em tempo real e acesso direto através de terminais estão consolidados.

A abordagem para integração de sistemas de programação e controle da produção por computador baseada no MRP (*Material Requirements Planning*) foi a primeira a aparecer e enfatiza a minimização dos estoques com o alcance das datas de término desejadas.

4

MRP / MRP II

4.1 O MRP

O MRP (*Material Requirements Planning*), ou Planejamento das Necessidades de Materiais, foi desenvolvido nos EUA por Ollie Wight e Joe Orlicky, apresentando-se como uma técnica de administração de materiais baseada no cálculo de quantidades e na determinação do momento oportuno para aquisição de itens necessários a fabricação de determinado produto ou programa de produção (plano mestre). Segundo SACOMANO (1990, p. 140) essa “nova técnica foi amplamente difundida nos EUA a partir do início da década de 70, através de um movimento denominado ‘Cruzada do MRP’ e patrocinada pela APICS (*American Production and Inventory Control Society*)”.

ORLICKY (1975) apresenta-o como uma abordagem alternativa fundamental para a administração de estoques. Dessa forma, o MRP consiste em um conjunto de procedimentos logicamente relacionados

entre si, regras de decisões, arquivos de informações (os arquivos podem ser considerados como entradas do sistema), projetados para transformar um plano mestre de produção em necessidades líquidas *time-phased* e fazer a cobertura de tais necessidades, para cada item do estoque necessário para implementar esse plano.

Para CORRÊA *et al.* (1999, p. 77) o conceito do cálculo das necessidades de materiais “baseia-se na idéia de que, se são conhecidos todos os componentes de determinado produto e os tempos de obtenção de cada um deles, podemos, com base na visão de futuro das necessidades de disponibilidade do produto em questão, calcular os momentos e as quantidades que devem ser obtidas, de cada um dos componentes para que não haja falta nem sobra de nenhum deles, no suprimento das necessidades dadas pela produção do referido produto”.

Segundo ORLICKY (1975), citado em SACOMANO (1990), o método do Planejamento das Necessidades de Materiais tem aplicação, geralmente limitada, às indústrias do tipo intermitente, ressaltando que pode ser aplicado em empresas na fabricação de produtos simples, inclusive empresas que fabricam produtos unitários. É possível, portanto, pressupor que o movimento que introduziu um novo conceito nos EUA, para problemas relativos à gestão de estoques, tenha sido o similar americano do movimento JIT (*Just-in-Time*) no Japão.

Comparando o MRP com outra forma de controle de estoques (ponto de reencomenda), ORLICKY (1975, p. 22) diz:

"O ponto de reencomenda baseia-se em partes, enquanto o planejamento das necessidades de materiais orienta-se pelo produto. O ponto de reencomenda utiliza dados do comportamento histórico da demanda de um item em estoque, isoladamente de todos os outros itens. O planejamento das necessidades de materiais, uma abordagem

radicalmente diferente, olha o futuro como definido pelo plano mestre de produção e trabalha com dados que especificam as relações dos componentes (as listas de materiais) que compõe o produto".

4.1.1 O Funcionamento do MRP

Os arquivos de informações para um MRP devem ser organizados segundo o conceito de banco de dados e com a utilização da técnica de "encadeamento" de registros e arquivos, que permite o processamento conjunto de arquivos relacionados. Isto propicia a eliminação ou minimização de duplicação de dados, redundâncias, diferentes versões de arquivos e diferentes níveis de atualização; permite ainda, otimizar o acesso às informações e economizar no custo.

Para o funcionamento do MRP as seguintes informações são essenciais e devem estar disponíveis no banco de dados:

- O plano mestre de produção projetado para o horizonte de planejamento.
- O status (quantidade em mãos, quantidades encomendadas ou recebimentos programados, quantidades brutas necessárias; quantidades líquidas necessárias, quantidades de ordens planejadas) de cada item do estoque.
- O prazo e as quantidades envolvidas em qualquer ordem planejada ou excepcional.
- Previsões de demanda para cada item por período de tempo, ao longo do horizonte de planejamento.
- Todas as listas de materiais e seus níveis associados.
- Todos os roteiros de fabricação.
- Tempo de obtenção de compra e/ou fabricação para cada operação de todos os itens.
- Informações adicionais eventualmente necessárias, como por exemplo, critério de dimensionamento da quantidade por ordem.

Para RESENDE (1989, p. 86), "a chave para o processo completo de Planejamento das Necessidades de Materiais é o elo entre o item-pai e o item-componente. Existe um único elo lógico entre itens de níveis contíguos da estrutura do produto, que é a ordem planejada do item-pai a ser liberada e a necessidade bruta do componente. Estas devem coincidir em quantidades e no tempo, porque o item-componente deve ser programado para estar disponível na ocasião em que a ordem do item-pai for liberada para a produção e, portanto, na qual o item-componente deverá ser consumido".

Um item é dito "pai" quando ele é resultado da combinação de um ou mais componentes ou gera para a estrutura do produto, um ou mais componentes. Seus componentes são chamados de itens "filhos" e aqui, é importante mencionar que as quantidades de itens "pais" definem as quantidades de itens "filhos", conforme define a estrutura do produto. (SACOMANO, 1990)

Dessa forma, a estruturação da lista de materiais, segundo a árvore de estrutura do produto, é vital para o planejamento das necessidades de materiais, porque através dela e em conjunto com o tempo de passagem dos itens, estabelecem-se os momentos precisos das necessidades, das liberações das ordens e as prioridades das ordens. A título de exemplo, baseados em RESENDE & SACOMANO (1997), ilustra-se a seguir, nas figuras 4.1 e 4.2, uma lista de materiais e sua correspondente árvore de estrutura do produto.

Segundo RESENDE & SACOMANO (1997) o MRP processa, isto é, faz a denominada "explosão" de necessidades a partir do plano mestre de produção, de cima para baixo da estrutura do produto, nível por nível, guiado pela ligação lógica dos registros dos itens em estoque. As necessidades brutas dos itens dos níveis mais elevados são processadas contra o estoque (em mãos ou encomendados) para determinar as

necessidades líquidas que são, então, cobertas por ordens planejadas. A quantidade e o prazo da ordem planejada determina, por sua vez, a quantidade e o prazo das necessidades brutas dos itens-componentes do nível imediatamente inferior. Este procedimento é repetido para os sucessivos níveis inferiores, até que seja alcançado um item-componente. Neste ponto termina a "explosão".

LISTA DE MATERIAL				
GUINCHO CG 01				
PARTE Nº	DESCRIÇÃO	QUANT.	UNID.	NÍVEL
C 100	Conjunto do Carro	1	peça	1
1100	Eixo do Carro	4	peça	2
1200	Roda do Carro	4	peça	2
1300	Estrutura do Carro	1	peça	2
R 100	Redutor	1	peça	1
E 100	Eixo	1	peça	1
G 100	Cabo com Gancho	1	peça	1
1400	Cabo	20	m	2
	Gancho	1	peça	2
M 100	Motor	1	peça	1
S 100	Comando Suspenso	1	peça	1
1600	Corda – 3 fios	5	m	2
1700	Botoeira	1	peça	2
T 100	Tambor	1	peça	1

Figura 4.1 – Lista de Materiais de Vários Níveis
Fonte: RESENDE & SACOMANO (1997, p. 83)

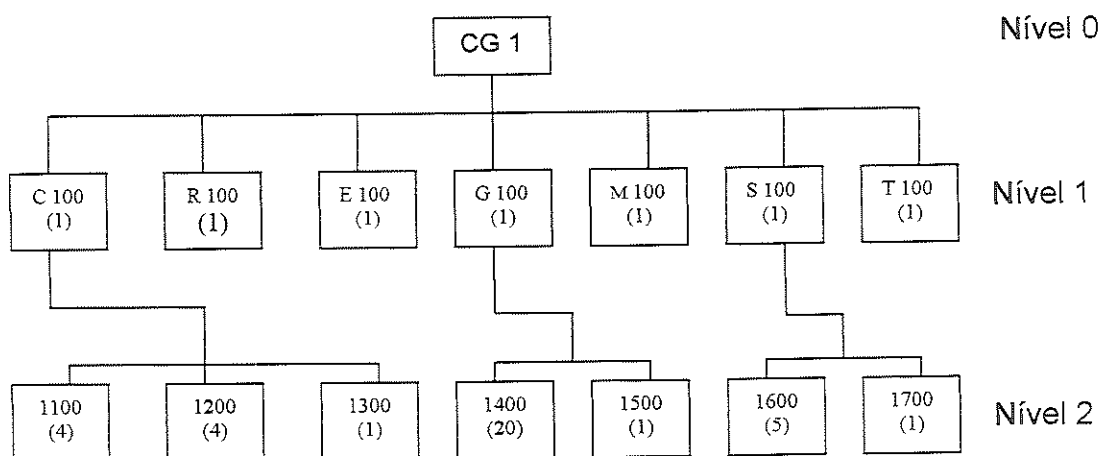


Figura 4.2 – Árvore de Estrutura do Produto
Fonte: RESENDE & SACOMANO (1997, p. 84)

Assim, além das informações existentes no banco de dados, o MRP recebe as informações referentes à composição do programa de produção para um determinado horizonte de planejamento.

Dessa forma, o funcionamento do MRP pode ser decomposto em três etapas:

- 1- Explode as necessidades de produtos finais dadas pelo plano mestre de produção, fornecendo as necessidades em termos de materiais.
- 2- Calcula as necessidades líquidas de materiais numa base de tempo.
- 3- Determina as necessidades de capacidade de outros recursos (equipamentos, mão-de-obra, etc.)

ORLICKY (1975, p. 52) considera que "um Plano Mestre de Produção é para um sistema MRP o que um programa é para o computador. O plano mestre de produção é, tecnicamente falando, apenas uma das três principais fontes de entrada de dados para um sistema MRP, mas enquanto as outras duas, status de estoque e estrutura do produto, fornecem dados de consulta para o processo de planejamento das necessidades de materiais, o plano mestre de produção constitui-se nos dados de entrada que o conduz".

Continuando, ORLICKY (1975, p. 52) menciona que "um Plano Mestre de Produção serve a duas funções principais:

- 1- No curto prazo, serve como base para o planejamento das necessidades de materiais, para a produção de componentes, o planejamento das prioridades das ordens e o planejamento das necessidades de capacidade de curto prazo.
- 2- Na função de longo prazo, serve como base para estimar demandas de longo prazo sobre os recursos da companhia tais como capacidade produtiva (área quadrada, máquinas ferramentas, mão-de-obra), capacidade de armazenagem, equipe de engenharia e capital".

Obtido um plano mestre de produção, este é "explodido", obtendo-se um plano de necessidades de materiais que, em resumo, é um conjunto de ordens de fabricação e compras com datas de término e quantidades determinadas.

Conforme citado em RESENDE & SACOMANO (1997), usando os roteiros de fabricação dos vários itens, as ordens são convertidas em necessidades (por exemplo, em horas-máquina), período por período, nos vários centros de trabalho. Dessa forma, determinam-se as capacidades necessárias para cada centro, em cada período. Isto é feito a partir das datas de término das ordens estabelecidas pelo MRP, programando no sentido do término para o início do roteiro, e considerando capacidade infinita para os centros de trabalho. O resultado é um programa de realização das operações de cada ordem e o carregamento do centro de trabalho, com ordens planejadas referente à parte do plano mestre ainda por confirmar e ordens liberadas referentes à parte firme.

Quando a capacidade necessária excede a capacidade efetiva, existem algumas ações possíveis:

- Mudar algumas ordens para períodos próximos com disponibilidade de capacidade, podendo acarretar reflexo no programa de componentes dependentes das ordens deslocadas.
- Usar horas extras.
- Contratar serviços externos.
- Comprar partes processadas, em vez de matérias-primas.
- Alterar o roteiro de fabricação de certas ordens.
- Alterar o plano mestre de produção.

O Planejamento das Necessidades de Capacidade é complementado pelo Controle de Capacidade obtido, na prática, por um controle do tipo entrada/saída. A base dessa técnica é a medição de dados reais e sua comparação com dados planejados. Um relatório de controle

entrada/saída mede o fluxo de trabalho que entra e que sai do centro de trabalho em termos reais e planejados. Mostra, também, a necessidade de retroação contra o desvio do plano, se uma tolerância for introduzida para determinar quando o sistema está fora de controle.

A Entrada planejada para qualquer centro de trabalho inclui as ordens liberadas que ainda não chegaram no posto de trabalho, mais as ordens planejadas e não liberadas. A Saída planejada é igual à Entrada mais ou menos a mudança desejada no acúmulo de ordens por atender no centro de trabalho. A saída real é a quantidade de horas efetivamente trabalhadas; e a entrada real é o número de horas de trabalho que se move para dentro de um centro de trabalho.

A continuidade do processo é a obtenção de uma programação da produção. Esta é, praticamente, o resultado da programação de ordens, operação por operação, realizada para obtenção do plano de necessidades de capacidade. A programação transformada em uma lista de liberação de ordens, mostrando as operações em uma seqüência de prioridade de execução por posto de trabalho e por período.

Estas listas podem, ainda, conter a relação das operações que estão programadas para o posto de trabalho que antecede ao focalizado no roteiro de fabricação, apresentando, assim, os próximos trabalhos a executar. Demonstra-se, também, dessa forma, a necessidade de se preparar os documentos das ordens de fabricação que deverão ser lançados proximamente para o início de fabricação.

Em resumo, as entradas para o MRP são:

- Programa Mestre de Produção
- Registros de Inventário
- Lista de Materiais ou Arquivo da Estrutura do Produto

E as saídas do MRP são;

- Plano das Necessidades de Materiais
- Liberação de Pedidos e Reprogramação de Pedidos em Aberto
- Plano das Necessidades de Capacidade
- Listas de Despacho para Controle do Piso da Fábrica
- Programação de Fornecedores (Compras)
- Relatórios de Desempenho

A figura 4.3, mostrada a seguir, ilustra as relações de entrada e saída do MRP.

O controle de fabricação é feito por planejadores com apoio das listas de liberação (impressas ou acessadas através de terminais de computador), do relatório de controle de entrada/saída, e outros relatórios que podem ser produzidos, como por exemplo, um relatório de ordens atrasadas constando causa e ação corretiva. Esses relatórios podem ser atualizados diariamente através do lançamento de dados relativos à execução das operações, coletados através de terminais distribuídos pelas oficinas. (SACOMANO, 1990)

Cada vez que ocorrer qualquer dificuldade, e tornar-se claro que alguma tarefa não será realmente cumprida conforme planejado, o plano deve ser revisado e subseqüentemente "reexplodido" para estabelecerem-se necessidades e prioridades atualizadas.

4.1.2 Os objetivos do MRP

Para RESENDE & SACOMANO (1997) um sistema MRP devidamente projetado, implementado e usado efetivamente, funciona em três áreas diferentes:

- 1- planeja e controla os estoques, avaliando o status de cada item e estabelecendo ordens planejadas de cobertura automaticamente;
- 2- planeja as prioridades das ordens;

3- propicia dados para o sistema de planejamento das necessidades de capacidade.

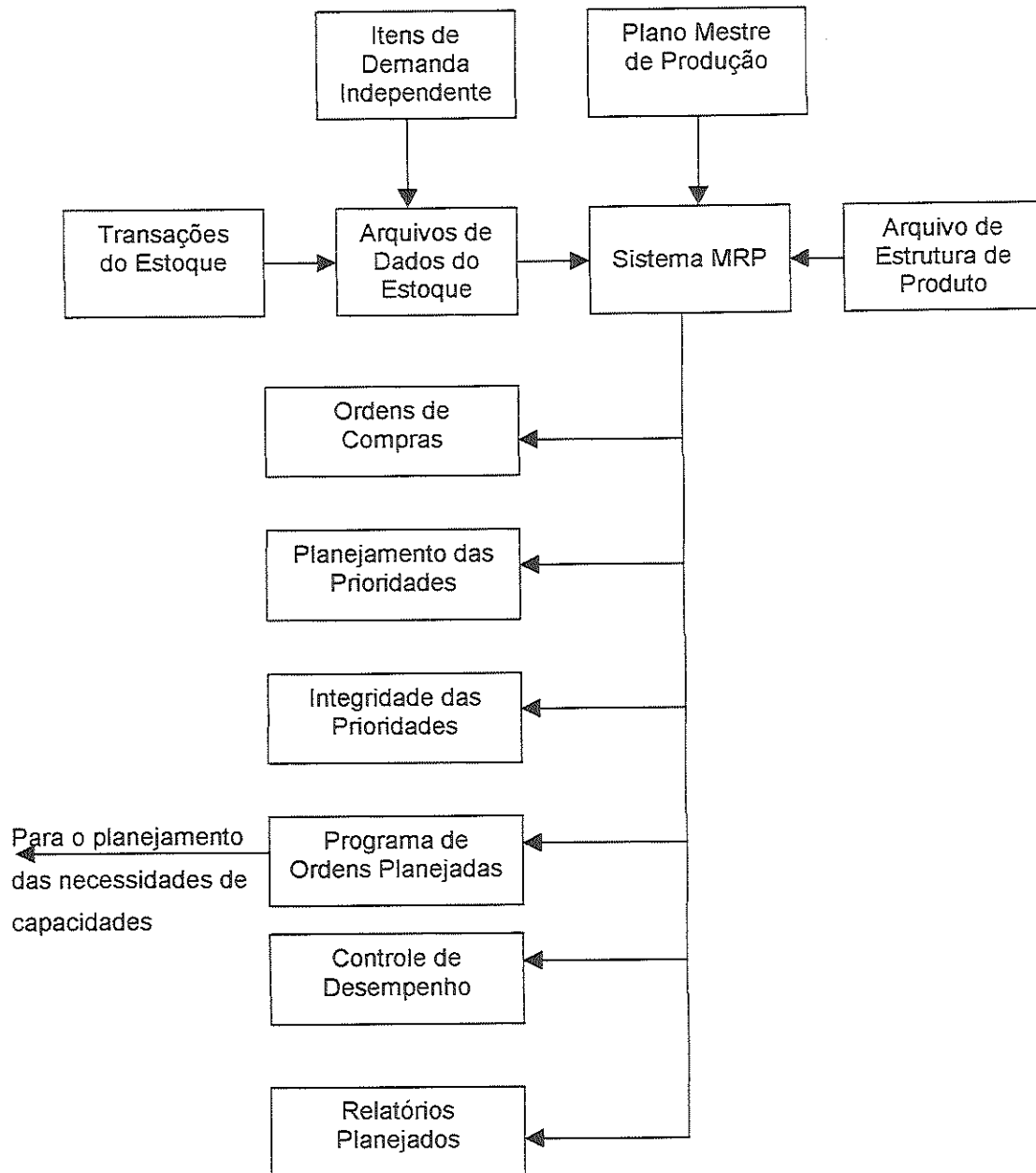


Figura 4.3 – Sistema MRP: Relações Entrada-Saída
Fonte: ORLICKY (1975)

Pode-se citar algumas metas e objetivos do MRP, conforme segue:

- Rotatividade de Estoque: procura manter os estoques em baixos níveis, fator fundamental quando as taxas de juros do mercado são altas, além dos custos de estocagem e movimentação e do tempo de vida e riscos de obsolescência.
- Atendimento ao Cliente: itens disponíveis para atender o programa de produção; entrega no prazo correto.
- Produtividade da Mão-de-Obra: a produtividade pode ser afetada por adversidades como falta de materiais, tempo de preparação, quebra de máquina, hora extra e variação da equipe de trabalho.
- Utilização da Capacidade: é possível ter um bom atendimento ao cliente com baixo nível de estoque, se tivermos uma capacidade instalada necessária e suficiente, o que proporcionará maior retorno do investimento à empresa.
- Custo do Material: quando, quanto e como comprar, e quando negociar pedidos abertos.
- Custo do Transporte: entregas de emergência (embarques aéreos) encarecem o custo final do produto.
- Custo do Sistema: custos diretos e indiretos devem ser minimizados, eliminando-se desperdícios e disfunções.

4.1.3 Funções e Atividades do MRP

- Previsão e Entrada dos Pedidos: antecipar à necessidade do cliente.
- Plano Mestre de Produção: quanto vai ser produzido, enfim, o que e quando será entregue aos clientes.
- Plano Geral de Produção: supondo a demanda futura conhecida e também o nível de inventário atual, temos condições de projetar a quantidade de mão-de-obra e inventário necessários para o futuro, identificando assim, os problemas de fluxo de caixa, assim como os programas de entrega.

- Liberação das Ordens: ocorre quando é necessário colocar, alterar ou cancelar uma ordem colocada (de compra ou produção).
- Seguimento (*follow-up*): acompanhamento de compras (ordens de compra) e de controle de produção (ordens de produção).
- Planejamento da Capacidade: constatação da existência de altos e baixos ou ainda sobrecargas de capacidade, podendo-se tomar as medidas necessárias com antecedência (horas extras, turno adicional, etc.).
- Manutenção dos Registros: acuracidade dos registros (controle do estoque, lista de material).
- Coordenação: o envolvimento de pessoas com necessidades, objetivos e prioridades conflitantes torna as coisas mais difíceis. Deve-se procurar chegar a um fim propriamente efetivo e abrangente.

Pelo exposto, nota-se que o sistema é baseado principalmente na lógica da estrutura do produto, representado pela listas de materiais. Não se aplicam, embora seja possível, técnicas analíticas para programação de ordens, seqüenciamento de operações, dimensionamento de estoques, etc. que estão bastante evoluídas teoricamente.

Conforme mencionado em RUSSO (1997, p. 42), “da concepção original, para o uso com ordens de produção individuais, em ambiente *job-shop*, com enfoque na administração de materiais, o sistema evoluiu naturalmente para uma integração com outras funções, agregando aplicações de finanças, contabilidade, engenharia, marketing e distribuição. Nesta evolução o sistema teve o nome alterado para *Manufacturing Resource Planning*, ou planejamento dos recursos de manufatura e ficou sendo conhecido como MRP II”.

4.2 O Sistema MRP II

Desta forma, conforme visto anteriormente, a técnica do MRP permite que as ordens de fabricação ou compra a serem realizadas, sejam determinadas para atendimento do Plano Mestre de Produção.



Através do sistema MRP, observa-se que a técnica se atém ao atendimento das necessidades relacionadas com a gestão de materiais. Por outro lado, todo o processo descritivo relatado como funcionamento passo a passo do sistema, está inserido no processo de planejamento e controle da produção.

Para RESENDE & SACOMANO (1997), o *closed loop* ("loop (ciclo) fechado") do MRP foi expandido, originando-se o que se chama MRP II - *Manufacturing Resources Planning* ou Planejamento dos Recursos de Manufatura. Desta forma, o MRP II é um sistema de informações que permite que sejam determinados todos os recursos necessários para a execução das atividades relativas a gestão da produção da organização. Apresenta-se a seguir, na Figura 4.4 o *closed loop* do sistema MRP II.

O MRP II funciona como um gerador de decisões a nível estratégico ou tático, através de relatórios emitidos, os quais permitem ações gerenciais em diferentes horizontes. Permite responder com mais segurança perguntas do tipo "o que acontece se", facilitando, portanto, a tomada de decisão.

Dessa forma, o MRP II pode ser usado como um simulador. Ajuda a antecipar o que aconteceria em futuras semanas, segundo certos planos de ação e previsões de demanda. Ele simula as necessidades e as faltas com bastante antecedência, para poder fazer algo sobre o assunto. A simulação responde perguntas sobre a necessidade de mão-de-obra, necessidades de equipamentos, disponibilidade de peças, inventários, prazos de entrega e acúmulo de pedidos.

O MRP II exige para seu funcionamento integrado, uma interação eficiente entre as áreas funcionais da empresa e o sistema. Por outro lado, essa interação exige canais de comunicações desobstruídos, com procedimentos formais e em linguagem adequada.

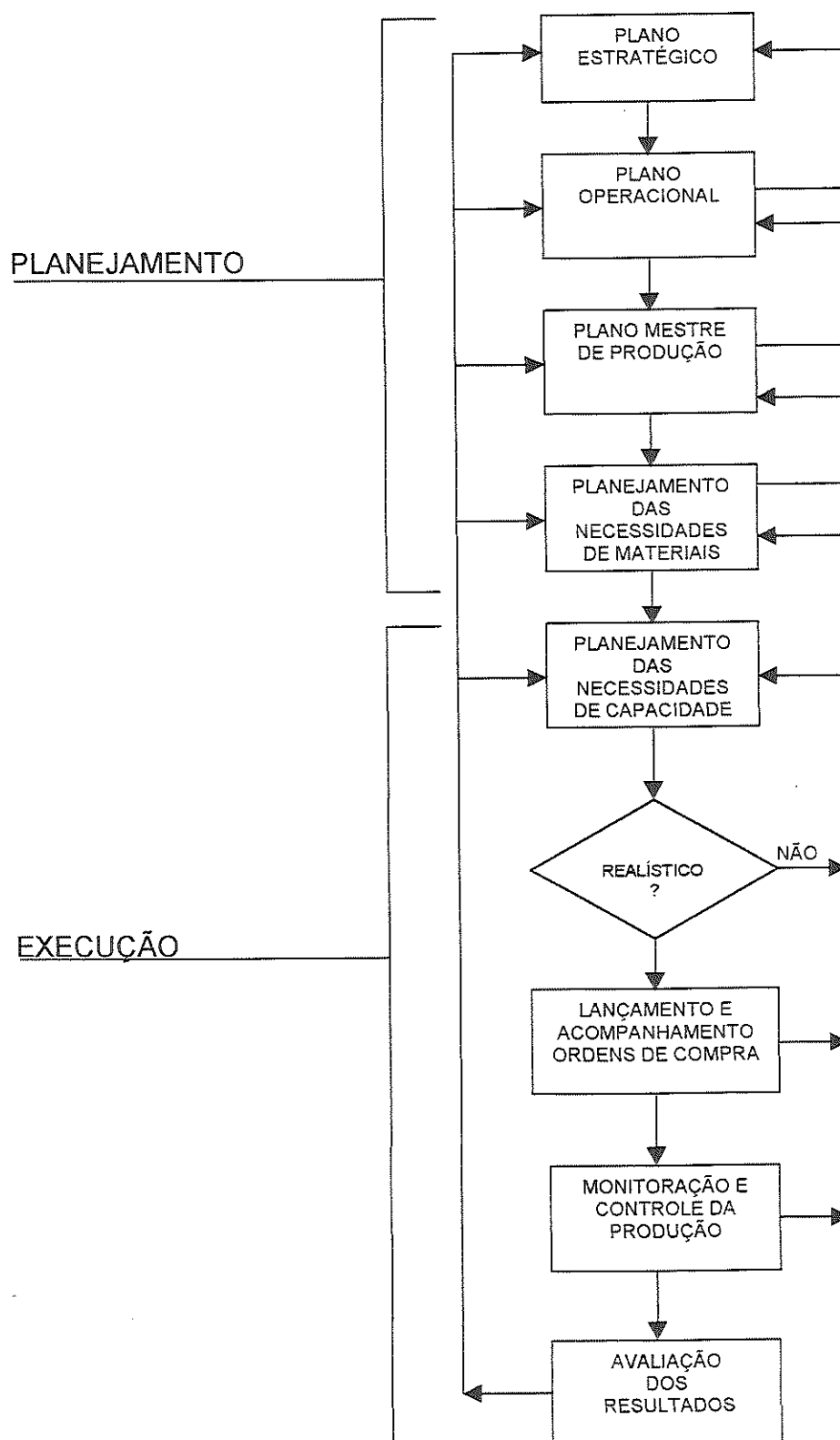


Figura 4.4 – *Closed Loop* do MRP II
 Fonte: RESENDE & SACOMANO (1997, p. 102)

A esse respeito, RESENDE & SACOMANO (1997, p. 103) dizem que "as informações devem ser precisas e o sistema deve ser alimentado no momento exato, de forma que o mesmo possa gerar outras informações que possam cumprir seus objetivos, ou seja, tomada de decisões a nível gerencial. Este pode ser considerado um ponto frágil do MRP II. Uma implementação desta natureza causa impactos significativos nas rotinas e procedimentos até então praticados na fábrica. Para implementação do sistema MRP ou MRP II é necessária uma metodologia que envolva as pessoas mais diretamente ligadas com o sistema (materiais, produção, engenharia do produto, vendas e marketing), além de uma equipe composta por pessoas das diversas áreas funcionais da organização, as quais serão responsáveis pela geração das interfaces necessárias entre o sistema MRP II e as áreas funcionais respectivas".

Segundo CORRÊA *et al.* (1999, p. 128) "o MRP II diferencia-se do MRP pelo tipo de decisão de planejamento que orienta; enquanto o MRP orienta as decisões de o que, quanto e quando produzir e comprar, o MRP II engloba também as decisões referentes a como produzir, ou seja, com que recursos", tal como ilustrado pela Figura 4.5.

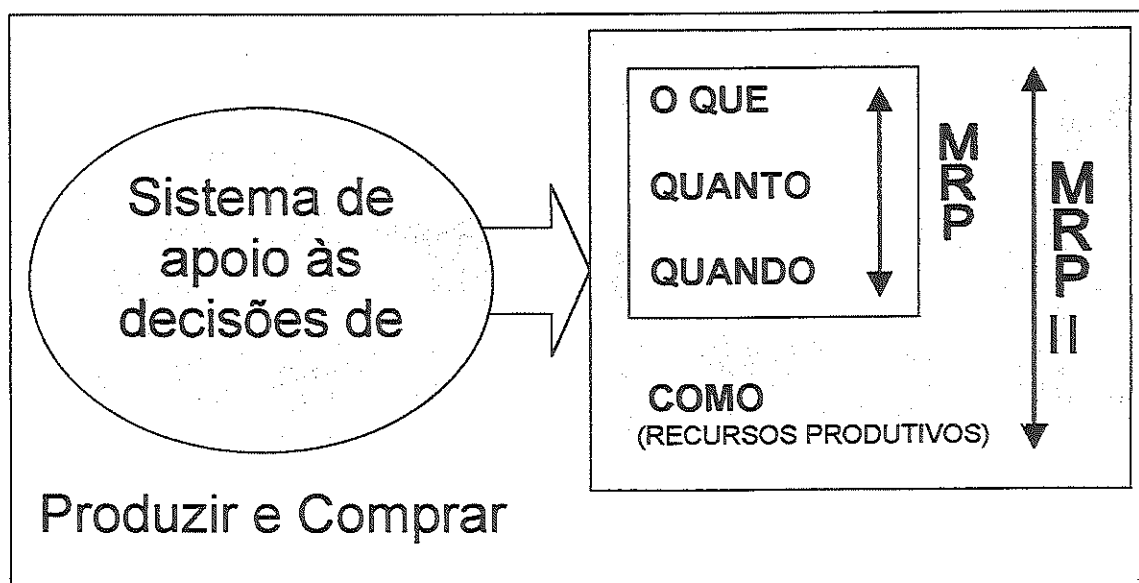


Figura 4.5 – Abrangência do MRP e MRP II
Fonte: CORRÊA *et al.* (1999, p. 129)

Ainda a esse respeito, CORRÊA *et al.* (1999, p. 128) continuam dizendo que “na verdade, o MRP II é mais do que apenas o MRP com cálculo de capacidade. Há uma lógica estruturada de planejamento implícita no uso do MRP II, que prevê uma seqüência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, visando chegar a um plano de produção que seja viável, tanto em termos de disponibilidade de materiais como de capacidade produtiva. Vimos que o cálculo de necessidade de materiais, baseado numa decisão de produção de produtos acabados, deve ser feito antes do cálculo de capacidade para que determinemos o momento e a quantidade das ordens de produção. Em caso de problemas (estouros de capacidade, por exemplo), podemos adicionar capacidade por meio de horas extras, turnos adicionais ou subcontractações, antecipar ou postergar a liberação de ordens, visando adequar o plano original do MRP a eventuais restrições de capacidade”.

4.2.1 Cadastros básicos para o MRP II

Conforme CORRÊA *et al.* (1999), os principais cadastros necessários, são:

- cadastro mestre do item, contendo informações como código, descrição, unidade de medida, data de efetividade, política de ordem, “lead time”, estoque de segurança, entre outros;
- cadastro de estrutura de produto, contendo as ligações entre itens “pais” e itens “filhos”, quantidades necessárias dos itens “filhos” por unidade de item “pai”, unidades de medida, código de mudança de engenharia, datas de início e término de validade, entre outros;
- cadastro de locais, onde são definidos locais de armazenagem dos itens, incluindo unidades fabris, departamentos, corredores, prateleiras, entre outros;
- cadastro de centros produtivos, incluindo código, descrição, horário de trabalho, índices de aproveitamento de horas disponíveis, entre outros;

- cadastro de calendários, que faz a conversão do calendário de fábrica no calendário de datas do ano e armazena informações de feriados, férias, entre outros;
- cadastro de roteiros, incluindo a seqüência de operações necessárias para a fabricação de cada item, os tempos associados de emissão de ordem, fila, preparação, processamento, movimentação, ferramental necessário, entre outros.

4.2.2 Módulos do MRP II

Esta seção baseia-se fundamentalmente em CORRÊA *et al.* (1999).

Comumente, os sistemas MRP II encontram-se disponíveis no mercado na forma de softwares para computador, que são divididos em módulos diferentes, porém interrelacionados. Desta forma são apresentados, a seguir, oito módulos (ou funções) presentes em alguns sistemas MRP II encontrados comercialmente:

4.2.2.1 MRP (*Material Requirements Planning*)

Como visto anteriormente, o MRP é o módulo que, com base na decisão de produção de produtos acabados, calcula as necessidades de materiais, ou seja, quantidades e momentos de liberação e vencimento (término) de cada ordem de produção, utilizando para isso informações do cadastro de estruturas de produtos, posições de estoque e parâmetros dos itens. É um módulo de cálculo que, além de determinar a liberação de ordens, emite relatórios de mensagens de ação, no caso de não haver disponibilidade de determinados materiais, para que o programador possa fazer os ajustes necessários na programação, apressar o recebimento de materiais, entre outras providências. O relatório de mensagens de ação permite analisar a viabilidade do plano sugerido pelo MRP, em termos de materiais.

4.2.2.2 CRP (*Capacity Requirements Planning*)

Uma vez verificada a viabilidade em termos de materiais, o plano de produção é inserido no módulo de cálculo de capacidade, denominado CRP. Este módulo utiliza informações de centros produtivos, roteiros e tempos, calculando as necessidades de capacidade para cada centro, período a período, gerando um gráfico de carga que permite identificar excessos de necessidade de capacidade (estouros) ou ociosidade, para que o programador tome as providências necessárias em caso de inviabilidade do plano: antecipação de ordens, adiamento de ordens, provisão da capacidade necessária, entre outras.

Assim, depois de verificada a viabilidade do plano em termos de capacidade, fazendo-se os ajustes eventualmente necessários, o resultado será o plano detalhado de materiais e capacidade, contendo as indicações de o que e quanto produzir/comprar em cada período.

Convém ressaltar que como os módulos MRP e CRP trabalham separadamente, fica implícito que o MRP não considera limitações de capacidade, que serão posteriormente verificadas no CRP. Dessa forma, se ajustes forem necessários em função da análise dos relatórios de capacidade, tem-se que voltar à questão de materiais, no MRP, para verificar se, por um lado, todos os componentes necessários a ordens antecipadas estão disponíveis e, por outro, se os itens cujas ordens foram postergadas não irão impedir a abertura de ordens de itens pais, podendo até afetar a produção e entrega do produto final.

É necessário, portanto, um processo iterativo de análises de materiais e capacidade que, conforme a severidade do eventual problema encontrado, pode ser simples e feito manualmente pelo programador, ou complexo, requerendo nova rodada de cálculos com o software. Em casos muito complexos, a única solução pode ser voltar ao

plano de produção de produtos finais, efetuar modificações e iniciar o processo MRP/CRP novamente.

Há três formas básicas de executar o planejamento da produção utilizando o MRP II: forma regenerativa, forma *net-change* (mudanças líquidas) e forma seletiva.

Na forma regenerativa, o sistema parte da decisão de produção de produtos acabados, explodindo as necessidades de produtos em necessidades de materiais. As necessidades líquidas são completamente recalculadas e todas as ordens de produção e compra (com exceção das ordens firmes e já abertas) são completamente regeradas. Como esse procedimento envolve um tempo de processamento considerável, a atualização regenerativa é feita tipicamente a cada semana (para situações em que as alterações no ambiente produtivo são muito freqüentes, como as indústrias com produção altamente repetitivas), quinzena ou mesmo mês (para ambientes menos dinâmicos).

A forma *net-change* permite atualizações parciais. Sempre que ocorre uma alteração com referência a um item, este é “marcado” pelo sistema, sendo que este tipo de processamento somente recalculará as necessidades e gerará ordens apenas para esses itens marcados. Com isso o tempo de processamento fica muito reduzido, viabilizando freqüentes atualizações. Normalmente as empresas utilizam-se dessas duas formas, processando *net-change* diariamente e regenerativo com a periodicidade já discutida acima.

A forma seletiva, presente em alguns softwares, permite ao programador selecionar os itens (ou níveis da estrutura de produtos) que deseja recalculiar. Essa forma é particularmente útil quando os problemas de capacidade e/ou materiais são razoavelmente complexos,

requerendo o processo iterativo com recálculos, já que o novo cálculo de um ou poucos itens é feito quase instantaneamente.

4.2.2.3 MPS (*Master Production Schedule*)

O módulo MPS, ou planejamento mestre de produção, não é um módulo essencialmente de cálculo como o MRP, mas de tomada de decisão. O MPS é responsável por elaborar o plano de produção de produtos finais, item a item, período a período, que é o dado de entrada para o MRP. A equação básica do MPS é:

$$\text{Estoque final} = \text{Produção} - \text{Previsão de Vendas} - \text{Carteira} + \text{Estoque Inicial}$$

Um dos principais aspectos do MPS é sua natureza multifuncional. Isto é notado analisando-se a própria equação básica. A decisão do plano de produção tem grande impacto no desempenho do setor produtivo, pois irá definir a necessidade de capacidade período a período, com implicações nos níveis de ociosidade, horas extras necessárias, subcontratações, etc.

Outro aspecto importante para direcionar o plano mestre de produção é o plano de produção agregado ou de longo prazo. Este plano é o resultado de outro processo dentro da filosofia MRP II, denominado S&OP (do inglês *Sales & Operations Planning*, ou Planejamento de Vendas e Operações) que será visto mais adiante.

4.2.2.4 RCCP (*Rough Cut Capacity Planning*)

O módulo RCCP, ou planejamento grosseiro de capacidade, é o responsável por fazer um cálculo de capacidade que, embora seja grosseiro, pode ser executado rapidamente. Também denominado de cálculo de capacidade de recursos críticos, o RCCP tem o objetivo de apoiar a elaboração de um plano mestre que seja pelo menos aproximadamente viável, em termos de capacidade. Aproximadamente

viável pois não é um cálculo detalhado e preciso, já que para isso seria necessário processar o MRP e o CRP, como visto.

O RCCP utiliza como dado de entrada a relação de ordens planejadas pelo MPS, transformando essa "intenção" de produção em necessidades de capacidade com base em uma lista de recursos críticos necessários ao longo de todo o processo produtivo, quer seja para produzir o produto final quer seus componentes, vinculados diretamente ao produto final e à data de sua produção (data de abertura ou fechamento da ordem). O resultado é um gráfico de carga similar ao do CRP gerado apenas para aqueles recursos considerados críticos: gargalos, recursos com alta taxa de utilização, recursos cujo aumento de capacidade é difícil, muito caro ou impossível, entre outros.

4.2.2.5 Gestão da demanda (*Demand Management*)

É mediante a função de Gestão da Demanda que a área de Vendas/Marketing insere as informações do mercado no processo de planejamento MRP II. Ela ainda inclui várias atividades, como previsão, cadastramento de pedidos, promessa de data de entrega, serviços ao cliente, distribuição física e outras atividades que envolvem contato com os clientes. Envolve também a gestão de outras fontes de demanda, como peças de reposição para assistência técnica, demanda gerada entre unidades produtivas, demanda gerada por centros de distribuição, entre outras.

A Gestão da Demanda forma com o processo MPS/RCCP um processo único e integrado, tendo como principais atores as áreas de Planejamento e Comercial, sendo que o processo Gestão da Demanda/MPS/RCCP é o responsável pela interface entre o sistema MRP II e o mercado consumidor.

4.2.2.6 SFC (*Shop Floor Control*)

O módulo SFC, ou Controle de Chão de Fábrica, é o responsável pelo seqüenciamento das ordens, por centro de produção, dentro de um período de planejamento e pelo controle da produção propriamente dita, no nível de fábrica.

As atividades do SFC começam com a liberação da ordem de produção, quando o sistema faz a alocação dos materiais a serem utilizados, descontando-os do estoque disponível. A partir daí o SFC permite que sejam informados os tempos efetivamente gastos nas operações, os materiais efetivamente utilizados, os momentos de término de cada operação, entre outros, para que possamos fazer o controle de utilização de recursos, comparando-se real e padrão, assim como acompanhar a evolução da ordem de produção ao longo do tempo, de forma a identificar possibilidades de atraso que mereçam atenção especial. Com o fechamento da ordem de produção, os itens produzidos são transferidos para o estoque, atualizando os registros do estoque disponível.

Um tipo de informação crítica para o módulo de controle de fábrica são as mudanças nos planos de materiais, como revisões de prazos e quantidades a entregar das ordens já abertas. Só de posse deste tipo de informação, o estabelecimento de prioridades locais na fábrica pode ser feito de forma precisa e eficaz. Há importantes interações entre o módulo de controle de fábrica e os módulos de planejamento das necessidades de materiais (MRP) e planejamento das necessidades de capacidade (CRP). As realimentações são de dois tipos: informações de status (posição do sistema) e sinais de alerta. Informações de status incluem onde estão as ordens, contagens de verificação de quantidades, fechamento de ordens, entre outros. Os sinais de alerta indicam possíveis inviabilidades no plano de materiais, isto é, se é possível, no nível detalhado, executar o que foi planejado de forma mais agregada.

4.2.2.7 Compras (*Purchasing*)

O módulo de Compras tem função semelhante ao SFC, controlando as ordens de compras de materiais. Este módulo faz a interface entre o planejamento e os fornecedores de componentes e matérias-primas. Sua atividade cobre negociação de programações de entrega com os fornecedores, abertura das ordens de compras, emissão e acompanhamento dos pedidos e fechamento das ordens de compras, quando do recebimento dos materiais, atualizando os registros de estoque na entrada do almoxarifado (recebimento).

Funcionalidades usuais dos pacotes de softwares são o apoio à avaliação de desempenho de fornecedores, principalmente em relação prazo e qualidade, *follow-up* de compras, avaliação de compradores e suporte à transferência eletrônica de dados (EDI).

4.2.2.8 S&OP (*Sales and Operations Planning*)

O processo de S&OP, ou planejamento de vendas e operações, trata principalmente de decisões agregadas que requerem visão de longo prazo do negócio. Estas decisões podem ser referentes a contratação e/ou demissão de mão-de-obra, aquisição de equipamentos, ampliação de linhas de produção, ativação e desativação de unidades fabris, entre outras, ou seja, decisões que exigem um prazo relativamente longo para que se tornem realidade. Todas essas decisões estão vinculadas à decisão de o que, quanto e quando produzir no futuro, relativas sobretudo a famílias ou grupos de produtos e não a produtos específicos. Da mesma forma, os períodos considerados no planejamento, normalmente, são mais agregados (meses ou bimestres, por exemplo).

Além desses aspectos, o S&OP tem outra característica importante: a integração entre diversos setores da empresa, como manufatura, marketing, finanças, engenharia de produto, logística,

num processo de planejamento que garanta a coerência das decisões tomadas por essas áreas, ao menos no nível tático.

O resultado do S&OP é um conjunto de planos coerentes que servirão de metas a serem perseguidas pelas áreas envolvidas. Os principais são:

- o plano de vendas agregado (por famílias de produtos), definindo de forma coerente com as informações do mercado e com as possibilidades de intervenção neste por parte do setor de vendas/marketing;
- o plano de produção agregado (por famílias de produtos), definido em função da política de estoques da empresa e cuja viabilidade, tanto em termos de capacidade de recursos críticos, como de disponibilidade de materiais críticos, já tenha sido devidamente analisada nos níveis de agregação coerentes com o horizonte de planejamento adotado. Este plano deverá subordinar o MPS, ou seja, o plano mestre de produção de produtos finais;
- o orçamento da empresa para o período coberto pelo horizonte de planejamento, devidamente consistente com as necessidades de formação de estoques, de produção, de aquisição de materiais, de incremento de capacidade, entre outros;
- o plano de introdução de novos produtos e desativação de produtos existentes, devidamente coerentes com os planos de vendas, produção e financeiro (orçamento).

4.2.3 Estrutura do Sistema MRP II

O fluxo de informações e decisões que caracteriza o sistema MRP II pode ser visto na Figura 4.6.

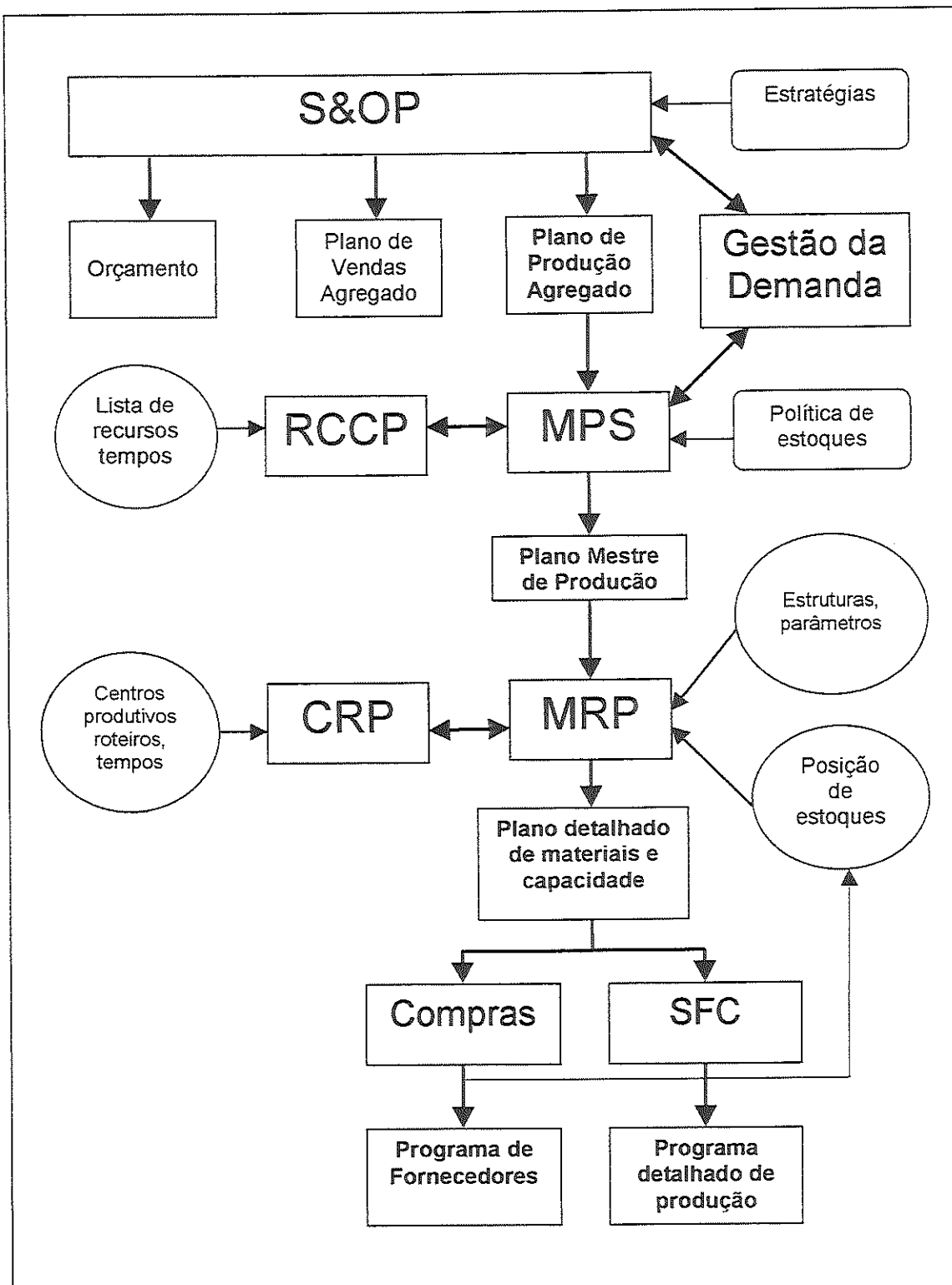


Figura 4.6 – Sistema MRP II

Fonte: Adaptado de CORRÊA *et al.* (1999, p. 146)

4.2.4 Uso do MRP II

RESENDE & SACOMANO (1997) mencionam que o sistema MRP II, analisado como evolução do sistema MRP, tem uma relação integrada com praticamente todas as áreas funcionais da empresa, a saber:

- Marketing, que investiga o mercado e atualiza a empresa em relação à demanda quantitativa de produtos;
- Vendas, que interage com o sistema através do Plano Mestre de Produção, pois a mesma traz consigo a carteira de pedidos dos produtos ou itens finais;
- Compras, que recebe os pedidos de compras através do Planejamento das Necessidades de Materiais e volta com informações relativas ao andamento das mesmas para que se possa cumprir o planejamento;
- Engenharia, que alimenta o sistema com informações relativas à estrutura do produto, rotinas de fabricação, medida da capacidade de cada centro de trabalho e medida do perfil de carga que cada produto ocupará no centro de trabalho;
- Finanças, que a partir do formalismo e rigor nas informações é possível a determinação do custo unitário de produção de cada item, beneficiando dessa forma a área financeira da empresa, pois a partir do custo unitário e considerando as previsões de vendas e carteira de pedidos, será possível chegar ao lucro bruto por produto.

Para CORRÊA *et al.* (1999, p. 148) “o MRP II é um sistema no qual a tomada de decisão é bastante centralizada, restando pouca ou nenhuma margem de manobra para quem executa as atividades planejadas, como os operadores de máquinas, por exemplo. O princípio básico é de que todos tentarão cumprir os programas estabelecidos pelo sistema da forma mais fiel possível. Isto pode ter implicações no nível de responsabilidade e comprometimento que esperamos da mão-de-obra, já que o processo de decisão é pouco participativo”.

4.2.5 Aspectos importantes do Sistema MRP II (limitações e implantação)

Baseando-se nas considerações feitas por CORRÊA *et al.* (1999), o MRP II é um sistema que pode ser considerado “passivo”, no sentido de não incluir nenhuma sistemática de questionamento e melhoria dos parâmetros necessários para seu funcionamento. Dessa forma, tempos de preparação de máquina (incluídos no tempo de ressurgimento), níveis de estoque de segurança, níveis de refugo, entre outros, são aceitos passivamente.

Considerando-se esse aspecto, é aconselhado às empresas que pretendam implantar o sistema MRP II prevejam instrumentos que assegurem o processo de melhoria contínua do sistema produtivo, fazendo refletir nos parâmetros do sistema as melhorias incorporadas. O Capítulo 7 apresenta o uso integrado do MRP II com algumas ferramentas da filosofia *Just-in-Time*.

É importante destacar que o ambiente que utiliza MRP II é um ambiente altamente computadorizado, significando que esse sistema precisa ser alimentado com informações e dados de forma sistemática (o MRP II não aceita controles paralelos) e com alta precisão, já que o sistema depende deles para seus procedimentos. Isto demanda que os envolvidos com seu uso sejam bastante disciplinados em suas rotinas de entrada de dados, o que nem sempre é fácil de obter e normalmente representa alterações na forma de trabalho das pessoas, que tendem a ser menos formais do que o necessário. Esta mudança na forma de trabalho coloca sobre as pessoas a maior parte da preocupação e atenção quando da implantação do sistema.

Outro aspecto importante se refere à adequação do sistema MRP II à empresa. Dependendo do tipo de processo produtivo (contínuo, linha, *job shop* ou por projetos), da complexidade de estruturas de

produtos e roteiros, assim como das prioridades competitivas da empresa no mercado em que atua (custo, qualidade, velocidade de entrega, confiabilidade de entrega e/ou flexibilidade), a forma de a empresa estruturar seu processo de planejamento pode ser diferente. Dessa forma, eventualmente será necessário a adequação dos procedimentos do sistema às características específica da empresa.

Assim, é possível levantar-se algumas condições imprescindíveis à uma implantação bem sucedida do MRP II:

- Compromisso, suporte e participação da alta gerência em todo o processo de implantação.
- Escolha adequada do sistema, hardware e software.
- Suporte, envolvimento e responsabilidade do usuário.
- Programa interno contínuo e amplo de ensino.
- Alto grau de precisão do inventário.
- Listas de materiais precisas e bem estruturadas.
- Sistema formal, com a definição do produto e planos para requisição de peças.
- Programa Mestre de Produção, válido com participação e apoio da alta gerência.
- Rotas precisas, definição do posto de trabalho.
- Bons conceitos organizacionais e cooperação entre os departamentos.

No sentido técnico, o MRP II não é muito diferente do MRP em ciclo fechado. A diferença real do MRP com o MRP II é a forma como a gerência usa o sistema. Com o MRP II, os sistemas operacional e financeiro formam um único sistema. Torna-se um sistema global para a empresa, responsável por várias fases da Administração.

5

SISTEMA JUST-IN-TIME

5.1 *Just-in-Time* - Origem, Princípios e Conceitos

MONDEN (1983, p. *vii*) comenta que "Taiichi Ohno, antigo vice-presidente da Toyota Motor Corp é o inventor e produtor do Sistema de Produção da Toyota. Desde quando gerente do departamento de Usinagem Honsha, de 1947-1950, até vice-presidente da Toyota em 1975, ele gradualmente defendeu seus métodos originais dentro da companhia, e finalmente, a todas as companhias do grupo Toyota".

O *Just-in-Time* (JIT) surgiu no Japão, e se difundiu nos meados da década de 70, sendo sua idéia básica e seu desenvolvimento creditados à Toyota Motor Company, a qual buscava um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo de atraso. (CORRÊA & GIANESI, 1993)

SCHONBERGER (1982, p. 20) menciona que "a idéia em que repousa o JIT é simples: fabricar e entregar produtos no momento exato a serem vendidos, submontá-los no momento de montá-los nos produtos acabados, fazer peças no momento exato de entrar nas submontagens e, finalmente, adquirir materiais no momento exato de serem transformados em peças fabricadas".

Para RESENDE & SACOMANO (1997, p. 125), "na produção JIT procura-se obter flexibilidade para o atendimento de alterações de demanda, através do fluxo contínuo de materiais, peças e componentes em processo. A redução do tempo de execução da produção é um dos pontos principais para a obtenção da flexibilidade exigida pelo sistema, pois os tempos reduzidos permitem atender com rapidez às alterações da demanda. Por outro lado, a redução do tamanho do lote acarreta também redução do tempo de execução da produção, através de reduções nos tempos de processamento do lote, redução dos tempos de espera entre processos e ainda, mudanças no *layout* com conseqüente redução do tempo de transporte".

Conforme mencionado em MOURA & UMEDA (1984) o desperdício é uma das principais causas da baixa produtividade, e Taiichi Ohno introduziu, para tanto, uma idéia bastante simples: a total eliminação de desperdícios, que para ele é tudo aquilo que não acrescenta nenhum valor ao produto. Por esta definição são considerados desperdícios:

- Estoque, que requer armazenagem, registros e movimentação extra de materiais, ameaça ao capital e alguns materiais tendem a ficar obsoletos;
- Filas de materiais, que ocupam espaço, aumentam o tempo do ciclo de manufatura e as peças podem ser danificadas;
- Produção além do programado, pois além de desnecessária, pode utilizar materiais destinados para outras peças;

- Tempo de espera do operador, enquanto uma máquina trabalha;
- Produção de peças defeituosas;
- Preparação de máquinas;
- Movimentação de materiais.

Ainda a esse respeito RESENDE & SACOMANO (1997, p. 127) mencionam que “dentro da filosofia JIT, tudo que não é produção é considerado perda e qualquer coisa além da quantidade mínima de equipamento, espaço da fábrica, materiais, peça e mão de obra que são essenciais à produção é considerado perda ou desperdício”.

Estoque do ponto de vista dos japoneses é um desperdício, desperdício de dinheiro e espaço. A eliminação de todo o estoque desnecessário é perseguido com obsessão, para tanto, os japoneses aplicam o sistema *Just-in-Time* para ter todas as peças - manufaturadas ou compradas - disponíveis na hora certa e na quantidade certa.

SCHONBERGER (1982, p. 40) diz que "o controle de estoques pelo sistema JIT gera vantagens indiretas. Sendo menor o estoque, menor será o custo dos juros sobre o capital empatado no estoque. Menos numerosos e menores serão também os armazéns, muito menor será o espaço ocupado no interior da fábrica pelos materiais em processamento, menos será a contabilização do estoque e menor será o controle físico do estoque", e continua, "vantagens secundárias do JIT, muito felizes, são a maior rapidez que confere às reações do mercado; a melhor possibilidade de previsão que proporciona e o menor volume de administração que exige".

ESCRIVÃO FILHO (1987), menciona que na produção JIT o estoque é o pior dos desperdícios, não simplesmente pelos

juros do capital empatado, mas por esconder todas as perdas que ocorrem na produção.

Para MONDEN (1984, p. 104), "a Toyota reconhece que um aumento no nível de inventário não é somente o pior fenômeno entre as várias perdas, mas é também, a origem de todas as perdas" e, ainda a este respeito, SUGIMORI *et al.* (1984, p. 123) dizem que "a razão real pela qual consideramos o estoque, resultado da superprodução, como a pior perda, é que ele esconde as causas das perdas que deveriam ser solucionadas, tais como: desbalanceamento entre operários e processo, problemas em vários processos, tempo morto dos operários, excesso de operários, de capacidade de equipamento e insuficiência de manutenção preventiva".

Considerando esta questão, é possível concluir que sendo a quantidade de estoque e o tempo de processamento variáveis e controláveis, o sistema de produção JIT revela a existência de excessos de equipamentos e operários. Através da constante redução de estoques na busca da produção unitária - ideal da produção JIT, as causas de falhas, defeitos e excessos são possíveis de serem identificadas, estudadas e eliminadas.

Desta forma, vê-se que o principal objetivo da filosofia JIT é o incremento da produtividade e a redução de custos, tendo como ação determinante o ataque a toda e qualquer forma de desperdício ou perda. (RESENDE & SACOMANO, 1997)

Portanto, no sistema *Just-in-Time* são atendidos os seguintes pontos:

- Produção comandada pelo processo posterior, o que faz com que a necessidade de fabricação fosse gerada após o consumo, na hora certa e nas quantidades necessárias;
- Produção em pequenos lotes e movimentação acelerada nas diversas fases do processo, evitando acúmulos de estoque, diminuindo gargalos criados durante a operação e tornando o setor ágil e flexível às solicitações de vendas;
- Balanceamento da produção diária dos setores de montagem, tendo como consequência o nivelamento das áreas de fabricação.

Segundo FERRO (1990, p. 2), "pensa-se a produção ao contrário, do fim para o começo. A linha de montagem final é na verdade o ponto de partida da concepção toyotista, regulando e balanceando o sistema, definindo as necessidades de materiais para os processos anteriores. O operador vai até o processo anterior pegar apenas o material e peças necessários. Evita que os problemas sejam escondidos. Eles vem a tona e têm que ser resolvidos imediatamente de modo a evitar danos maiores. Daí exigir 100% de qualidade no processo, obrigando-se a fazer certo da primeira vez. Reduz o tempo total de produção e possibilita aumentar a flexibilidade".

Alto giro significa maior flexibilidade. Alto giro exige uma operação flexível capaz de absorver mudanças nas previsões de venda, *mix* de produtos e índices de produção. Alto giro não significa necessariamente equipamento exclusivo; exclusividade é normalmente um enfoque inflexível. Contudo, a flexibilidade pode ser desenvolvida dentro de uma organização através da redução da preparação de máquinas e aplicação de tecnologia de grupo no equipamento existente, junto com a aplicação do controle estatístico do processo (CEP). Essas práticas levarão a um ambiente de alto giro.

FULLMANN *et al.* (1989) comentam que a produção *Just-in-Time* não é uma entrega adiantada nem atrasada tanto de itens fabricados quanto de comprados para os processos de manufatura. Isto significa manter vazias as áreas de estocagem de peças entre operações. Significa entregar os itens comprados diretamente à produção. Isso exige um significativo esforço para assegurar a qualidade por parte dos fornecedores e empregados para se estar o mais próximo possível de zero defeitos. *Just-in-Time* significa novos esforços para reduzir os tempos de preparação na manufatura e tempos de processamento das peças. Em resumo, o objetivo é reduzir o inventário em todos os pontos entre o recebimento de material e o despacho do produto.

Mas o JIT não pára nas peças. A filosofia também diz respeito a ferramentas, capacidade, dinheiro e energia. O JIT é uma atitude que alavanca a empresa a melhorar a flexibilidade para fazer produtos melhores, mais rápido, com mais produtividade e menos recursos.

JIT é uma filosofia que simplesmente descrita, sugere que um fabricante produza apenas o que o mercado exige e quando exige. É composto de vários elementos que, unidos produzem melhor utilização do conjunto, reduções de inventário, qualidade superior, menor custo unitário e melhor atendimento ao consumidor.

Embora muitos pensem que a produção JIT aplica-se apenas aos fabricantes em série com tempos de reposição curtos, várias produções sob encomenda podem ser convertidas (total ou parcialmente) para produção em série. A principal diferença entre produção sob encomenda e produção em série é o "Controle do Lote" *versus* "Controle do Processo". Uma produção sob encomenda faz planos, controla e estima os custos através das ordens de serviço. Uma produção em série faz planos, controla e estima os custos através da intensidade do processo.

Conforme encontrado em LOGISTICS TRAINING INTERNATIONAL (1996, p. 145), "o que é freqüentemente não realizado sobre o JIT é que ele se empenha pela simplicidade. Muitas outras técnicas evoluem ao redor do desenvolvimento de sistemas de computador. JIT não é assim. Ao mesmo tempo que os dados fazem parte do JIT, a ação está mais preocupada em assegurar que os materiais passem sem problemas pelo processo. JIT não é uma técnica ou conjunto de técnicas, mas um enfoque geral que abraça tanto idéias antigas quanto novas".

Para HUTCHINS (1993, p. 18) "há um erro conceitual comum em considerar que o JIT está relacionado com tópicos como CIM (*Computer Integrated Manufacture* – Produção Integrada por Computador), MRP II (*Manufacturing Resources Planning* – Planejamento dos Recursos de Manufatura), etc. Apesar de importantes para a eficiência industrial, esses conceitos não são de fato essenciais para a realização do JIT".

5.2 Os objetivos da Produção JIT

- Transformar matérias-primas dos fornecedores em produtos finais às mãos dos consumidores dentro de um prazo mínimo e manter um reduzido inventário;
- Reduzir continuamente os níveis de inventário, vencendo aqueles problemas relacionados com processos de manufatura que impedem operações com menor estoque possível;
- Reduzir ao mínimo os tempos de troca e ajuste de ferramentas, tornando viável a qualquer estação de manufatura a produção de uma variedade de produtos a qualquer momento;
- Reduzir o tamanho dos lotes, aumentando a flexibilidade e perseguir a meta de lotes unitários;
- Processar o material através do sistema baseado nas necessidades reais, ao invés de empurrá-lo em antecipação a elas;

- Flexibilidade de manufatura (redução do tamanho dos lotes, tempos de preparação e tempos de processo);
- Diminuição dos custos de manufatura reduzindo os lotes das operações de produção e eliminando desperdícios.

5.3 Os elementos da Produção JIT

Conforme citado em RESENDE & SACOMANO (1997), apesar de não existir nenhuma metodologia ou técnica específica acompanhando o conceito de JIT, existem vários elementos, constituídos por decisões e atividades, necessários para que se possa atingir os objetivos da produção JIT:

- "Fazer a coisa certa na primeira vez": eliminação dos defeitos nos processos manufatureiros através, dos pressupostos da qualidade;
- Carga uniforme da fábrica: balanceamento adequado de máquinas e postos de trabalho, que atua como um mecanismo de controle;
- Redução do tempo de preparação: flexibilidade na troca de ferramentas;
- Diversificação da capacidade: operários polivalentes, aptos a operarem várias máquinas com a mesma competência;
- Tamanho do lote: uma unidade de peça, correspondente ao melhor tamanho do lote;
- Controle pela visibilidade: medida de comunicação por atividade, contemplando aspectos que podem ser controlados visualmente;
- *Layout* compacto: máquinas e postos de trabalho que permitam a atuação de operário polivalente, bem como mínima movimentação de materiais;
- Manufatura celular: produção por células de fabricação, cumprindo o método de produção por fluxo unitário;
- Manutenção preventiva: ação anterior à eliminação dos defeitos, máquinas e operações perfeitas e ajustadas;
- Conveniência de uso: revisão permanente do projeto, adequando-o ao processo;

- Envolvimento do operário: através de Círculos de Controle da Qualidade (CCQ) e Atividades de Pequenos Grupos (APG's);
- Rede de fornecedores: ampliação da fábrica, com o desenvolvimento de fornecedores com as mesmas idéias;
- Sistema Kanban: sinais de reabastecimento, através dos quais se procedem as reposições de matéria-prima ou peças para todos os postos de trabalho.

A seguir são apresentados, de forma sucinta, alguns elementos importantes da filosofia JIT.

5.3.1 Limpeza e Arrumação

Os japoneses são por natureza pessoas extremamente comedidas no que diz respeito aos desperdícios e excessos, reflexo da carência do país. Esse comportamento comedido passou naturalmente a ser transferido para as fábricas através de um programa de limpeza e arrumação. A educação nesse sentido é obtida pela regra dos 4M aplicada nos diversos setores:

- Mantenha no local de trabalho somente o que necessita, removendo o desnecessário;
- Mantenha o local de trabalho limpo e arrumado;
- Mantenha os objetos necessários limpos e conservados;
- Mantenha estas regras.

Com isso consegue-se identificar a produção de excessos e os pontos de gargalo da fabricação, verificando qualquer incoerência ocorrida durante o processo.

Outro aspecto importante refere-se à ocupação dos espaços da fábrica com materiais e equipamentos velhos e obsoletos,

sendo comum às empresas esquecerem-se que existem áreas ocupadas por estes materiais/equipamentos quando ampliam sua linha produtiva.

O programa de limpeza e arrumação deve ser a base de qualquer atividade, pois contribui para a educação e conscientização dos funcionários de que é possível manter o ambiente de trabalho sempre limpo e arrumado, sem prejuízo das atividades produtivas, despertando seu interesse aos aspectos de qualidade e produtividade.

5.3.2 Manutenção Preventiva Total

Esse conceito visa eliminar as interrupções por falhas durante o uso, garantindo a disponibilidade das máquinas/equipamentos nas ocasiões necessárias.

O conceito equivocado de que a "máquina não pode parar" traz como conseqüência, o excesso de produção, gerando a formação de pontos de estrangulamento durante o ciclo de fabricação. Contrariamente, o conceito de "máquina sempre em disponibilidade" enfoca o ângulo da máxima eficiência do conjunto homem-máquina, no instante exato do surgimento da necessidade.

Programas preventivos de manutenção permitem reduzir o excesso de produção e conseqüentemente o nível de estoque de material em processo, reflexo do menor número de paradas para consertos.

Algumas ações se fazem necessárias para se chegar a esse objetivo:

- Programa rigoroso de manutenção preventiva: deve-se buscar objetivos comuns entre manutenção e produção a fim de se evitar conflitos e incompatibilidades;

- Manutenção e conservação diárias executadas pelo operador: a manutenção de sua máquina deve ser parte integrante da rotina de operação, contribuindo também para a eliminação das quebras provocadas por erro de operação;
- Operação em um único turno: a concentração das operações de emergência ou de manutenção seriam feitas após o expediente ou durante os fins de semana;
- Operação cadenciada: trabalhar abaixo da capacidade da máquina pode reduzir os desgastes e, conseqüentemente, as quebras;
- Manutenção proporcional ao tempo de uso do equipamento: máquinas mais usadas devem merecer programas especiais de manutenção.

5.3.3 Qualidade

A falta de qualidade aumenta os custos de retrabalho e substituição, interrompe as operações manufatureiras e faz com que as entregas sejam reprogramadas. Ela também aumenta o estoque quando aplicamos o "estoque de segurança", previsões de refugo, eficiências, etc.

A esse respeito, ESCRIVÃO FILHO (1987, p. 33) menciona que "é compreensível o destaque dado à função controle da qualidade no Japão, onde é inadmissível o índice aceito em empresas ocidentais de até 5% de peças defeituosas. A qualidade de conformação com índice de defeitos por milhão contra o índice de defeitos por cento no Ocidente, contribui para uma gestão da produção com características completamente diferentes. Com estoques entre postos de trabalho, setores, departamentos e até mesmo entre empresas tendendo a zero, tal gestão seria impraticável sem uma grande mudança nas funções do Controle da Qualidade, sem que o posto de trabalho anterior garanta ao posto de trabalho posterior, em uma linha de fabricação, que todas as peças produzidas não têm defeitos".

Dessa forma, a própria filosofia do JIT força uma preocupação maior com a qualidade. A ampliação do programa de qualidade desenvolvido no Japão evoluiu para o Controle de Qualidade Total, tendo a qualidade como meta principal de todos os setores da empresa.

SCHONBERGER (1982) resume brilhantemente o amplo conceito de Controle da Qualidade Total, alertando as empresas ocidentais para uma revolução na qualidade, citando que é ao setor de produção e não ao do controle da qualidade, que deve caber a responsabilidade fundamental pela qualidade dos produtos; e todo o mundo dentro da empresa, inclusive sua direção mais alta, precisa participar da melhoria da qualidade; projeto por projeto.

Através de J. M. Juran e W. E. Deming, ambos americanos, introduziu-se conceitos de estatística e qualidade no Japão. Estes conceitos de controle estatístico da qualidade (CEP) foram se desenvolvendo e simplificados até chegar à técnicas comuns para serem empregadas no chão de fábrica pelos próprios operadores da produção. Gráficos de controle são dispostos ao lado de cada máquina, sendo preenchidos e analisados pelos operadores, fornecendo subsídios para estes tomarem decisões corretivas caso haja problema no processo. Nas fábricas japonesas qualquer operador possui autoridade para interromper o processo de produção quando detectar a ocorrência de algum defeito. Assim, tenta-se identificar as causas do problema e empreender ações corretivas.

Despertou-se a nível do operário a consciência de que qualidade é responsabilidade de quem produz. "Ninguém melhor do que o operador para inspecionar seu próprio trabalho".

Algumas atitudes comportamentais, sobretudo daquelas organizações que preferem conviver com falhas durante o processo, em vez de interromper a operação para correção imediata, contribuí para criar um ambiente de desinteresse e desleixo nos níveis inferiores, inviabilizando qualquer conscientização que se queira implementar nestes níveis.

5.3.4 Troca Rápida de Ferramenta

Entende-se por Troca Rápida de Ferramenta aquela realizada em menos de dez minutos, levando-se em consideração o tempo total em que o equipamento permaneceu parado. Troca Rápida de Ferramenta não significa ritmo acelerado de quem executa a operação, mas uma série de simplificações nas diversas etapas, dividindo as tarefas e eliminando os tempos ociosos.

A redução do tempo de preparação acarreta uma diminuição no lote econômico de produção e, conseqüentemente, no inventário em processo. Se o tempo de preparação da máquina é reduzido, o custo de preparação diminui, fazendo com que o custo total passe a ser também menor, acarretando um novo lote econômico de produção.

Outro aspecto positivo conseguido com a Troca Rápida de Ferramenta é o aumento da disponibilidade para utilização do equipamento, conseqüência do menor tempo parado para a troca de ferramenta ou preparação da máquina. Considerando-se uma operação gargalo, uma hora improdutiva significa uma perda para o sistema como um todo e, conseqüentemente, redução no lucro. Dessa forma, ganhando-se uma hora na preparação de equipamento gargalo, haverá uma hora adicional para o faturamento.

O *lead time* longo aumenta o estoque em processo e faz com que as empresas que produzem para estoque fabriquem mercadorias baseadas em previsões bastantes extensas. Isto aumenta a possibilidade de erro na previsão uma vez que esta se deteriora quando o período considerado é ampliado. O resultado são estoques excessivos de mercadorias acabadas, vendas perdidas ou ambos.

A medida que o tempo de troca de ferramenta vai diminuindo, a preparação da máquina deixa de ser um fator limitante dos lotes de produção, permitindo a redução do ciclo de fabricação (*lead time*). Deste modo viabiliza-se que as trocas possam ser realizadas várias vezes ao dia sem perda de eficiência, tornando o setor de produção extremamente flexível no atendimento às solicitações de vendas.

A seguir listaremos uma série de ações que podem contribuir para a Troca Rápida de Ferramenta:

- Programação das trocas;
- Planejamento das etapas, definindo a seqüência das operações;
- Requisição antecipada da matéria prima;
- Equipamento para movimentação disponível;
- Armazém de ferramentas próximo ao local de uso;
- Sistemas de guias para posicionamento automático das ferramentas;
- Sistemas pneumáticos de fixação;
- Padronização das dimensões;
- Ferramentas seccionadas em partes.

5.3.5 Manufatura Celular

O ponto mais importante na organização de uma fábrica de manufatura é criar um fluxo na fábrica. Desta forma, o *layout* orientado para o produto é muito mais desejável do que o *layout* funcional. O último é baseado no ponto de vista aplicável antigamente quando as

instalações eram mais preparadas para trabalhar com grandes lotes de produção.

Um *layout* orientado para o produto requer a classificação de todas as famílias de peças de tal forma que elas possam fluir consecutivamente de uma máquina para outra. Para rearranjar a posição das máquinas operatrizes, um processo chamado tecnologia de grupo, é ferramenta indispensável para formar células de manufatura.

Manufatura celular é a transferência de matéria-prima, subconjuntos ou peças acabadas dentro de uma única unidade organizacional, ou uma célula de manufatura.

Na verdade, uma célula de manufatura é assim chamada, porque tem a capacidade de trabalhar apenas com uma peça de cada vez e ter um único tempo de ciclo de trabalho em cada.

As fábricas japonesas são orientadas em função do produto, um grupo de operários completam todas as operações necessárias a um produto. Esse processo envolve grupos de equipamentos de uma série de máquinas individuais com diferentes funções para que possam operar similarmente como uma linha de montagem.

Tecnologia de Grupo é um instrumento primário para a redução do tempo de preparação e obtenção de uma produção eficiente, constituindo-se num dos mais importantes passos para conseguir produção *Just-in-Time*.

Na prática da Tecnologia de Grupo, um grupo de máquinas para a produção de uma ou mais famílias de peças, pode ser formado tal que ele possa realizar todas as operações requeridas pela

família ou famílias de peças. As máquinas são arranjadas em uma semi linha para minimizar distâncias de transportes e problemas de espera.

Uma família de peças pode ser definida como um grupo de peças que tem alguma semelhança e similaridade especificadas. As peças são consideradas serem similares com relação às operações de produção quando as mesmas máquinas e processos são usados e o tipo, requisitos de seqüência e ferramental são similares. No agrupamento das peças em famílias, o número de peças e sua freqüência de fabricação deve ser levado em consideração. Quanto maior a similaridade de requisitos de fabricação e freqüência do lote, mais efetivo é a formação da família de peças para aplicações práticas do conceito de Tecnologia de Grupo, na formação de grupos de máquinas ou células e na programação para seqüenciamento e carregamento de máquina ótimo.

O *layout* deverá remover obstáculos geográficos para operação JIT. O ideal é que as peças sejam fabricadas e montadas no ponto de uso *Just-in-Time*.

5.3.6 Operador Multifuncional

As indústrias japonesas desenvolveram um sistema de disposição física dos equipamentos, onde as máquinas são arranjadas dentro da seqüência de operação de um determinado produto, caracterizando o chamado "*layout* por produto", possibilitando a um só funcionário operar mais de uma máquina.

Portanto, o operador multifuncional é aquela pessoa que vai operar, dentro de uma célula de produção, desde o mais simples até o mais complexo equipamento. Este profissional surgiu como conseqüência das etapas de implantação do JIT, como tecnologia de grupo e manufatura celular.

Para o operador polivalente ou multifuncional deve existir uma política flexível que proporcione rodízio entre as diferentes tarefas, não havendo funções rígidas e especializadas. A implantação de um programa de Operador Polivalente deve ser acompanhado de intenso treinamento e cursos, a fim de desenvolver qualificações que tornem o indivíduo apto a operar diversos equipamentos. Esse treinamento deve incluir conhecimentos sobre manutenção preventiva e corretiva, controle da qualidade, limpeza, transporte de materiais, preparação do equipamento, entre outras atribuições.

É fundamental que as empresas, do mesmo modo como buscam o aumento de eficiência da mão-de-obra, procurem ampliar seu mercado para absorver os ganhos de produtividade, sem necessidade de reduções no efetivo, realocando seus funcionários de forma a evitar insegurança e desmotivação. Relacionar aumento de produtividade com objetivo de demissão de pessoal inviabiliza qualquer programa.

5.3.7 Lotes Pequenos de Produção

Através do aprimoramento das técnicas produtivas, os japoneses tornaram econômica a produção de pequenos lotes, contrariando a clássica teoria de que os altos custos de preparação de máquinas deveriam ser compensados por grandes lotes de fabricação.

A produção em lotes pequenos contribui para descongestionar as áreas de fabricação, eliminando gargalos e possibilitando ao setor produtivo um rápido atendimento às necessidades do mercado, transformando a fabricação num sistema extremamente flexível.

Pode-se, ainda, citar-se outras vantagens da produção em lotes pequenos:

- Controle das quantidades produzidas;

- Melhor qualidade e redução das sucatas;
- Melhor atendimento à programação;
- Facilita a descoberta de peças defeituosas antes que lotes inteiros com defeitos sejam produzidos.

5.3.8 Nivelamento e Seqüenciamento da Produção

Deve-se ressaltar que o balanceamento das quantidades nas linhas de produção em pequenos lotes se faz necessário, uma vez que os níveis de estoque mantidos ao longo do funcionamento do sistema não suportam grandes variações de consumo num tempo relativamente curto. Conseqüentemente, poderiam ocorrer interrupções nas linhas de montagem, elevaria-se a níveis indesejados os estoques.

O seqüenciamento da produção é importante pois permitirá a produção de produtos diferentes alternadamente. No sistema JIT, a linha de montagem ideal consegue produzir diferentes modelos com pequena variação do volume da produção.

Supondo-se uma fábrica que produza 1.000 unidades/mês, sendo 500 unidades do modelo X, 250 do modelo Y e 250 de Z, é comum que ela produza todos os itens X, para somente depois produzir Y e Z, tendo um seqüenciamento do tipo X X X X Y Y Z Z, onde o produto X (supondo 20 dias no mês) é produzido nos 10 primeiros dias do mês. O produto Y, nos 5 dias seguintes, e C nos últimos 5 dias.

No sistema JIT, os modelos X, Y e Z passam a ser fabricados diariamente, obedecendo uma seqüência do tipo: X Y X Z X Y Z X. O tempo necessário para produzir X é de 50% das horas diárias, o produto B é 25% e, C é 25%. Se houver variação na demanda esse esquema é mais fácil ajustar esse seqüenciamento às necessidades atuais.

Outras vantagens indiretas podem ser mencionadas:

- Facilidade em se mudar a programação da produção;
- Estoques de produtos acabados ou em processo não se acumulariam;
- Redução do espaço físico, dos custos financeiros, da burocracia, dos desperdícios;
- A produção diária seqüenciada se aproxima dos produtos vendidos no mesmo dia;
- Menor sobrecarga da máquinas, reduzindo-se os gargalos do processo.

5.3.9 Kanban

Por tratar-se de um elemento que chega a confundir-se com o próprio sistema JIT, o Sistema Kanban será discutido posteriormente, no capítulo seguinte.

5.3.10 Fornecedores

Just-in-Time começa e deve ser praticado, em primeiro lugar, dentro da empresa, no ambiente de produção, para depois ser estendido aos fornecedores.

Objetiva-se integrar o fornecedor às atividades internas da fábrica, no que se refere à quantidade, pontualidade e qualidade. Busca-se uma relação de apoio técnico, cooperação e confiança com os fornecedores. Caracteriza-se por entregas de materiais mais freqüentes e em menores quantidades. O fornecedor deve responsabilizar-se pela boa qualidade e pela pontualidade das entregas, evitando, assim, paradas nas linhas de montagem ou na produção, podendo entregar estes materiais diretamente na linha sem prévias inspeções.

SCHONBERGER (1982) define as seguintes características das Compras JIT:

- Poucas fornecedoras;

- Fornecedoras próximas;
- Fornecedoras estimuladas a praticar compras pelo sistema JIT junto às suas próprias fornecedoras;
- É desejável ritmo regular de produção pelo fornecedor;
- Entregas freqüentes de pequenas quantidades;
- Contratos a longo prazo;
- Mínima papelada de entrega;
- Especificações mínimas;
- Fornecedoras estimuladas à reduzir o tamanho dos lotes que produzem;
- Fornecedoras estimuladas à despachar quantidades exatas;
- Fornecedoras estimuladas à cumprir exigências relativas à qualidade;
- Relações estreitas entre equipes de Controle da Qualidade da empresa compradora e da fornecedora;
- Fornecedoras estimuladas a controlar o processo e não a inspecioná-lo;
- Emprego ativo da análise de valor para capacitar as fornecedoras a ter preços competitivos;
- Grupo de fornecedores distantes;
- Programa de transporte das mercadorias a receber;
- Oposição da fábrica à integração vertical e à conseqüente extinção dos negócios com a fornecedora;
- Controle de recebimentos procurando usar veículos das empresas, contratos de transporte e armazenagem tentando juntar os dois, ao invés de usar empresas transportadoras.

O sistema de fornecimento JIT leva à uma série de vantagens:

- Menor custo de inventário;
- Menor custo de refugos, onde os defeitos são detectados no momento de fabricação;
- Mínima necessidade de inspeção (de lotes), desde que o controle é aplicado;

- Alta qualidade de peças compradas e produzidas;
- Redução de retrabalho e refugos;
- Poucas esperas devido a freqüente entrega de peças.

A relação entre a empresa e seus fornecedores é vantajosa. Quando o fornecedor de uma companhia opera eficientemente, a própria empresa se beneficia e conseqüentemente seu cliente. Os japoneses têm trabalhado visando um sistema onde a eficiência total da indústria seja aperfeiçoada por todos os membros envolvidos na sua especialização, mas trabalhando em conjunto com os outros membros. Os fornecedores não podem fazer grandes melhorias nas suas operações se estas devem reagir constantemente às mudanças solicitadas pelos clientes.

5.4 Implantação

Uma empresa que deseja implantar o método JIT o deverá fazer gradualmente. A empresa pode começar com um só produto ou com uma só linha operacional e integrar o método a todas as peças.

Faz sentido, portanto, começar com uma meticulosa supervisão e reexaminar os processos estabelecidos em detalhes. Faz sentido também, começar com a montagem final e então retroceder pelo sistema. Se as necessidades de material na montagem final não estão sincronizadas, será impossível a produção dos componentes ao nível de alimentação dos centros de trabalho.

Outro aspecto que deve ser ressaltado é o treinamento. O treinamento deve ser a base de qualquer programa de melhoria da qualidade e produtividade. Ele deve abranger todos os níveis da empresa, desde a diretoria até o chão de fábrica. Dessa forma busca-se o envolvimento, a motivação e, principalmente, a participação daquelas pessoas ligadas ao processo de mudanças.

A aplicação do JIT convencional encontrará duas barreiras, conforme segue-se:

- Eliminar as barreiras físicas; melhorar a flexibilidade e capacidade de processamento, reduzindo-se a preparação, nivelando-se a produção e dinamizando-se o fluxo de materiais. O aumento da confiabilidade do processo, através de programas eficientes de qualidade e manutenção, se faz essencial;
- Instituição do sistema Kanban, sistema de "puxar", a fim de solucionar as necessidades de informações sobre o JIT.

A seguir relaciona-se uma série de passos para a introdução do Sistema *Just-in-Time*:

- 1- Conscientização da Direção, principalmente os setores não envolvidos diretamente;
- 2- Elaboração de uma estratégia, planos, cronogramas, etc.;
- 3- Autorização da Diretoria;
- 4- Estabelecer uma boa relação de trabalho com os funcionários. O Programa não terá sucesso algum sem um bom líder ao nível da fábrica. Isto significa que um mínimo de funcionários devem ter: emprego garantido; compreensão do programa; participação na melhoria (aperfeiçoamento);
- 5- Seleção de uma área relativamente simples, mas que dê resultados apreciáveis;
- 6- Cálculo das necessidades dos kanbans, considerando o consumo, o tempo de processamento, o tempo de fila, o tempo de preparação de máquinas e um pequeno coeficiente de segurança;
- 7- Elaboração dos kanbans de acordo com as necessidades, porém, o mais simples possível;
- 8- Execução de uma análise de problemas potenciais, tais como: *layout*, preparação de máquinas; espaço; movimentação de materiais; etc.;

- 9- Tome ações antecipadas, antes que estes problemas ocorram.
Pergunte: O que pode sair errado?;
- 10-Reuna todas as pessoas envolvidas. Explique, treine, simule, crie um clima favorável e motive as pessoas a resolverem os problemas que irão surgir;
- 11-Implante os kanbans nos centros de produção;
- 12-Acompanhe, por um bom período de tempo, antes de passar para outra área;
- 13-Amplie o alcance da instalação após o sucesso do projeto piloto;
- 14-Amplie o projeto a outras áreas assim que se interessarem pelo JIT/Kanban e desejarem experimentá-lo;
- 15-Convide alguns fornecedores significativos a visitar a fábrica. Conscientize-os das vantagens e motive-os a introduzir em sua instalações.

Resumidamente, FINCH&COX (1986), WANTUCK (1989) e FUNK (1989), citados em PIRES (1995), destacam alguns pontos importantes para a adequação dos sistemas JIT:

- Fábrica focalizada, ou seja, para um *mix* reduzido de produtos;
- Redução dos tempos de preparação de máquinas, para viabilizar a produção em lotes mínimos. Num sistema JIT, o lote de produção ideal é o unitário;
- Utilização da Tecnologia de Grupo e de arranjos físicos celulares;
- Utilização de sistemas de manutenção preventiva total;
- Utilização de mão-de-obra multifuncional;
- Utilização de cargas de trabalho uniformes e operações padronizadas;
- Sistema de compras JIT, ou seja, receber o item certo, na quantidade certa, no prazo certo e na qualidade certa, com um número mínimo de fornecedores;
- Produção puxada e controlada através de cartão (sistema Kanban);
- Qualidade (conformação) com o objetivo de zero defeitos.

Segundo FERRO (1990, p. 5) "a chave é a preparação e conscientização adequada do pessoal, de alto a baixo da organização. Deve-se procurar começar pequeno, em locais onde haja maior interesse e motivação, menor resistência a mudanças, bom clima, etc."

JIT é uma filosofia de operação de toda a empresa para crescimento, sobrevivência e perfeição a longo prazo, em vista da concorrência mundial. Ele incorpora campanhas simultâneas contra o desperdício e para a flexibilidade necessária para responder às mudanças das condições do mercado. Direções específicas implícitas no JIT incluem esforços contínuos para reduzir os defeitos, inventários, necessidades de espaço de produção e mão-de-obra no produto final.

6

KANBAN

6.1 O Sistema Kanban

Kanban é uma técnica japonesa de gestão de materiais e de produção no momento exato (*Just-in-Time*), que é controlado através do movimento de cartão (kanban). O sistema Kanban é um método de "puxar" as necessidades de produtos acabados e, portanto, é oposto aos sistemas de produção tradicionais. É um sistema simples de autocontrole no nível de chão-de-fábrica, independente de gestões paralelas e controle computacional.

Segundo RESENDE & SACOMANO (1997, p. 156) "a tradução literal da palavra Kanban é 'anotação visível' ou 'placa visível' e é comumente conhecida como placa ou cartão. Dessa forma o sistema Kanban, ao informar visualmente os postos de trabalho, a necessidade ou não de produzir determinadas peças, submontagens ou montagens, possibilita controle visual, característica da produção JIT. Nestas condições,

o Kanban é um sistema de informação para controlar harmoniosamente as quantidades de produção em todas as fases do processo”.

Para MOURA & UMEDA (1984) *Just-in-Time* é uma filosofia completa, enquanto Kanban é uma técnica de “puxar”, ou seja, a reposição de peças ou produtos, que define o fluxo de materiais ao longo do processo de produção, tem origem no consumo dessas peças ou produtos em uma etapa posterior, que serve de sinal para a produção/aquisição do item, “puxando” a necessidade de reposição na etapa anterior. Dessa forma, o Kanban constitui-se em um dos elementos do JIT.

PIRES (1995, p. 148) menciona que “o Kanban consiste num sistema de controle da produção bastante simplificado (comparativamente ao MRP II) e que tem como princípio ‘puxar’ a produção, ao invés dos sistemas convencionais que ‘empurram’ a mesma. Nesse sistema é a área de montagem que inicializa o processo produtivo, ao invés das tradicionais áreas de corte de matéria-prima. Isso cria um processo em cadeia onde os centros produtivos assumem também a responsabilidade de cobrar e buscar os materiais nos centros produtivos que são seus fornecedores”.

Controlar visualmente tudo o que está acontecendo na produção é uma das chaves do sistema Kanban. Este sistema é, basicamente, um método manual de administração de materiais e controle da produção. O sistema assegura que a linha de produção fabrique apenas as peças ou componentes que devem ser usados pelo próximo passo da produção. A produção só opera quando o processo seguinte usar todo seu suprimento de peças à mão.

No sistema Kanban cada tipo de peça ou cada número de peça tem sua caixa (contenedor) especial, destinada a conter

determinada quantidade de peças daquele número, de preferência uma quantidade bem reduzida. Associados a cada caixa, encontram-se os cartões Kanban.

O princípio do sistema Kanban é assumir que o custo de *setup* e de produção são insignificantes, e que o tamanho de lote ótimo para qualquer componente é igual ao número de componentes por unidade de produto montado. O sistema não tolera peças defeituosas se avançando pelos processos produtivos. Atenção deve ser dedicada ao controle da qualidade e melhoramento do processo, identificando e eliminando as causas de não conformidades. Alcançar o objetivo de "Zero Defeito" é uma das metas que deve ser continuamente perseguida.

O Kanban tem suas raízes na motivação do empregado e pressupõe que os empregados irão ter um desempenho melhor quando lhes forem confiadas maiores responsabilidades e autoridade. Cada empregado do JIT/Kanban tem o direito de parar a linha de montagem quando ele está atrasado ou descobre uma peça ou submontagem com defeito. A abordagem também pressupõe que os empregados irão ajudar outras pessoas quando elas se atrasam e que cada pessoa é capaz de fazer tipos diferentes de serviços.

Os empregados são motivados a implantarem suas próprias sugestões com o Kanban, sendo que a maioria das empresas que usam o Kanban também tem Grupos de Melhoramentos ou APG's - Atividades de Pequenos Grupos - que trabalham para reduzir o tamanho do lote, o *lead time* e o tempo de preparação, para ajudar a resolver os problemas e para minimizar as perdas com refugos.

Kanban é um método que reduz o tempo de espera, diminuindo o estoque e melhorando a produtividade interligando todas as

operações num fluxo uniforme ininterrupto. O principal objetivo: conversão de matéria-prima em produtos acabados com tempos de espera iguais aos tempos de processamento, eliminando todo o tempo em fila para o material e todo o estoque ocioso. (MOURA & UMEDA, 1984)

Para MONDEN (1983), o Sistema Kanban é baseado no seguinte:

- Produção Nivelada;
- Redução de tempo de preparação;
- Layout das Máquinas;
- Padronização dos Trabalhos;
- Aperfeiçoamento das atividades;
- Automação.

Continuando, MONDEN (1983, p. 4) afirma que "a Regulagem da Produção (nivelamento) é a condição mais importante para a produção por Kanban e para a minimização de intervenções de pouca atividade, em consideração à mão-de-obra, equipamentos e materiais em processo: esta é a base do Sistema de Produção Toyota".

A ocorrência de flutuações na retirada de peças pelo processo subsequente, de acordo com o tempo ou quantidade, obriga o processo precedente a preparar inventários, equipamentos e mão-de-obra que forem necessários para adequação aos picos nas variações de demanda. A fim de realizar a produção nivelada, é necessária a redução do tempo de execução da produção para prontamente e convenientemente produzir uma variedade de produtos. Então a redução no tempo de execução precisa reduzir o tempo de preparação para minimizar o tamanho do lote.

Na fábrica, quem determina o ritmo e as quantidades que devem ser produzidas por todas as demais seções é a montagem (o

comprador final). É a montagem que recebe a programação diária de produtos a serem executados, fazendo por sua vez requisições às seções antecedentes, e estas até o almoxarifado de matérias-primas.

6.2 Mecanismo de Funcionamento

O sistema Kanban é um sistema baseado no uso de dois cartões: um de movimentação e outro para ordem de produção. A capacidade da fábrica aumenta ou diminui de acordo com o número de cartões Kanban ao nível da fábrica. O propósito do sistema é mostrar um reduzido fluxo na fábrica via cartões e através do acréscimo ou retirada de cartões ajustar ou solucionar um problema básico na produção.

Nesses sistemas onde são empregados dois tipos de cartões, o de movimentação e o de produção, o mecanismo de funcionamento é o seguinte: quando um contenedor de peças é selecionado para uso num ponto de entrada, o cartão de movimentação é retirado do contenedor e levado ao ponto de saída do centro de produção precedente como uma autorização para apanhar um outro contenedor de peças. Da mesma forma, quando um contenedor de peças é retirado de um ponto de saída, o cartão de produção é retirado e é fixado como uma autorização para produzir um contenedor padrão de peças substituindo o requisitado. Ambos os tipos de cartões kanban são fixados nos contenedores padronizados usados para o transporte de peças.

Assim, conforme CORRÊA & GIANESI (1993, p. 94) “o kanban de transporte circula entre os postos de armazenagem de dois centros de produção contíguos. O kanban de produção circula entre um centro e seu posto de armazenagem respectivo”. A Figura 6.1 ilustra um esquema simplificado desse fluxo.

Nem todas as empresas implementaram totalmente o sistema Kanban de duplo cartão da Toyota. O que muitas possuem é o sistema Kanban com um único cartão, sendo este um kanban de produção. É fácil iniciar com um sistema com dois cartões e depois retirar um kanban de movimentação, se isto parecer vantajoso. Neste caso, o mecanismo de funcionamento do sistema Kanban é simples: as peças são mantidas apenas em contenedores padrões e apenas um cartão acompanha cada contenedor. Os contenedores com peças seguem até o ponto de entrada de estoque com os cartões de movimentação afixados. Quando um desses contenedores é selecionado para uso, o cartão de movimentação é retirado e enviado ao centro de suprimento para autorizar a reposição.

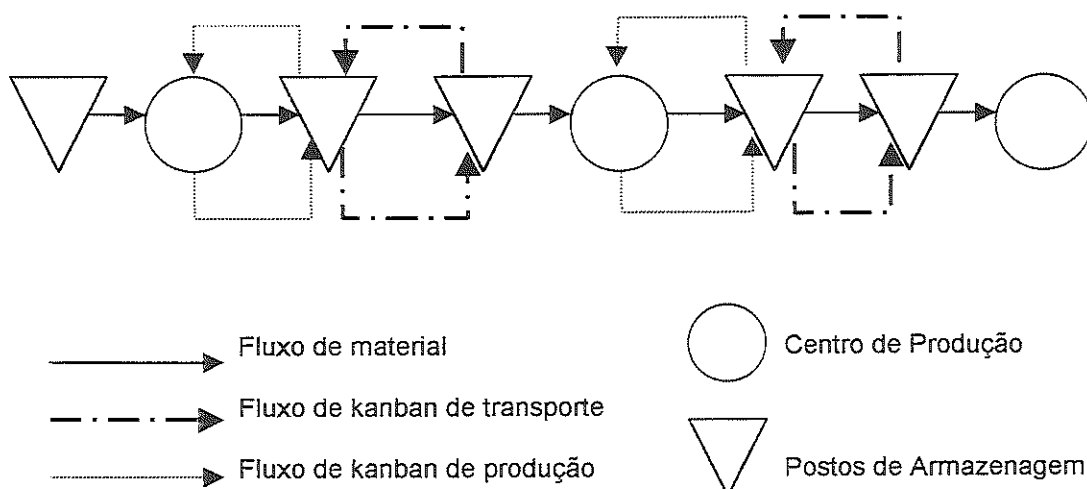


Figura 6.1 – Esquema simplificado do fluxo de kanban
 Fonte: CORRÊA & GIANESI (1993, p. 94)

Num sistema JIT, o máximo de inventário entre dois postos de trabalho é determinado pelo número de cartões Kanban e pela quantidade de cada contenedor. Este inventário geralmente é suficiente para algumas horas de suprimento, mas as quantidades podem ser ajustadas conforme a necessidade, acrescentando-se ou retirando-se cartões kanban.

Decorrem do sistema Kanban duas situações típicas:

- 1- O painel porta-kanbans estando cheio de kanbans de produção significa que houve um consumo (puxada) de um item, e ainda não houve reposição (produção) do mesmo item no "supermercado", e isto acusa um sinal de alerta ou prioridade. Quando este fato ocorre, cabe ao supervisor identificar as causas que levaram o Kanban a atingir tal nível: falta de material, falta de energia elétrica, máquina em manutenção, ausência do operador, máquina ou processo fora de controle, um pico de demanda (consumo maior que a capacidade de reposição do supermercado). Se o inventário (estoque no supermercado) é elevado, os problemas acima não podem ser identificados adequadamente. Somente quando existe uma queda no nível de estoque é que os problemas aparecem e devem ser identificadas as causas.

- 2- O painel está vazio de kanbans de produção, caso em que não deverá haver superprodução apenas para manter uma máquina ou homem ocupado, onde consome-se (desvia) matéria-prima com a intenção (previsão) de produzir um produto que ficará estocado, enquanto a mesma matéria-prima poderia ter permanecido em estoque em sua forma primária, para estar prontamente disponível quando houver uma encomenda. Neste caso, a mão-de-obra poderia ser envolvida em Atividades dos Pequenos Grupos (APG's) de melhoramentos, formados pelos operários disponíveis que, em equipe ou individualmente:
 - aprenderão a operar outras máquinas (polivalência);
 - poderão ser transferidos (permanentemente ou temporariamente) para outros setores ou linhas de produção;
 - aprenderão a fazer trocas rápidas e ajustes de ferramentas em máquinas, melhorando as técnicas de preparação de máquinas com o intuito de reduzir o tempo de *setup*;

- aprenderão a fazer o controle estatístico de qualidade no processo (CEP);
- identificarão as causas que levaram determinados itens a uma situação crítica no painel de kanbans (painel cheio);
- identificarão as causas da ocorrência de defeitos e refugos em certas peças;
- aprenderão a fazer pequenas manutenções em máquinas;
- desenvolverão técnicas e métodos de melhorias do posto de trabalho.

O Kanban é um sistema de ponto de pedido com estoques tendendo a um mínimo. Sempre que um contenedor com peças ou materiais é expedido, o item é encomendado imediatamente. O estoque está sempre disponível, antecipando-se ao pedido do centro seguinte de trabalho. Sob este aspecto, o Kanban é um sistema de planejamento de "empurrar".

O uso de cartões Kanban agiliza o movimento de serviços na fábrica assim como para pedir novamente componentes usados repetidamente. Os centros consumidores pedem mais materiais dos centros fornecedores, o que torna o Kanban um sistema de "puxar" para movimentação de material.

Não obstante, se o tempo de fila ou a ineficiência do posto de trabalho forem muitos altos, ou se o tempo de produção de cada unidade for excessivo, a quantidade de material em processo (supermercado) autorizada pelo Kanban poderá também ser excessiva. O tempo de fila é função do número de produtos produzidos no posto de trabalho, do tamanho do contenedor, tempo de processo e tempo de preparação de cada um desses produtos. O número de produtos é mais uma questão de capacidade, mas todos os outros elementos do tempo de fila estão relacionados ao processo de manufatura. A não ser que sejam

reduzidos a um nível mínimo aceitável, o Kanban exigirá um excessivo investimento em inventário. O fator de eficiência também é função do processo de manufatura. Seu principal elemento é a qualidade, fazendo a coisa certa da primeira vez sem refugo ou recuperação. Um fator de eficiência diferente de zero age como um estoque de segurança, cria inventário antecipado a problemas "incontroláveis".

Portanto, o objetivo não é só reduzir os níveis de estoques: é uma estratégia para possibilitar uma melhoria tanto na produtividade quanto na qualidade do produto.

A promoção da produtividade através da dinamização do fluxo de produção é a função mais importante do Kanban. Dessa forma é necessária uma grande dinamização desse fluxo antes do procedimento de cartão poder funcionar no seu modo mais básico. Somente após uma grande mudança, os cartões são usados para estimular a produtividade da seguinte forma, pela ordem:

- Iniciar o processo distribuindo os cartões;
- Verificado que uma peça poderia operar com menos inventário, retira-se alguns cartões do sistema (aqueles que não têm movimento);
- Cabe à supervisão e aos operários promoverem mudanças (mudanças dos procedimentos de trabalho, do equipamento ou alterações na seqüência do programa diário) para que possam operar sem dificuldade a um nível reduzido de cartões kanban (inventário);
- Após a redução no inventário ter sido consolidada através das melhorias, o ciclo se inicia novamente com a retirada de um ou dois cartões de circulação.

São necessárias algumas condições para o sistema Kanban funcionar. Cada centro de produção deve ser capaz de se adaptar rapidamente para fabricar qualquer número de peças necessário. Os contenedores padrão devem ser usados para evitar os erros de contagem e

perda de tempo. Exige-se muito esforço para converter os centros de produção numa espécie de rede balanceada que permitirá o funcionamento do Kanban.

6.3 Seleção dos itens para o Kanban

O controle dos itens que serão produzidos conforme o sistema Kanban não deve ser estendido a todos os itens fabricados. Estima-se que se o cartão kanban controlar de 10 a 20% do itens de maior atividade, estará abrangendo 70 a 80% do valor dos estoques (analogia com a classificação ABC de materiais). Isto trará benefício significativo em relação ao giro do inventário em processo.

Além disso, o sistema se mostrará mais eficiente quando os itens controlados possuem alta atividade, repetibilidade e pequena variação nas quantidades consumidas.

Sendo o Kanban baseado na redução dos custos de preparação de máquinas (*setup*) e conseqüente redução do lote econômico de produção, RIBEIRO (1984) propõe que a escolha dos itens para aplicação do sistema Kanban deve basear-se em dois indicadores:

- Coeficiente de Repetibilidade

(X / Q): é a relação entre o valor médio do consumo das peças, em dez dias (X) e o valor do lote econômico de produção (Q).

- Coeficiente de Variação

(S / X): é a relação entre o valor do desvio padrão do consumo das peças em dez dias (S) e o valor médio deste mesmo consumo (X).



É desejável, portanto, que os itens escolhidos para o Kanban devam ter alto coeficiente de repetibilidade ($X/Q > 1$) e baixo coeficiente de variação ($S/X < 1$), significando respectivamente:

- Quanto menor o lote econômico de produção relativamente ao valor médio do consumo, mais se justifica o uso do sistema;
- Quanto menor a variação do valor médio do consumo em relação ao valor médio, mais se justifica o sistema, não devendo o desvio padrão exceder ao valor médio do consumo.

6.4 Determinação do número de cartões kanban

A quantidade de estoque de cada peça é igual ao número de cartões kanban distribuídos para aquela peça vezes o número de peças em cada contenedor padrão, sendo o número de contenedores padrão igual ao número de cartões kanban para aquela peça.

A quantidade representada pelo cartão e o número de cartões kanban estão diretamente relacionados com o tempo de reposição dos lotes e com a velocidade de consumo destas peças pela linha de montagem, devendo-se procurar o perfeito balanceamento entre produção e consumo.

Várias são as fórmulas matemáticas para a determinação do número de cartões kanban, entretanto a mais usada e indicada é aquela proposta por MOURA & UMEDA (1984); RIBEIRO (1984); FULLMANN *et al.* (1989) e CORRÊA & GIANESI (1993):

$$K = \frac{D (T_e + T_p) (1 + a)}{c}$$

Onde:

K = Número total de cartões kanban

D = Média de produção por dia. É obtida através do nível de programa

mestre mensal, ou programas de peças derivados dele.

Te = Tempo de espera, ou tempo do ciclo do cartão de movimentação, tempo necessário para um cartão completar o circuito entre o ponto de suprimento e o ponto de uso da peça (tempo na fila para uma peça em frações decimais de um dia).

Tp = Tempo de processamento necessário para um cartão de produção completar o ciclo através do centro de produção da peça. Este inclui todo o tempo para preparação, operação, inspeção, preparação do material (tempo necessário para fabricar um contenedor de peças em frações decimais de um dia).

c = Número de unidades de peças colocadas em cada contenedor padrão.

a = Um coeficiente de segurança. Uma política de variação determinado de acordo com a eficiência das estações de trabalho que produzem e usam as peças. É um fator determinado por uma avaliação administrativa.

Revisões periódicas e sistemáticas devem ser feitas a fim de atualizar e corrigir os elementos necessários ao cálculo do número de cartões kanban. Se a demanda mensal variar todo mês, o número de kanbans deve ser mudado proporcionalmente. Se o material em processo cresce, o posto de trabalho deve produzir contenedores suficientes além da demanda para atender a necessidade extra. Se o material em processo diminui, a produção deve ser adiada até o excesso ser consumido. Se a carga total de trabalho de todas as peças produzidas no posto de suprimento varia, serão necessárias mudanças adicionais para ser compatível com a capacidade. Todas essas mudanças são obstáculos ao fluxo uniforme do produto, portanto a demanda deve ser fixada para evitar contínuas obstruções no fluxo do produto.

6.5 Vantagens do Sistema Kanban

Algumas empresas que usam o Kanban estão registrando um aumento próximo de 30% na produtividade da mão-de-obra, uma redução de 60% nos estoques, 90% nos índices de rejeição de qualidade e 15% no espaço necessário na fábrica.

Através de um número limitado de cartões, o sistema Kanban promove:

- disciplina no fluxo de materiais comandado pelo uso de cartões de movimentação, inseridos nos contenedores (vazios ou cheios);
- autocontrole no sistema de programação e controle da produção, comandado pelo emprego de cartões de produção em contenedores cheios (no supermercado) ou no painel de Kanbans.

O sistema Kanban pode ainda promover uma produtividade duradoura, pois devido a redução do inventário ocorre um conseqüente aumento da flexibilidade, permitindo à empresa reagir às variações de demanda em quantidade e variedade de produtos dentro de sua capacidade instalada.

Através deste método ocorre um natural estímulo ao desenvolvimento da automação através de pequenos aperfeiçoamentos que deverão ser conseguidos a custos muito baixos, usando a criatividade e engenhosidade para adaptar o equipamento existente onde possível, comprando equipamentos diferentes apenas quando o mesmo propósito não pode ser atingido por meios mais simples.

O sistema Kanban é uma abordagem para propiciar fluxos mais uniformes de produção e fazer melhoramentos contínuos nos processos e produtos. O Kanban reduz o material em processo até o mínimo absoluto. Além disso, o sistema tenta constantemente reduzir o *lead time* e o tempo de preparação de máquinas - *setup*.

O objetivo central do Kanban é obter produção no momento exato a baixo custo e com alta qualidade. Para conseguir isto, o sistema tenta eliminar o estoque entre os sucessivos processos e minimizar equipamentos, instalações ou empregados ociosos.

FULLMANN *et al.* (1989) comentam que o segredo do Kanban está na sua capacidade de identificar, compreender e ajustar rapidamente ao impacto de uma interrupção do trabalho. A identificação acontece quando a administração da fábrica identifica a área com problema, a compreensão quando se informa quais montagens estão atrasadas e o ajuste quando a administração determina a ação a ser tomada, a qual é imediatamente transmitida à mão-de-obra, fazendo assim uma repriorização de esforços. A rapidez com que estes eventos ocorrem é incrível, completam.

Além do exposto, pode-se citar, ainda, outras vantagens do sistema Kanban:

- o número de cartões em circulação limita o estoque máximo;
- a eficiência do sistema pode ser medida pela redução do número de cartões em circulação;
- as necessidades de reposição podem ser identificadas visualmente;
- a burocracia (documentos/papelada) é eliminada pela inexistência de ordens de serviços, requisições de material, etc.;
- não existe programação da produção para os itens controlados pelo Kanban;
- redução dos custos e tempos de espera;
- otimiza o aproveitamento das áreas fabris;
- gera maior capital para novos investimentos.

6.6 Limitações do Sistema Kanban

O Kanban incorpora de 60 a 70% de todas as peças e submontagens usadas regularmente em produtos com grande volume. As unidades grandes ou as submontagens complexas precisam ser programadas separadamente sob procedimentos rotineiros de planejamento e controle. Os produtos que precisam ser feitos em lotes pequenos ou aqueles necessários com pouca frequência também têm que ser programados sob procedimentos especiais ("Kanban de Disparo"), por exemplo.

SCHONBERGER (1982) menciona algumas restrições do Sistema Kanban:

- o Kanban é um elemento do sistema JIT. Não teria sentido o uso do Kanban num setor onde o tempo de preparação fosse alto e os lotes grandes;
- as empresas utilizam o Kanban, geralmente para os itens de maior consumo, sendo que para os componentes de menor uso utilizam-se as técnicas tradicionais do ocidente;
- o Kanban não deve ser aplicado aos componentes de alto valor ou grandes dimensões, pois sua armazenagem ou transporte são de alto custo, devendo receber uma atenção especial.

Uma outra limitação é quanto ao índice de demanda mensal que deverá ser na medida do possível fixo, de modo a uniformizar o fluxo. Caso contrário, o Kanban não funcionará direito.

RIBEIRO (1984) comenta que o sistema Kanban é mais compatível com o tipo de produção em série, sendo mais eficiente no controle de itens padronizados e de produção repetitiva. Entretanto, o Kanban pode funcionar numa produção por encomenda *Job Shop*, mediante

o controle dos itens padronizados, ou como se fosse uma ordem de serviço para iniciar o fluxo de produção.

Com o sistema Kanban o número de itens produzidos na célula (ou linha) não pode ser grande, pois quanto maior o número de itens, mais provável o padrão do fluxo na célula não ser *Flow Shop* e se esse padrão não ocorrer o Kanban não funcionará satisfatoriamente. Além disso, o tamanho de lote já é pequeno e se o número de itens for grande, um determinado item demorará a ser feito novamente resultando num efeito negativo.

Deve-se ressaltar, ainda, que o Kanban é exequível em quase todas as plantas que fabricam produtos em unidades completas (discretas). Mas, existe uma importante limitação do uso do Kanban. O Kanban funcionará bem apenas no contexto de um sistema *Just-in-Time* (JIT) com redução do tempo de espera e do tamanho do lote, características do JIT. Um programa JIT pode ser bem sucedido sem uma subsistema Kanban, mas o Kanban não tem sentido sem o JIT.

6.7 Implantação

RIBEIRO (1984) define algumas etapas consideradas fundamentais para a implantação do Kanban:

- Implantação dos elementos do JIT, sobretudo aqueles que viabilizem a troca rápida de ferramenta, redução do tempo de processo e produção em pequenos lotes, bases do Kanban;
- Definição dos itens a serem controlados pelo Kanban;
- Determinação dos contenedores e das quantidades de peças por contenedor;
- Cálculo do número de cartões Kanban;
- Instalação das necessidades operacionais: preparação dos cartões; colocação de quadros (escaninhos); etc.;

- Elaboração de manuais de procedimentos e treinamento;
- Treinamento do pessoal diretamente envolvido, uma vez que o funcionamento do Kanban está fortemente baseado no fator comportamental;
- Expansão do sistema após a assimilação dos aspectos conceituais do Kanban e da verificação dos resultados nos setores já experimentados.

Convém ressaltar que o Kanban é apenas uma parte do sistema de fabricação *Just-in-Time*, o qual também abrange o planejamento de produção pela alta gerência, um programa mestre de produção apoiado pelo computador, uma lista de material, reduções no tempo de preparação, melhoramentos na qualidade, mudanças no projeto do produto, etc.

7

A INTEGRAÇÃO JIT-MRP/MRP II

7.1 Sistemas híbridos JIT - MRP/MRP II

“Sistemas híbridos são sistemas de administração da produção que têm elementos de mais do que uma lógica básica trabalhando de forma integrada, de modo que cada lógica seja utilizada para oferecer soluções para aquelas subunidades para as quais melhor se encaixe”. (CORRÊA *et al.*, 1999, p. 330)

Segundo essa visão e, conforme CORRÊA & GIANESI (1993, p. 174), “o uso da sistemática JIT, muito mais simples, viria a simplificar a própria utilização do MRP II, que, dessa forma, teria de administrar uma quantidade menor de itens, gerar uma quantidade menor de ordens de produção e controlar uma quantidade menor de transações de realimentação de informações para uso do sistema, a respeito do que ocorreu na fábrica. Estes aspectos, que o MRP II deixaria de administrar, seriam administrados de forma mais descentralizada e localizada pela sistemática do JIT”.

A integração do MRP e JIT é baseado em uma diferente linha de razão. A prática operacional do JIT é "planejar o trabalho, mas produzir somente o que é consumido". MRP, sobretudo MRP II, direciona a produção conforme o plano. A integração de ambos (JIT e MRP) direciona a produção ao consumo real.

No MRP, o inventário foi produzido conforme o plano, antecipando a demanda. Já num modelo integrado, a produção é autorizada através do consumo de uma produção anterior. A função do inventário na produção é acompanhar a atividade da mesma. O sinal para a reposição é o consumo e não a previsão de demanda. Substitui-se as listas de necessidades por cartões kanban.

Dessa forma e, segundo CORRÊA *et al.* (1999, p. 332), em um sistema híbrido MRP II/JIT, "o MRP II representaria a estrutura de planejamento futuro de longo e médio prazos e seria responsável pela gestão (planejamento e controle) de matérias-primas e componentes. A gestão detalhada (programação de curtíssimo prazo e controle) de fábrica ficaria então por conta das ferramentas do JIT (Kanban ou outro método visual)". A Figura 7.1 ilustra essa situação.

Conforme mencionado em PIRES (1995, p. 156), "BOSE & RAO (1988), RAO & SCHERAGA (1988), KARMARKAR (1991) e DELEERSNYDER *et al.* (1992) sugerem sistemas híbridos similares entre o MRP II e o JIT, onde o primeiro seria usado para executar as atividades de planejamento e o segundo para executar as de controle da produção. RAO (1989) também mostra, através de uma pesquisa feita junto a 29 fornecedores do software MRP II nos EUA, que aproximadamente 30% deles tinham planos de alterações em seus sistemas, visando facilitar uma integração dos mesmos com os sistemas JIT. Além disso, 10% já haviam feito algum tipo de alteração com o mesmo objetivo".

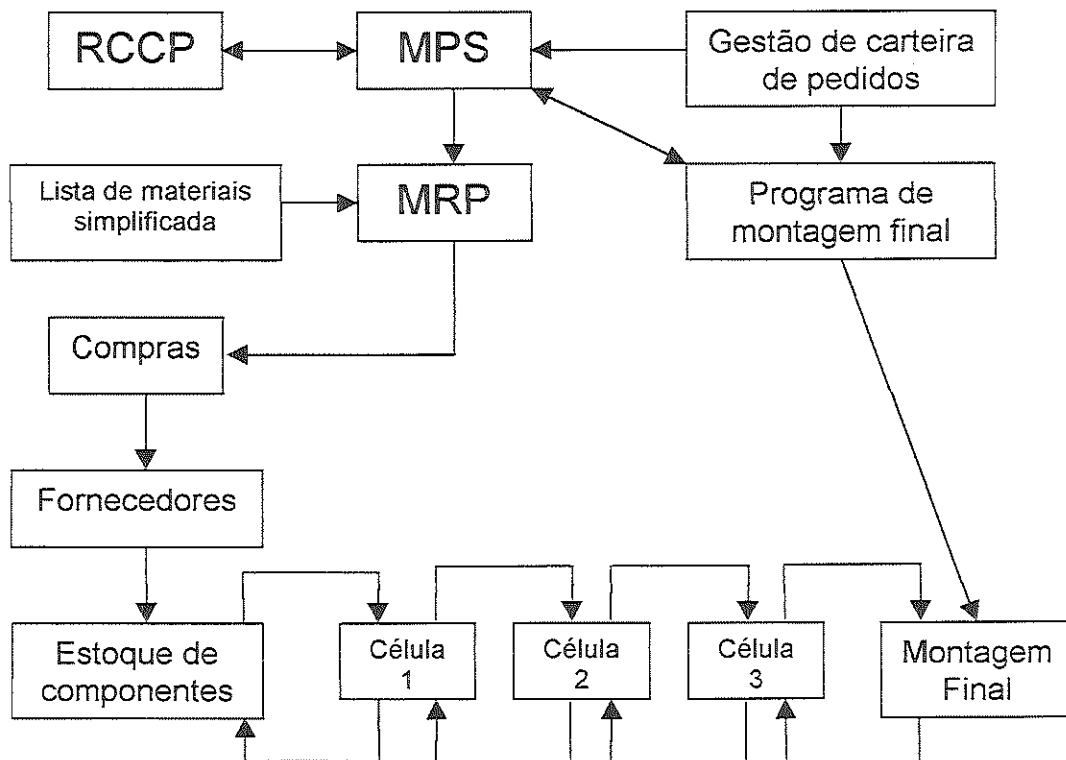


Figura 7.1 – Representação de um sistema híbrido MRP II/JIT
 Fonte: CORRÊA *et al.* (1999, p. 333)

MRP é uma técnica de planejamento prioritário, não uma ferramenta de execução. Se usada erroneamente como um dispositivo de "lançamento de pedidos", onde os pedidos são "empurrados" pelo piso da fábrica, é criada uma "desordem".

Essa "desordem" (desperdício) pode ser evitada com o uso do Kanban como uma ferramenta de execução, principalmente pelas suas características da demanda de puxar, onde apenas os materiais necessários de momento no piso da fábrica são "puxados" e apenas quando necessários.

Ambos os sistemas enfatizam a integração e coordenação da manufatura com as várias atividades de interface. Contudo, diferem em termos de como a integração e a coordenação serão atingidas. O enfoque do MRP é informacional, enquanto do JIT é físico.

O enfoque informacional é muito geral, e supõe que as atividades necessárias podem ser coordenadas, não importando a complexidade do ambiente de manufatura. As características estruturais do processo de manufatura e os fluxos de materiais são considerados relativamente sem importância. Em contraste, o enfoque físico para coordenação enfatiza o processo de manufatura e a organização do fluxo de material. É basicamente um enfoque que torna o problema mais simples. A idéia é simplificar e integrar os processos físicos e fluxos de material ao ponto da coordenação não ser muito difícil.

No MRP a execução é simplesmente vista como uma extensão lógica do processo de planejamento. Ordens de serviço, listas de despacho e controle de entrada/saída são os grandes mecanismos de execução. As ordens de serviço são o principal mecanismo para a coordenação de necessidades de materiais e para determinação de capacidades. Todos os três mecanismos são muito dependentes da coleta de dados e da capacidade de processamento de informações. Os dados devem ser coletados após cada operação para que o progresso das ordens de serviço no piso possa ser monitorado e a produção medida. É necessária uma substancial capacidade de processamento de informação para dirigir as ordens de serviço e atualizar as prioridades. O material em processo é limitado, controlando-se a razão de entrada para as operações de saída e manipulando-se a capacidade conforme a necessidade.

Na operação JIT, os modelos de fluxo de material são altamente estruturados e bem definidos. Os fluxos são, principalmente,

em uma direção e com poucos retornos e cruzamentos. As necessidades de capacidade são determinadas baseadas nos índices de fluxo de material necessário ao longo dos vários caminhos de fluxo. As ordens de serviço não são usadas. São usados vários mecanismos de sinalização, como o Kanban, para controlar a intensidade do fluxo e indicar as atuais prioridades, são usadas várias formas de controle físico para limitar o material em processo - contenedores, número limitado de cartões kanban, etc. Poucos dados são coletados e não é necessária muita capacidade de processamento de informação para execução.

A produção JIT pode ser executada, até certo grau, numa produção sob encomenda bem como na produção seriada. MRP é projetado para ser um sistema de planejamento, replanejamento e supervisão do plano. JIT é um enfoque para redução dos inventários nas operações de manufatura e uma filosofia que é parte dos sistemas de execução do plano. MRP e produção JIT deverão ser parte da estratégia global da empresa se o inventário tendendo a zero for a meta.

O JIT é visto e compreendido melhor pelas empresas ocidentais como um método assim como uma técnica para melhorar a eficiência do processo produtivo. Mas, sem o MRP para orientá-los, o JIT e o Kanban serão apenas um programa geral para melhoramento da produtividade.

Com relação à atividade de Compras, RESENDE & SACOMANO (1997, p. 169) mencionam que "o *Just-in-Time* cuida da programação das entregas do fornecedor contra os pedidos gerais de compra. A quantidade e o momento de cada entrega se baseiam nos resultados da explosão do MRP. Num ambiente de JIT avançado, que possui ligações estreitas com os fornecedores, estas remessas podem ser acionadas diretamente pelos sinais de 'puxar' das operações consumidoras.

Esta é uma área promissora para a aplicação do intercâmbio eletrônico de dados”.

Discute-se, freqüentemente, a respeito de qual dos dois sistemas (JIT ou MRP) oferece maiores vantagens para uma dada organização. Sobre isso, FULLMANN *et al.* (1989) comentam que, em geral, as vantagens do MRP II estão na área de planejamento, enquanto as do JIT estão na execução e aperfeiçoamento contínuo. “O MRP II pode ser descrito como uma tentativa de modelar o mundo real, enquanto o JIT tenta mudá-lo”.

7.2 A Transição

Conforme RESENDE & SACOMANO (1997, p. 169), “vários autores apresentam alguns procedimentos para combinar o MRP com o JIT. Segundo eles, os aspectos do JIT devem ser introduzidos no MRP gradualmente. Apresenta-se uma plataforma de três passos para combinar o MRP com o JIT, que consistem basicamente em criar uma linha de fluxo lógica, do começo ao fim da produção, com as ordens de produção baixadas pelo MRP apenas para o produto final e os componentes intermediários seriam administrados por um sistema tipo Kanban. Naturalmente, essa plataforma conta com todos os requisitos do JIT, como operador multifuncional, qualidade de processo, etc.”

Dessa forma, uma empresa que se utiliza de um sistema que integra o JIT e o MRP, experimenta mudanças diversas, tornado-se fábricas focalizadas, extremamente bem organizadas, com fluxos de materiais diretos e curtos, claramente definidos. Acabariam-se os almoxarifados, que dariam lugar a pontos de estoque bem definidos sobre o piso da fábrica. Poucos problemas de qualidade seriam verificados, sendo os processos extremamente confiáveis.

O transporte de materiais seriam feitos através de contenedores padrão (pequenos lotes), onde um sistema de sinalização simples e claro comunicaria as prioridades, trazendo os contenedores dos pontos de estoque até o ponto de trabalho.

Os sistemas MRP de programação semanal dariam lugar a planejamentos diários - sistema MRP focalizado. As ordens de serviço não serão usadas. Os ajustes quanto aos níveis de materiais em processo, intensidade de operação para absorver mudanças de produtos, capacidades e pequenos problemas de qualidade, seriam procedidos por assistentes ou supervisores.

Entretanto, haverá certamente uma fase transitória quando almeja-se integrar o sistema *Just-in-Time* e MRP, onde funcionarão, paralelamente, elementos inerentes a cada sistema. Sendo o JIT um processo que se desenvolve a longo prazo, é esperado que um sistema integrado opere de modo duplo durante o início do processo de transição.

Para alguns autores como ANTUNES *et al.* (1989), citado por RESENDE & SACOMANO (1997), a combinação de MRP com JIT deve ser empregada em empresas que apresentam uma situação de produção intermediária entre aquelas de MRP "puro" (muitos produtos, muitas mudanças nas características de Engenharia) e JIT "puro" (poucos produtos, poucas mudanças). Acerca dessa opinião, dois comentários podem ser feitos:

- A aplicação desse sistema combinado só se justifica para empresas que apresentem as condições de viabilidade do *Just-in-Time*, do contrário o sistema não vai sobreviver;
- A tendência do mercado moderno apresenta um quadro em que, se por um lado há necessidade de muitos produtos e muitas variações para atender a demanda ("customização"), por outro lado há a necessidade

de padronização de componentes e processos de fabricação para tornar a produção competitiva; então, pode-se ver que grande parte das empresas, se já não estão, caminham para uma situação onde se vejam obrigadas a lançar mão da utilização das características no MRP e do JIT simultaneamente.

7.3 MRP/MRP II no ambiente *Just-in-Time*

Baseando-se fundamentalmente em FULLMANN *et al.* (1989), algumas modificações que se fazem necessárias no tradicional sistema MRP II, para adequá-lo à realidade *Just-in-Time*:

- Lista de Materiais: informações como tamanho do contenedor padrão e os pontos de "dedução" para diminuir o inventário quando o trabalho for completado, passariam a fazer parte do arquivo da lista de materiais;
- Programa Mestre da Produção (MPS): o programa mestre continuaria sendo feito em quantidades semanais, entretanto, o planejamento das necessidades de materiais é feito em quantidades diárias. O programa diário da montagem final também sofreria alterações a fim de torná-lo flexível, ou seja, produzindo vários modelos em quantidades menores todos os dias, ao invés de produzir-se um modelo durante a primeira semana e outro na semana seguinte;
- Manufatura Celular: embora as máquinas sejam funcionalmente arranjadas, as células serão introduzidas e o fluxo se tornará regra e não exceção. O efeito é nivelar as rotas e remover um nível de controle desnecessário;
- Qualidade: MRP não promove qualidade. JIT torna o trabalho do MRP mais fácil, promovendo e forçando melhoramentos na qualidade. O MRP supõe 100% de qualidade, a menos que seja dito diferentemente;

- Programação de Modelos Mistos: o método tradicional de programação de modelos pressupõe que a capacidade seja totalmente concentrada sobre modelos particulares simultaneamente, podendo causar situações de sobrecarga. Supondo-se a existência de três modelos (A, B e C), e se a taxa mensal for de 1000 unidades, ela deverá ser convertida para 50 ao dia, considerando-se ainda uma demanda de 50% de A, e 25% de B e C, os modelos serão montados como a seguir: C, A, B, A, C, ...
- Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP): no JIT, a função básica do módulo MRP é a explosão do programa mestre e baseado no índice em necessidades de componentes comprados e matérias-primas. O enfoque mais simples de planejamento é deixar o sistema MRP determinar quando são necessários os itens produzidos pelas células JIT. Uma das mudanças obrigatórias para todos os sistemas MRP é a invalidação da função liberação do pedido para os itens controlados pelo JIT. No JIT, a lista de despachos, que mostra o programa diário de produção precisa ser feita apenas para as células de montagem final e para as linhas de produção. Entretanto, a execução do programa dos itens de menor porte é controlada por sinais de "puxar" gerados manualmente no piso de fábrica e não pelas liberações de ordens de trabalho (sinais de "empurrar") do sistema MRP II;
- Planejamento das Necessidades de Capacidade (CRP): no ambiente híbrido, a célula JIT pode ser tratada como um único centro de trabalho, para fins de roteiro e carregamento. Mudanças nos tempos de fila, movimentação, preparação e processo de cada item, resultantes da mudança de *layout*, devem ser considerados na base de dados do CRP;
- Roteiros de Fabricação: O MRP II requer uma definição exata das operações, mão-de-obra, padrões e tempos de *setup* para cada rota. A principal característica de um sistema de rota num ambiente JIT é manter

uma rota fixa, a qual pode ser anexada ou associada a qualquer item, itens ou família de itens que utilizam os mesmos recursos. Essas rotas deverão apoiar todas as atividades normalmente executadas numa célula de tecnologia de grupo;

- Controle do chão-de-fábrica: os sistemas de controle do piso da fábrica que sustentam o JIT devem dar total apoio à tecnologia de grupo através de inovações como programação do índice pela linha de tecnologia de grupo ou célula de manufatura. No ambiente JIT, o controle de entrada/saída deve ser fortalecido;
- Contabilidade e Apontamentos: quando a fábrica passa do ambiente de ordem de serviço para o de índice de fluxo e à medida que as células de manufatura substituem gradualmente os *layouts* convencionais orientados para o processo, deve-se simplificar o controle do custo, o controle do inventário, o apontamento da mão-de-obra e a distribuição das despesas gerais da manufatura;
- Custos: uma das principais funções necessárias ao sistema de custo que sustenta o JIT é a contabilidade do período. Se não existirem ordens de fabricação no piso da fábrica onde os custos normalmente seriam acumulados, os custos devem ser acumulados pelo tempo em que uma quantidade conhecida do produto é manufaturada. Assim, todos os produtos manufaturados numa linha JIT durante uma semana obteriam seus custos aplicando todo tempo da mão-de-obra direta daquela semana, mais a movimentação de material ou qualquer outro trabalho indireto atribuível àquela linha para o mesmo período e parte das despesas gerais. O total seria dividido pelo número de dispositivos manufaturados para obter o custo por peça. A segunda função necessária é o custo do processo. O JIT considera que toda célula ou linha de tecnologia de grupo teriam o custo como uma unidade. Esse

conceito traz grandes vantagens, mas duas das mais significativas são a eliminação quase total da coleta de dados e a adaptação da contabilidade do período.

Nenhuma discussão sobre o impacto do JIT no MRP ficaria completa sem mencionar as mudanças nos parâmetros do sistema. As normas de definição do tamanho do lote, os estoques de segurança, os fatores de perda e os *lead times* precisam ser revistos levando o JIT em consideração. Por exemplo, como os itens JIT são transportados em lotes pequenos e em contenedores padronizados, a quantidade planejada da ordem de fluxo deve ser calculada como múltiplo da quantidade do contenedor padronizado. Embora estas mudanças na base de dados do MRP possam não exigir esforços de projeto e programação dos sistemas, elas podem exigir esforços substanciais dos usuários funcionais na adequação do sistema existente para a operação JIT.

7.4 O Kanban e o MRP/MRP II

Uma comparação interessante entre MRP e Kanban foi realizada por RICE & YOSHIKAWA (1982) que concluíram sobre a existência de muitas similaridades práticas entre ambos, para o controle de sistemas de fabricação repetitiva.

Assim para estes autores tanto o Kanban como o MRP reconhecem que a fórmula para o cálculo de quantidades econômicas e o sistema de controle de estoques por ponto de reencomenda podem ser úteis para itens de demanda independente, mas são, geralmente, uma pobre descrição dos processos de produção reais. Existem dois problemas críticos nos processos de produção: o primeiro é que a demanda é quase sempre irregular e o segundo é que a programação *time-phased* deve ser controlada de forma a acompanhar a demanda. O sistema Kanban se concentra no comportamento da demanda e no estabelecimento de

prioridades do trabalho, através do contínuo e estreito acompanhamento e controle da taxa de fluxo de trabalho. Além disso, a constante intervenção de trabalhadores e gerentes e o dispositivo de escrituração dos Kanbans são fundamentais para autorizar e guiar as atividades.

Portanto o MRP, assim como Kanban, considera a idéia de que a demanda é instável e que a falta de peças é inaceitável. Da mesma forma, O MRP, tal como o Kanban, "puxa" a produção através da explosão de necessidades, podendo o Kanban ser visto como uma espécie de MRP onde o tempo para consumo dos lotes (contenedores) é muito pequeno, sendo suficiente para poucas horas de abastecimento.

A seguir, apresentam-se algumas considerações extraídas de RESENDE & SACOMANO (1997).

Através de um sistema por ponto de reencomenda procura-se a diminuição dos custos, evitando-se a execução de montagens (*setup*), mantendo-se um estoque para ser consumido durante o tempo de obtenção para aquisição do item e, eventualmente, um estoque de segurança para garantir o abastecimento. O sistema Kanban empenha-se em eliminar a necessidade de qualquer estoque e melhorar o controle das necessidades de qualquer estoque e melhorar o controle das prioridades, mas a um custo potencialmente alto de montagem, pois a mesma operação pode se repetir várias vezes no mesmo período.

A filosofia da produção *Just-in-Time*, na qual se inclui o Kanban, assume como objetivo, e esforça-se constantemente para tornar os custos de montagem para preparação de máquinas desprezíveis. O Kanban minimiza os custos totais através da minimização dos níveis de estoques, obtendo-se, evidentemente, muitos outros benefícios na busca deste objetivo. Este procedimento *Just-in-Time* controla estritamente as

prioridades dos centros de trabalho e listas de liberação, forçando a atividade de produção a cumprir a ordem do Kanban colocado.

O MRP, assim como o Kanban, pressupõe que a demanda é irregular e que as falhas de abastecimento são inaceitáveis. Fazendo-se uma analogia entre os sistemas, poder-se-ia dizer que o Kanban é um tipo de MRP em que o período de programação é muito curto, sendo de apenas algumas horas. Ambos os sistemas são de "puxar", ou seja, a montagem (ou a operação programada) puxa as necessidades através dos primeiros estágios de fabricação e compras. O plano mestre do MRP é explodido em necessidades que por sua vez são *time phased* dando o caráter de *Just-in-Time*. O Kanban assume que o principal objetivo é o controle de prioridades que também é uma característica do MRP, porém este, atualmente, em muitas empresas, tem em sua constituição programas com o objetivo de evitar custos de preparação de máquinas através de técnicas de dimensionamento de lotes, evitando-se o critério de lote por lote com base nas necessidades líquidas. Outra diferença entre os dois sistemas é que o Kanban procura eliminar os estoques intermediários através de um perfeito balanceamento de linha, o que é facilitado pela formação multifuncional do operário japonês. O MRP aceita o desbalanceamento e tenta reagir às mudanças no tempo de espera com base nas necessidades líquidas.

Jonsson e Olhager (1983) fizeram uma simulação de custo entre os dois sistemas. O MRP mostrou-se vantajoso sobre o Kanban (excluindo-se os custos do sistema de controle) quando a demanda varia com o tempo e os custos de montagem são relativamente altos. Por outro lado, o Kanban funciona muito bem, do ponto de vista de custos, para uma demanda estável e repetitiva e custos de montagem relativamente baixos. (SILVER & PETERSON, 1984)

Em resumo, o Kanban é um simples e efetivo sistema de controle para produção em alto volume e de demanda repetitiva, quando os custos de preparação são bastante baixos. Porém, o seu sucesso, segundo Rice e Yoshikawa, está muito ligado ao sistema cultural de atitudes do Japão, que é bastante diferente do Ocidente. A produção japonesa ocorre através do esforço de uma equipe, com consenso de baixo para cima e motivações, cabendo aos operários grandes responsabilidades. O MRP tem o seu campo ideal de aplicações em indústrias cujo processo de produção é intermitente repetitivo. Pode, também, ser utilizado em produção intermitente sob encomenda sob certas condições, sendo preponderante a agilidade com que os setores de engenharia produzem confiáveis listas de materiais, roteiros de fabricação, desenhos, etc.

8

ERP

Enterprise Resources Planning

8.1 Os Sistemas ERP

Os sistemas ERP (*Enterprise Resources Planning*, ou em português, Planejamento de Recursos da Empresa) são, comumente, compostos de diversos módulos, incluindo-se as atividades administrativas e financeiras (custos, recebimento fiscal, faturamento, recursos humanos, finanças, contabilidade, entre outros), além daqueles módulos ligados à manufatura. Estes módulos são integrados entre si através de uma base de dados única e não redundante, facilitando a disponibilização de informações para os diversos pontos de tomada de decisão. A Figura 8.1 apresenta a estrutura conceitual dos Sistemas ERP.

CORRÊA *et al.* (1999, p. 342) mencionam que “um sistema dito ERP tem a pretensão de suportar todas as necessidades de informação para a tomada de decisão gerencial de um empreendimento como um todo”. E continuam dizendo que os Sistemas ERP representam “o estágio mais avançado dos sistemas tradicionalmente chamados MRP II”, sendo apresentado como uma evolução do MRP a MRP II, e finalmente, a

ERP, uma vez que os fornecedores de softwares MRP II foram ao longo do tempo agregando mais e mais funções e módulos, com o objetivo de ampliar o escopo dos produtos vendidos, diferenciando-os dos softwares concorrentes. A inclusão de novos módulos fez com que o escopo transcendesse em muito o escopo da manufatura, sendo que seus fornecedores passaram a considerar esses softwares como soluções integradas capazes de suportar as necessidades de informação para todo o empreendimento, daí a origem do termo *Enterprise Resources Planning*.

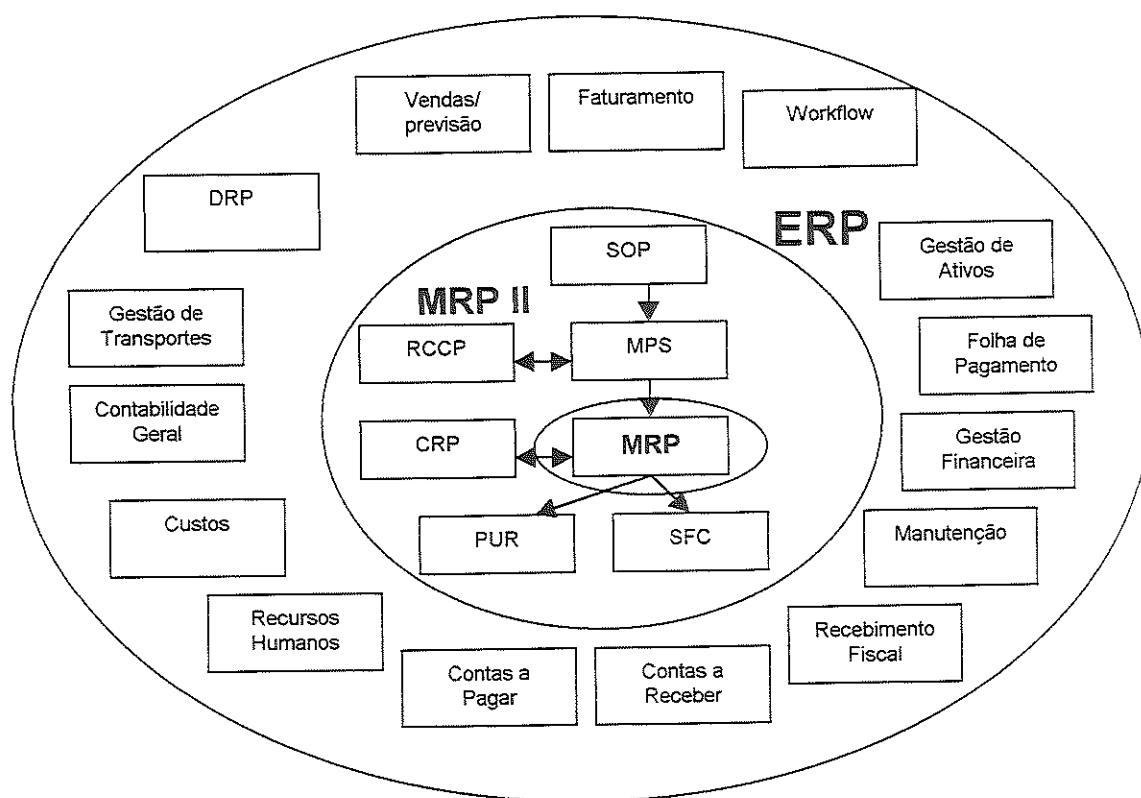


Figura 8.1 – Estrutura simplificada dos sistemas ERP
Fonte: CORRÊA *et al.* (1999, p. 350)

Embora CORRÊA *et al.* (1999) apresentem o ERP como evolução do MRP II, essa idéia não é unânime, sendo que existem correntes que apontam o ERP como um novo conceito de gestão

organizacional uma vez que esses sistemas (ERP) tratam as informações de modo distinto dos sistemas MRP II. Enquanto neste último os módulos existentes estão restritos às atividades diretamente relacionadas à manufatura, nos Sistemas ERP além do escopo ser muito mais abrangente, as informações são atualizadas constantemente, de modo integrado, possibilitando suporte às decisões em tempo real. Softwares de programação baseados em restrições podem oferecer ao Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) informações sobre situações como quebra de equipamentos, falta de mão-de-obra, gargalos e falta de materiais, contribuindo para que as empresas sejam mais eficientes e dinâmicas no planejamento e uso de seus recursos, o que nem sempre é possível com sistemas MRP II.

Dessa forma, os Sistemas ERP são pacotes aplicativos que compreendem todo o processo logístico (distribuição, manufatura e cadeia de suprimentos) integrando informações com o ciclo financeiro e demais funções administrativas e de suporte, tais como recursos humanos, comunicação, apoio à decisão, qualidade e manutenção. (GASNIER, 1997)

Um sistema de informações ERP deve sustentar vantagens competitivas para as organizações, disponibilizando em tempo de resposta adequado, isto é, em tempo real com os acontecimentos, informações precisas, claras e relevantes, úteis à tomada de decisão.

Segundo CORRÊA *et al.* (1999, p. 344) “a medida e o escopo de adoção das soluções ERP, até certo ponto, são uma decisão gerencial. Entretanto, a tendência parece claramente indicar que as estruturas dos ERPs serão usadas pelas empresas como as fundações (a grande base de dados corporativa para apoio à tomada de decisão, principalmente operacional) dos sistemas de informação das empresas”.

8.2 Módulos dos Sistemas ERP

Embora possam existir variações, e conforme apresentado por CORRÊA *et al.* (1999) e HABERKORN (1999), os ERP mais avançados possuem vários módulos integrados que abrangem o seguinte escopo:

a) Módulos relacionados a Operações e *Supply Chain Management* (Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos):

- Previsão e Análise de Vendas (*Forecasting/Sales Analysis*)
- Lista de Materiais (BOM – *Bill Of Material*)
- Programação Mestre de Produção (MPS – *Master Production Scheduling*)
- Capacidade Aproximada (RCCP – *Rough-Cut Capacity Planning*)
- Planejamento de Materiais (MRP – *Material Requirements Planning*)
- Planejamento Detalhado de Capacidade (CRP – *Capacity Requirements Planning*)
- Compras (*Purchasing*)
- Controle de Fabricação (SFC – *Shop Floor Control*)
- Controle de Estoques (*Inventory*)
- Engenharia (*Engineering*)
- Distribuição Física (DRP – *Distribution Requirements Planning*)
- Gerenciamento de Transportes (TM – *Transport Management*)
- Gerenciamento de Projetos (*Project*)
- Apoio à Produção Repetitiva
- Apoio à Gestão de Produção em Processos
- Apoio à Programação com Capacidade Finita de Produção Discreta
- Configuração de Produtos
- Controle de Qualidade
-

b) Módulos relacionados à Gestão Financeira/Contábil/Fiscal

- Contabilidade Geral
- Custos

- Contas a Pagar
 - Contas a Receber
 - Faturamento
 - Recebimento Fiscal
 - Contabilidade Fiscal
 - Gestão de Caixa
 - Gestão de Ativos
 - Gestão de Pedidos
 - Definição e gestão dos Processos de Negócio (*Workflow*)
- c) Módulos relacionados à Gestão de Recursos Humanos
- Pessoal (*Personnel*)
 - Folha de Pagamento (*Payroll*)

8.3 Implantação dos Sistemas ERP

Tem se tornado cada vez mais freqüentes a implantação de Sistemas ERP em médias e grandes empresas, nacionais ou não. Nomes de sistemas como *SAP R/3*, *BAAN-4*, *Oracle Applications*, *BPCS*, *Peoplesoft*, *JDEdwards*, *MFG/Pro*, entre inúmeros outros, passaram a fazer parte da pauta estratégica das empresas e assunto comum de seus executivos.

Paralelamente, um número cada vez maior de empresas fornecedoras de Sistemas ERP estabeleceram-se no mercado e uma acirrada concorrência passou a existir, sobretudo na disputa pelo mercado ainda pouco explorado que é constituído por empresas que faturam anualmente entre 20 e 300 milhões de dólares, uma vez que as grandes empresas já são usuárias ou estão em processo de implantação.

Muito embora estes Sistemas ERP adotem as “melhores práticas” utilizadas mundialmente, não há uma solução que se

preste a resolver qualquer problema, simplesmente porque os problemas reais são variados demais, fazendo com que antes da adoção de qualquer pacote, uma cuidadosa análise de adequação de funcionalidades deve ser feita para se checar que, de fato, a solução atende minimamente às necessidades particulares da empresa em questão.

Conforme mencionado por CORRÊA *et al.* (1999, p. 387) “falhas na análise de adequação poderão fazer com que determinada organização tenha que conviver desnecessariamente com restrições incômodas e caras de seu sistema de informação por longo tempo, levando a um prejuízo no potencial que eles têm de contribuir para o aumento efetivo do desempenho operacional, chegando até mesmo a atrapalhar”.

Passada a etapa anterior (análise de adequação), o próximo passo é a implantação do sistema. Como parte do processo de implantação, encontram-se, entre outras, as seguintes atividades:

- treinamento conceitual na lógica do eventual pacote;
- treinamento operacional;
- redesenho de processos para que não simplesmente se automatizem más práticas;
- gestão da mudança organizacional;
- garantia de qualidade das informações envolvidas;
- eventuais customizações;
- parametrização do sistema.

Se as customizações e parametrização feitas durante a implantação não forem sistematicamente revistas, com as mudanças ambientais, o sistema tenderá a trabalhar de forma gradualmente menos aderente à realidade que procura modelar ou com os objetivos pretendidos.

Dessa forma, o processo como um todo não se encerra na implantação do sistema, devendo continuar ao longo do tempo, durante o seu uso, sofrendo manutenção constante.

KOTTER (1997), citado por CORRÊA *et al.* (1999), enxerga que são oito os possíveis erros num esforço de mudança organizacional e que podem ser encontrados presentes também, em diferentes graus, nos processos de implantação de ERPs de insucesso, conforme pode-se verificar no quadro abaixo:

Erro	Em mudança organizacional	Em implantação de ERPs
1	Não estabelecer um senso de urgência grande o suficiente	Responsabilidade do alto dirigente; necessária absoluta clareza de que o projeto é prioritário; caso contrário o projeto será preterido em função de atividades de linha/curto prazo
2	Não criar uma coalizão forte o suficiente em torno da idéia	Ninguém pode fazer tudo sozinho, é necessário conseguir mobilizar coalizão; "team-work"; comprometimento interno; quem faz a implantação é equipe interna
3	Não ter uma visão clara que reflita a mudança	Caminho claro, objetivos cristalinos sobre onde se quer chegar; visão simples; explicitação de o que a organização espera e aonde espera chegar com o ERP
4	Comunicação falha da nova visão	Visão deve ser compartilhada, pois esforços devem ser concorrentes e sem dispersão; comunicação de andamento, comunicação de mudanças: comunicação eficaz de tudo que ocorre no projeto
5	Falha em remover obstáculos à nova visão	Resistência sempre vai haver em sistemas que alteram a posse da informação; há resistências francas e veladas; é necessária atividade sistemática de reconhecimento e remoção das resistências
6	Não planejar sistematicamente vitórias de curto prazo	Implantações de ERP são de longo prazo; motivação deve ser mantida por vitórias sucessivas planejadas; manter "momentum" é crucial para o bom andamento
7	Declarar vitória cedo demais	Processo de implantação longo implicando mudanças grandes; cautela necessária, pois não faltarão os autodenominados campeões; cuidado, pois vitória cedo demais leva a complacência
8	Não "ancorar" as mudanças na cultura da empresa	Manutenção e uso – mudanças organizacionais revertem-se facilmente; fazer as mudanças se incorporarem à organização é essencial. Caso contrário, mudanças podem reverter-se

Assim, para CORRÊA *et al.* (1999, p. 398) “um bom desempenho no uso de um sistema ERP, uma boa (e adequada) solução tecnológica é uma condição absolutamente necessária, mas de forma nenhuma suficiente. Parece seguro dizer até mesmo que o peso da componente tecnológica, quando comparado aos outros aspectos (comportamentais, de implantação), é relativamente pequeno, principalmente levando-se em conta que, pela severa concorrência do mercado, as soluções tecnológicas ERP estão, já há algum tempo, convergindo para um ‘*design* dominante’ (Utterback, 1994), em que as diferenças entre as várias soluções tendem a se atenuar em versões subseqüentes, pois as inovações de uma solução são rapidamente incorporadas nas outras por seus respectivos concorrentes”. E continuam dizendo que “a implantação, além de não negligenciada, tem de ser vista como um grande projeto de mudança organizacional pelo qual a empresa vai passar, merecendo todo o cuidado e diligente gerenciamento que qualquer mudança organizacional de porte requer. Não pode ser visto como projeto de software simplesmente porque não é um projeto de software. É um projeto que vai repercutir em mudanças na forma de a empresa fazer seus negócios, que vai repercutir em diferenças substanciais no papel e na posse da informação dentro da organização. Como se vai alterar substancialmente a posse da informação na organização, é natural esperar que essa alteração repercuta em mudanças no balanço de poder dentro da organização e é natural também esperar resistências de pessoas e setores que possivelmente percam (ou se sintam perdendo) parcelas de seu poder. É necessário estar preparado para rapidamente identificar e lidar com essas possíveis resistências”. Comentam ainda que “é importante notar que falhas no processo de implantação não só podem comprometer substancialmente as possibilidades de sucesso no uso de sistemas ERP (com as recorrentes conseqüências sobre a qualidade dos processos de tomada de decisão dentro da empresa), como também esses erros custam extremamente caro para as organizações”.

Sugere-se, portanto, que o gerenciamento dos processos de implantação de sistemas ERP deve ser exercido por pessoal interno da própria empresa, que entendam de mudança organizacional e de negócio, podendo ser facilitado em situações pontuais por agentes externos, sendo imprescindível o comprometimento da alta direção, definindo metas e visão claramente estabelecidas e difundidas.

8.4 A escolha do Sistema ERP

A seleção de um sistema ERP envolve mais que consultas a alguns vendedores. As empresas têm que examinar a participação deles no mercado, seu posicionamento e seus diferenciais. O fornecedor de ERP deve ser um parceiro a longo prazo, que não só mantém, mas faz com que aumente a competitividade e eficiência da empresa compradora do sistema.

Deve-se escolher por um sistema robusto e funcional, que possibilite não somente acesso às informações em tempo real, mas também que sustente toda a estrutura de tecnologia da informação visando aplicações futuras que promovam vantagens competitivas. Tão importante quando selecionar o sistema ERP mais adequado, é portanto, selecionar o fornecedor correto. (TRAVIS, 1999)

Embora não haja nenhuma regra estabelecida ou rápida para administrar o processo de seleção, existem vários critérios e passos a serem considerados pela empresa compradora a fim de assegurar o sucesso na implementação do sistema. Com a tendência crescente de oferta de sistemas avançados de ERP, aumentam as opções para escolha. Deve-se avaliar possibilidades de incorporação de módulos no futuro, sua funcionalidade, flexibilidade e expansibilidade. Esses fatores tornam a escolha mais difícil e criteriosa. As empresas têm que determinar qual

sistema ERP terá impacto mais positivo no menor tempo, com o maior retorno sobre o investimento.

Quanto mais dedicação e importância a empresa investe na seleção do ERP, maiores as chances de sucesso global. Os tomadores de decisão devem avaliar a real necessidade de suas empresa, tendo alguns direcionadores para suporte a sua decisão:

- O sistema atual não mais suporta as necessidades da empresa e requer grandes recursos para sua manutenção e suporte;
- O sistema usa múltiplos pontos de entradas, com freqüentes redundâncias de dados e duplicidade de informações;
- Os membros de apoio são incapazes de responder facilmente e prontamente a perguntas ou fornecer informações a clientes ou fornecedores;
- A organização cresceu através de fusões ou aquisições e contém uma variedade de sistemas incompatíveis;
- As informações são atualizadas em lotes ao invés de atualizações em tempo real.

TRAVIS (1999) sugere que o levantamento das necessidades internas, considerando-se fatores atuais e futuros, pode determinar se a empresa deve manter o sistema atual ou deve implementar um novo sistema ERP, adequado ao orçamento disponível. A média de investimento para a implantação de um sistema ERP de primeira linha, em empresas médias, gira em torno de dois a quatro milhões de dólares, estimando-se o retorno entre um e três anos após sua implantação.

Assim, alguns aspectos devem ser considerados na seleção de sistemas ERP:

- Sobre a empresa fornecedora
 - solidez

- disposição em investir no desenvolvimento da solução
- quantidade e qualidade de clientes
- satisfação dos clientes atuais

- Quanto ao apoio à implantação
 - capacitação e experiência para treinamento e customização
 - capacitação e experiência para treinamento e implantação
 - preço da consultoria de customização e implantação
 - metodologia de implantação
 - parcerias com outras empresas de suporte à implantação
 - satisfação dos clientes atuais com o apoio à implantação

- Quanto a tecnologia do software
 - integração com outros sistemas da empresa
 - escalabilidade para permitir crescimento
 - atualização da tecnologia
 - facilidade de customização
 - rapidez de processamento
 - acesso remoto e suporte a Internet e/ou *Electronic Data Interchange* (EDI)
 - satisfação dos clientes atuais com a tecnologia

- Quanto a organização do sistema
 - facilidade de uso
 - facilidade de implementação
 - segurança
 - satisfação dos clientes atuais

- Quanto a existência de funcionalidades
 - integração com JIT e Kanban
 - produção do tipo da empresa

- documentação requerida pela ISO 9000
- adequação a legislação fiscal
- custeio ABC
- sistema de indicadores de desempenho da empresa
- satisfação de clientes de porte/indústria similar

Os pontos e questões acima citados não são os únicos que podem ou devem ser verificados quando da escolha de um sistema ERP, bem como de seu fornecedor. Esses são aspectos mínimos e essenciais para uma apropriada análise e seleção de aplicativo ERP, evitando-se assim, acontecimentos que contribuam para o fracasso na implantação do sistema, e todas as conseqüências prejudiciais à organização advindas desse insucesso.

9

ESTUDO DE CASO

9.1 Considerações Iniciais

Após a apresentação dos principais conceitos teóricos associados ao presente estudo, este capítulo descreve e analisa o sistema de produção de uma empresa fabril onde acompanhou-se desde 1992 e até recentemente (Agosto de 1999), atividades em diversas áreas e funções relacionadas ao planejamento e controle da produção, administração de materiais, gestão da qualidade, entre outras. Assim, durante o período considerado para efeito de análise, foi possível compreender o Sistema de Administração da Produção existente naquela Empresa, bem como propor e implementar algumas mudanças neste sistema, ainda que fosse de modo experimental (implantação piloto).

Desta forma, este capítulo apresenta e caracteriza este sistema, especificando sua implantação e funcionamento, suas vantagens e restrições, compreendendo o sistema de informação existente,

bem como sua inter-relação com os departamentos da empresa, analisando-o sob a ótica estratégica.

9.2 A Empresa

9.2.1 Caracterização do Sistema Produtivo

a) Atividade econômica

- Secundária: transforma os bens primários em outros produtos necessários.

b) Função genotípica da organização

- Produção: organização se dedica à manufatura de bens.

c) Classificação segundo o IBGE e ONU

- Indústria de transformação

d) Quanto aos bens de consumo:

- Duráveis

e) Quanto à indústria de transformação:

- De montagem

f) Quanto às dimensões do produto:

- Indústria leve

g) Quanto ao tamanho da empresa:

- Indústria Média

h) Quanto a tecnologia:

- Tipo: Alto Volume, Diferenciado e Linhas de Montagem
- Grau de Complexidade do Sistema Tecnológico: Médio
- Frequência Mudanças Tecnológicas: Dinâmica e Uniforme

i) Quanto ao Processo:

- Intermitente repetitivo, contra pedido

j) Quanto a processo-produto-homem:

- Sistema semi-automatizado

l) Quanto ao Planejamento e Controle do Trabalho:

- Processo semi-externalizado

9.2.2 Generalidades

Resumidamente, a Empresa estudada pertence ao setor industrial, tendo capital fechado e origem nacional, sendo fabricante de produtos acabados a partir da transformação de recursos, produzindo sob encomenda (contra pedido), e contava nesta ocasião com aproximadamente 600 funcionários, administrativos e produtivos.

Considera-se a Empresa tomada como objeto de estudo e análise, representativa dentro do universo de empresas médias nacionais. Sua destacada participação no segmento que atua, sua constante preocupação com investimentos técnicos, tecnológicos e gerenciais, sua política de gestão e qualificação de recursos humanos, entre outras características, conferem à Empresa condições de grande competitividade e vanguarda industrial.

Destaca-se no cenário nacional como uma das principais fornecedoras de interruptores para as indústrias automobilísticas, de eletrodomésticos, de informática, de brinquedos, aeronáutica, de equipamentos médico-cirúrgicos e odontológicos, entre outras, tendo como principais clientes empresas como BOSCH, GE-DAKO, CONTINENTAL, ARNO, WALITA, BLACK & DECKER, ELECTROLUX, TOSHIBA, ERICSSON, EMBRAER, MERCEDES-BENZ, SUGGAR e, ENXUTA.

Desde sua fundação, em 1949, a Empresa vem se dedicando a produzir interruptores e controles elétricos para os mais diversos fins, chegando atualmente a ter em sua linha de produção aproximadamente 8200 itens diferentes. É interessante comentar que em 1960 a Empresa produzia apenas 30 diferentes tipos de produtos, sendo que esse número (diversidade) foi crescendo continuamente, sobretudo na década de 90. Pode-se acompanhar essa evolução através da Figura 9.1.

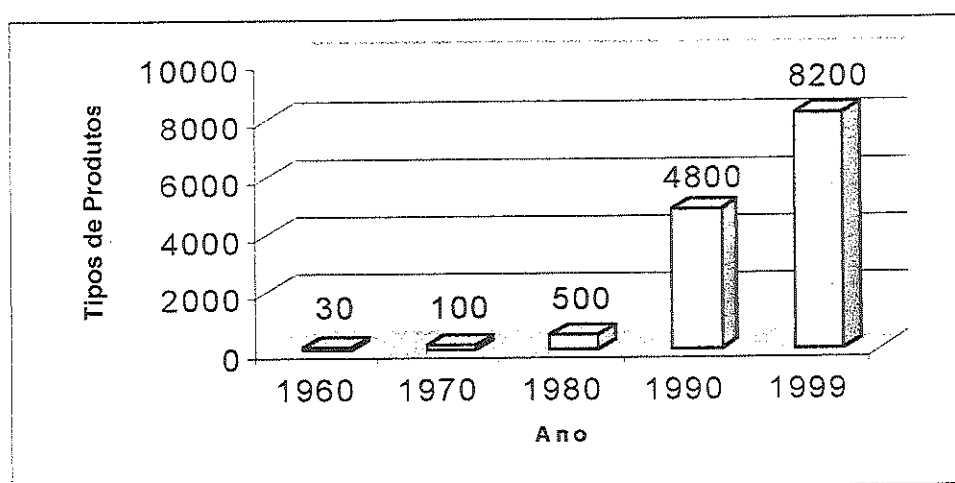


Figura 9.1 – Evolução da variedade (tipos) de produtos

Dado o enorme número de combinações de cores, tipos de acionamento, características elétricas e mecânicas e, aplicações possíveis, os produtos foram classificados em quatro grandes grupos, que por sua vez estão subdivididos em famílias:

- Grupo I: Aplicação Eletrônica - 24 famílias
Eletrodomésticos, informática, comandos eletrônicos, Indústria automobilística, brinquedos, etc.

- Grupo II: Aplicação Elétrica - 8 famílias
Máquinas industriais, acionadores de motores de baixa potência, painéis de comando, etc.

- Grupo III: Máquinas e Motores - 11 famílias
Máquinas industriais, motores de duas velocidades, reversão de motores, máquinas operatrizes manuais, circuitos elétricos especiais (comutadoras), etc.

- Grupo IV: Proteção - 3 famílias
Circuitos de entrada residenciais, comerciais e industriais, chaves de proteção para caixas de água, controle pneumáticos, etc.

Essa grande quantidade de diferentes tipos de produtos é consequência, sobretudo, da mudança de perfil dos clientes, que predominantemente eram empresas do setor comercial e, passou a ser empresas do setor industrial, que demandam maior diversidade de tipo, cores, tamanhos, características mecânicas e elétricas, sendo que atualmente, cerca de 90% da produção é destinada à outras indústrias. A Figura 9.2 ilustra essa mudança no perfil comercial da Empresa.

Atualmente (Agosto/1999), a Empresa produz aproximadamente 3 milhões de produtos/mês, ou 140 mil produtos/dia, ou ainda, mais de 15 mil/hora, trabalhando em um único turno, 44 horas por semana, tendo um faturamento anual da ordem de US\$ 25 milhões.

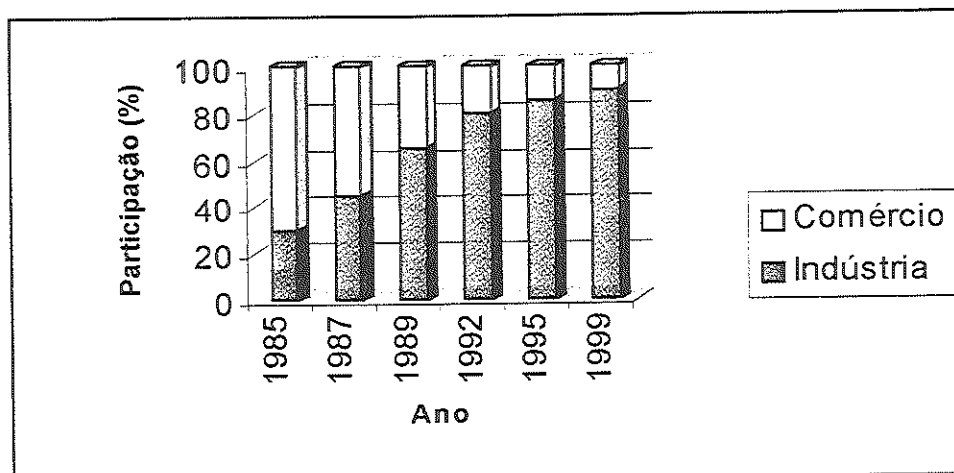


Figura 9.2 – Perfil de Clientes

A estrutura organizacional (Figura 9.3) da Empresa é bastante enxuta, sendo que todas as suas atividades empresariais (produtivas, administrativas e comerciais), encontram-se divididas em 6 departamentos cada qual com seu respectivo gerente, subordinados diretamente à Diretoria, na figura do Diretor-Superintendente.

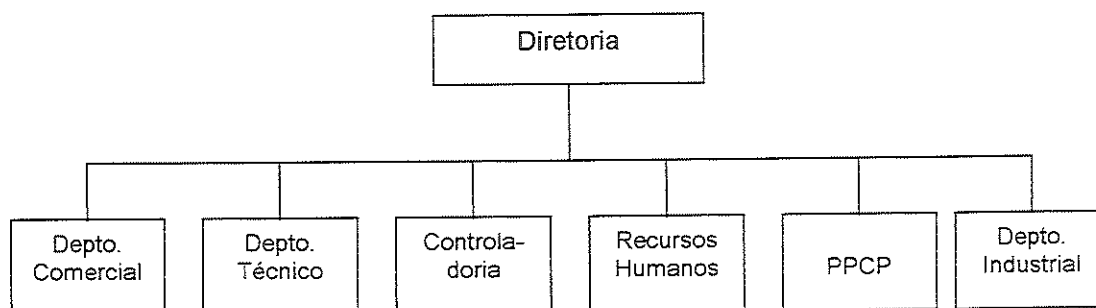


Figura 9.3 – Estrutura Organizacional da Empresa

Ainda com relação aos aspectos organizacionais e institucionais, a Empresa tem tido uma crescente preocupação no que se refere à educação e treinamento de seus funcionários, nas mais diversas

atividades, proporcionando a estes incentivos e facilidades, a fim de tornar acessível esse aprimoramento, através de cursos para formação educacional (ensino fundamental e médio) e profissional (treinamentos operacionais, treinamentos técnicos e preparação para outros cargos). Dessa forma, foram e estão sendo ministrados cursos na própria Empresa por profissionais do SESI, SENAI, bem como por outras instituições de ensino técnico-profissionalizante, além de cursos externos, em outras cidades, para os mais diversos níveis e atividades. A título de referência, atualmente, neste segundo semestre de 1999, mais de 90 funcionários estão cursando o Ensino Médio, através do Telecurso 2000, com professores e instalações mantidos pela Empresa. Em média, cada profissional recebe mais de 70 horas de treinamento por ano, considerando-se o pessoal administrativo e produtivo. Podemos através da Tabela 9.1 verificar o nível de escolaridade dos funcionários até este momento.

Tabela 9.1 – Nível de Escolaridade

Escolaridade	%
Não Alfabetizado	0,21
1º Grau Completo ou Cursando	13,28
2º Grau Completo ou Cursando	77,73
3º Grau Completo ou Cursando	7,28
Pós-Graduação Completo ou Cursando	1,50

Socialmente, a Empresa representa importante papel na cidade, sendo notória sua participação em atividades esportivas e sociais, patrocinando, organizando ou participando de gincanas, torneios, campeonatos municipais ou regionais em diversas modalidades esportivas, atraindo o interesse, sobretudo dos jovens, a ingressarem em seu quadro funcional. Sob este aspecto, grande parte da mão-de-obra utilizada em suas linhas de montagem constitui-se, fundamentalmente, de jovens, menores de

idade, entre 15 e 17 anos, de ambos os sexos, em idade escolar, possibilitando à estes a oportunidade do primeiro emprego.

Tecnologicamente, a Empresa tem investido na modernização e adequação dos processos produtivos, através da aquisição de novos equipamentos, bem como no aprimoramento dos métodos de gestão da produção, que será melhor discutido posteriormente.

Cabe mencionar ainda, o destacado nível de informatização da Empresa, que através de uma rede multiusuária, gerenciada por um sistema Novell, com cerca de 130 terminais interligados *on line*, espalhados por todos os setores (incluindo-se aí, as áreas produtivas), permite um completo e amplo controle do fluxo de dados, tornando ágil e eficiente a troca de informações entre as mais diversas áreas da Empresa, facilitando o controle da produção.

Em Agosto de 1998, a Empresa obteve a certificação de seu sistema da qualidade conforme os requisitos da norma NBR ISO 9002, através o órgão certificador americano U.L. (*Underwrites Laboratories*). Essa política de aperfeiçoamento da qualidade e produtividade tem trazido muitos e bons resultados para toda a Empresa, despertando a consciência e a preocupação dos funcionários para a necessidade de se buscar, cada vez mais, melhores e maiores resultados, através do aprimoramento dos métodos e das técnicas de produção, fundamentadas sobretudo no respeito ao indivíduo. Isso vem sendo conseguido através de exaustivo esforço por parte da gerência da Empresa, que tem adotado uma política de freqüentes e intensos treinamentos para todos os funcionários da organização, conforme mencionado.

9.3 Setores Produtivos

Para melhor entendimento e compreensão do sistema de administração da produção, apresenta-se a seguir a descrição dos principais setores produtivos da Empresa: Estamparia, Tornearia, Injetoras, e Montagem. Todos esses setores estão subordinados ao Departamento Industrial, representado na figura do Gerente Industrial.

9.3.1 Estamparia

No setor de Estamparia são produzidas peças como contatos, alavancas, terminais, caixas metálicas e outros tipos de peças estampadas. As principais matérias-primas utilizadas são materiais metálicos laminados, ferrosos e não ferrosos (cobre, bronze, latão, tombac, entre outros), em chapas ou bobinas. Neste setor são produzidas, mensalmente, mais de 12 milhões de peças, distribuídas em 756 tipos.

Contanto com aproximadamente 80 máquinas, entre prensas, guilhotinas, rosqueadeiras e máquinas de solda, as peças processadas podem chegar a ser trabalhadas em até 12 máquinas, muito embora a maioria necessite apenas passar por uma ou duas máquinas. A grande maioria das peças sofrem tratamento superficial (banhos eletroquímicos ou pintura com tinta epoxi) que é executado pelo setor de Tratamento de Superfície (Galvanoplastia).

O *layout*, ou arranjo físico, é funcional (*job shop*), sendo as máquinas separadas por similaridade de operações, ou seja, prensas com prensas, rosqueadeiras com rosqueadeiras e, assim por diante. O estoque de matérias-primas bem como o estoque de peças processadas pelo setor ficam na própria área, em almoxarifados específicos.

9.3.2 Tornearia

O setor de Tornearia é responsável pela produção de diversos tipos de peças: buchas, alavancas, porcas, parafusos, molas, entre outras. Existem aproximadamente 60 máquinas ou equipamentos neste setor, distribuídos entre tornos revólveres automáticos, tornos automáticos monofusos, furadeiras de bancada, furadeiras de coluna radial e máquinas de molas. As peças, na maioria das vezes, não são processadas por mais que três ou quatro máquinas, embora algumas possam chegar a até nove máquinas.

Este é o setor que apresenta menor diversidade de peças, 245 tipos, sendo que a quantidade mensal produzida é de aproximadamente 3 milhões de unidades.

O *layout* é do tipo funcional, sendo o agrupamento de máquinas organizado segundo a função a executar. Similarmente à Estamparia, existe no setor de Tornearia espaço destinado ao armazenamento de matérias-primas, que em sua grande maioria é constituída de materiais metálicos trefilados, ferrosos e não ferrosos, sob a forma de barras redondas, quadradas e sextavadas, bem como arames em rolos e tubos. O estoque de peças fabricadas pela Tornearia também se encontram em área dentro do setor.

9.3.3 Injetoras

Devido ao grande número de cores, esse setor é o que produz a maior diversidade de peças, cerca de 1680 diferentes tipos, distribuídas entre teclas, molduras, alavancas e caixas (corpo do interruptor), que correspondem a aproximadamente 7 milhões de unidades/mês. A produção dessas peças é feita em aproximadamente 50 máquinas, considerando-se aí os diversos tipos de injetoras automáticas para termoplásticos, extrusoras, máquinas manuais de conformação plástica

de termofixos e algumas prensas hidráulicas, todas elas dispostas sob arranjo físico funcional.

Como nos setores anteriores, as matérias-primas utilizadas, bem como as peças produzidas são armazenadas dentro do próprio setor de Injetoras. As principais matérias primas utilizadas são termoplásticos para injeção (poliamidas, polietileno, PVC, ABS), termofixos (baquelite) e pigmentos.

9.3.4 Montagem

O setor de Montagem é subdividido em “Montagem Interna” e “Montagem Externa”, chamados dessa forma por ocuparem áreas distintas, sendo que uma delas está localizada fora do prédio principal da Empresa, em uma área anexa, daí o nome “Montagem Externa”.

Na “Montagem Externa” são produzidos produtos de tamanho físico maior, com características de acionamento mecânico, constituindo a família de produtos mais antiga da Empresa. Por sua vez, a “Montagem Interna” é responsável pela produção da grande maioria de produtos, com dimensões menores e maior sofisticação tecnológica.

O *layout* da “Montagem Interna” consiste em 16 linhas de montagem com esteiras transportadoras e 4 linhas sem esteiras. Todas as linhas com esteira transportadora podem montar qualquer tipo de produto dentro da família já pré-definida, a não ser quando a demanda de um determinado produto justifique a sua produção exclusiva. Essa versatilidade e flexibilidade é possível graças a facilidade de preparação de uma linha para receber um produto e pela montagem ser

manual. Na “Montagem Externa” existem duas linhas de produção sem esteira transportadora.

A linha de montagem é formada basicamente de uma bancada com uma esteira transportadora no centro, sendo as operações executadas nos dois lados dessa bancada. A disposição física, bem como a quantidade de montadores e método de montagem, é definida através de estudo de tempos e métodos realizada pelo Departamento Industrial. Para o auxílio da montagem são utilizadas máquinas de solda, dispositivos mecânicos e pequenas prensas pneumáticas.

Nos setores de montagem, somente existe estoque de peças necessárias à produção dos itens que estão sendo processados naquele momento, ou seja, materiais em processo. Os componentes necessários à montagem são “comprados” juntos aos setores produtivos (Estamparia, Tornearia e Injetoras), bem como junto ao Almoarifado Central (componentes comprados), conforme a demanda.

Após a montagem dos produtos, estes são enviados à área de Expedição onde ocorre a separação dos pedidos, a embalagem e posterior expedição aos clientes.

9.4 O Sistema de Controle da Produção

Conforme mencionado anteriormente, a Empresa caracteriza-se por um processo de produção intermitente e repetitivo. Entretanto, devido à enorme variedade de produtos (cerca de 8200 se consideradas as diversas combinações estéticas e funcionais) o volume de produção apresenta-se bastante irregular, coexistindo produtos com elevado grau de repetibilidade bem como outros produzidos especialmente para determinados clientes, em pequenas quantidades.

Outro aspecto que aumenta ainda mais a irregularidade no fluxo de produção, é o fato de que a Empresa somente produz contra pedido, ou melhor, todos os produtos que estão sendo produzidos numa dada linha de montagem já estão vendidos. Acrescenta-se, então, que o processo produtivo da Empresa é intermitente, repetitivo e contra pedido.

Como decorrência disso, não existe estoque de produtos acabados (estoque zero), uma vez que todos os pedidos, depois de concluídos pelas linhas de montagem, são imediatamente enviados para os clientes.

Surge então, como se denomina na Empresa, um "Sistema Híbrido de Produção". Ele é considerado híbrido por considerar simultaneamente aspectos do controle da produção tradicional (controle de estoques para matérias-primas, ponto de compra (encomenda), ordens de fabricação), técnicas modernas de gestão da produção, utilizando alguns elementos da filosofia *Just-in-Time* (Kanban, por exemplo), bem como outros elementos do MRP (*Material Requirements Planning*), cujo sistema foi desenvolvido internamente e, que apresentados posteriormente. Pode-se verificar, simplicadamente, o inter-relacionamento destas técnicas através da Figura 9.4.

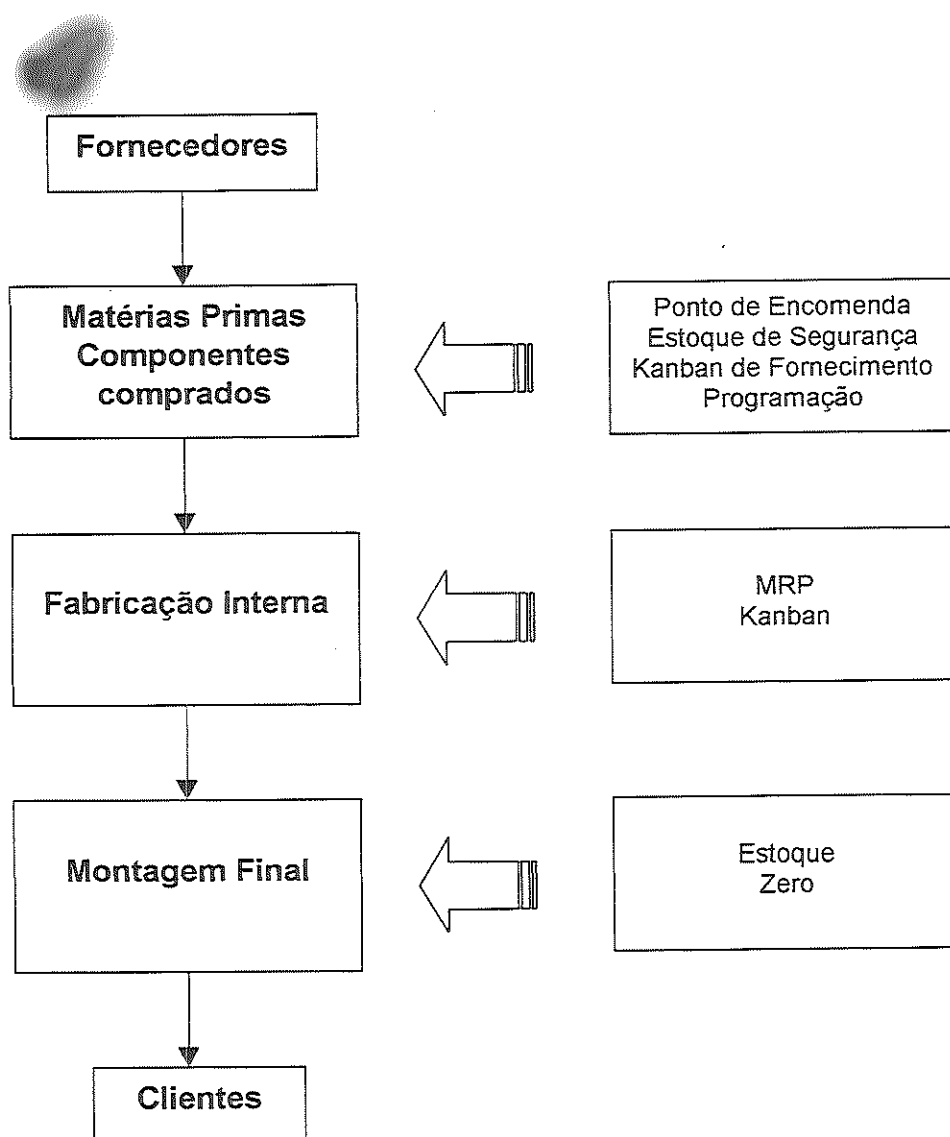


Figura 9.4 – Sistema Híbrido de Produção

9.4.1 Planejamento, Programação e Controle da Produção

O departamento de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP), como os outros departamentos da Empresa, está subordinado à Diretoria na figura do Diretor-Superintendente.

A sua estrutura funcional compreende as seções de Programação e Controle da Produção (PCP), subdividida em três

subseções: Materiais, Fabricação e Produto e, a seção de Compras, conforme podemos verificar na Figura 9.5, abaixo:

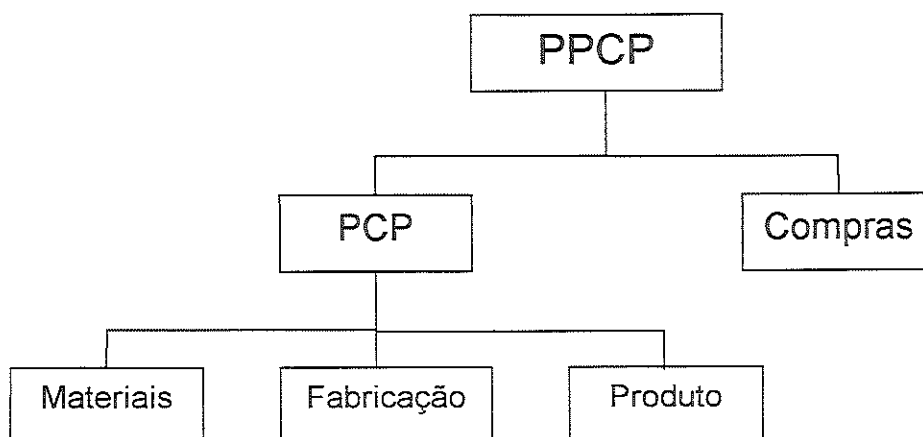


Figura 9.5 – Estrutura funcional do Departamento de PPCP

O PPCP desempenha fundamental papel na Empresa, sendo responsável pela compra de materiais, diretos e indiretos, desde o contato, a negociação, o recebimento e a armazenagem física (o setor de Almoxarifado está subordinado à seção de Materiais), além das funções inerentes e tradicionais atribuídas a este tipo de departamento em qualquer indústria. A estrutura "enxuta" do PPCP torna ágil e eficiente as trocas de informações entre as partes, facilitando e integrando as atividades operacionais da Empresa que, somado às facilidades proporcionadas pelo sistema computacional instalado, fornece informações atualizadas e instantâneas sobre o andamento da produção (apontamento de produção, baixa de matéria-prima, etc.), permitindo grande rapidez no atendimento aos clientes e ao Departamento Comercial.

Assim, o PPCP tem, entre outras, as seguintes responsabilidades ou funções:

- Estudo e análise de capacidade das linhas de produção;

- Gerenciamento do sistema de lotes de produção (Sistema Kanban);
- Compras, cotações, *follow-up* (acompanhamento de ordens abertas) de materiais diretos e indiretos;
- Controle do recebimento de materiais e sua checagem com os pedidos de origem;
- Controle do sistema de movimentação e transporte de materiais diretos e indiretos até a fábrica;
- Controle do *lead time* das linhas de montagem;
- Acompanhamento e apuração dos índices de produtividade das linhas de montagem;
- Estudo e análise de valor do produto;
- Planejamento das necessidades de produção e materiais;
- Controle e administração do almoxarifado de materiais diretos e indiretos;
- Controle de entrada e saídas de materiais;
- Qualificação comercial e avaliação de fornecedores;
- Tomadas de ações corretivas do produto;
- Controle de não-conformidades verificadas nos itens produzidos;
- Plano de melhoria contínua e adequabilidade dos processos de sua área;
- Qualificação e treinamento de pessoal de sua área;
- Planejamento e Controle da Produção.

9.4.2 Ponto de Encomenda ou Ponto de Compra

A Empresa, por decorrência da instabilidade e irregularidade nos prazos de entrega por parte dos fornecedores de materiais diretos, e até mesmo indiretos, mantém junto aos processos produtivos um estoque de matérias-primas fundamentais e suficiente para garantir o fornecimento de peças às linhas de montagem.

Advém daí a necessidade de uma política de controle de estoques de forma a assegurar o suprimento de materiais a todas as áreas produtivas. Nesse tocante, a Empresa adotou um sistema tradicional, baseado no ponto de reencomenda, que emite uma solicitação de compra de um material qualquer, tão logo seu estoque atinja um nível preestabelecido, atingindo portanto, o ponto de encomenda.

Esse procedimento é totalmente informatizado, uma vez que as baixas de materiais, diretos e indiretos, são feitas diretamente pelo usuário (seções produtivas ou almoxarifado) em terminais da rede, de forma *on line*. Informatizou-se, assim, todas as atividades de "Kardex" da Empresa, sendo automática e instantânea as emissões das solicitações de compra, que após análise pela área de Materiais, são passadas ao Setor de Compras, que efetuará sua aquisição conforme os parâmetros definidos pela área de Materiais, sobretudo quantidades e prazos. Paralelamente, os registros de entradas/saídas de materiais, são constantemente atualizados, alimentando o sistema.

9.4.3 Estoque Zero

Conforme mencionado anteriormente, não existe na Empresa nenhum estoque de qualquer tipo ou modelo de produto acabado. Esta política adotada visa evitar o acúmulo ou encalhe de produtos, decorrentes de variações de demanda ou erros de previsão. Surgiu assim, a necessidade da elaboração e implementação de um sistema de controle da produção que permitisse o rápido atendimento aos clientes, uma vez que aqueles produtos constantes dos pedidos feitos por estes, deveriam ser ainda processados e montados, levando à uma grande integração do sistema e sincronismo de informações.



9.4.4 MRP na Empresa

Em meados da década de 80 a Empresa iniciou o processo de informatização das funções administrativas e produtivas. A partir daí começou-se o desenvolvimento de sistemas para todos seus os Departamentos. O Centro de Processamento de Dados (CPD), área responsável pelo desenvolvimento e manutenção dos sistemas, bem como da rede lógica e física de computadores, foi responsável pela construção desses sistemas conforme os Departamentos definiam suas necessidades.

Através de solicitação do Departamento de PPCP, foi realizado a análise de diversos “pacotes” de gestão da produção disponíveis no mercado, sendo que não foi encontrado, naquela ocasião, nenhum software que atendesse às necessidades da Empresa, sobretudo por não contemplar seus aspectos particulares e intrínsecos e, a eventual adequação (“customização”) daqueles softwares existentes seriam onerosas, inviabilizando sua aquisição e operacionalização.

Desta forma, optou-se por desenvolver um sistema de gestão da produção, empregando-se a lógica do MRP (*Material Requirements Planning*), adaptado às necessidades da Empresa, utilizando-se para isso o Dataflex, linguagem de programação para gerenciamento de bancos de dados.

Inicialmente, esse sistema MRP efetuava somente a explosão dos produtos acabados, confrontando com a posição dos estoques disponíveis e gerando a necessidade líquidas de materiais a serem adquiridos de fornecedores externos ou a serem produzidos internamente pelos setores produtivos, gerando um relatório que dava suporte às áreas de Planejamento de Materiais e Compras, assim como aos setores de produção internos. Posteriormente foram agregadas outras funcionalidades à esse sistema, como o módulo CRP (*Capacity Requirements Planning*) que

faz o cálculo da necessidade de horas de produção/montagem baseado na quantidade de produtos acabados existentes na Carteira de Pedidos.

A Empresa produz somente contra pedido, não existindo estoques de produtos finalizados, ou seja, tudo o que é produzido num dado momento, em suas linhas de montagem, já está, virtualmente, comprometido para o fornecimento a compradores e, portanto, a pedidos de venda.

Assim, é necessário a confecção de um plano de produção baseado em quantidades e itens comercializados pelo Departamento Comercial (Vendas) – Carteira de Pedidos. Isso é feito, periodicamente, acumulando-se os produtos já comprometidos (empenhados), que são lançados no sistema computacional, sendo que após o processamento dessas quantidades, é emitido o chamado Mapa de Produção. Geralmente estes mapas são gerados duas vezes por semana, dependendo das quantidades acumuladas durante o período e, discriminam as quantidades e tipos de produtos que necessitam ser produzidos e enviados aos clientes nos próximos dias. O Mapa de Produção especifica exatamente a quantidade, datas de término previsto da produção, características funcionais (capacidade elétrica, tipo de acionador, etc.) e estéticas (cores, gravações, etc.) por linha de montagem, sendo entretanto, que estas quantidades são limitadas à capacidade dos respectivos centros de produção. Este procedimento, que simula o tempo necessário para a montagem das quantidades vendidas com a capacidade (hora-homem) das linhas é feito automaticamente pelo sistema computacional através do módulo CRP, balanceando todo o sistema produtivo. Eventualmente, é necessária a intervenção direta, quando da urgência de entrega de um pedido, sendo então realocados funcionários das linhas com maior ociosidade, para aquela que apresenta carência de capacidade.

Depois de gerado o Mapa de Produção, que será entregue às linhas de montagem, tem-se que garantir o suprimento das peças constituintes dos produtos.

Surge aí, a necessidade de "explodir-se" o Mapa de Produção, que explicitará as necessidades de peças, as quais genericamente as chamaremos de materiais. Esta "explosão" é feita pelo módulo MRP, que tendo acesso à estrutura de cada produto (árvore do produto), é capaz de gerar a necessidade bruta de peças (materiais) que serão necessárias para serem montadas num futuro próximo, definido pelo horizonte dos pedidos existentes no Departamento Comercial. Essas necessidades de materiais são então confrontadas com os estoques de peças disponíveis, mantidos pelas diversas seções produtivas, que resultará, então, na necessidade líquida de materiais.

Essa necessidade líquida de materiais é transformada em relatórios que são repassados às respectivas seções produtoras (estamparia, tornearia, injeção, etc.), sendo que o atendimento à estas necessidades ocorre através da produção dos itens em lotes controlados por cartões (sistema Kanban). Também são verificados nesse momento, pelo módulo CRP, se a quantidade de horas necessárias à produção desses itens não excederão a capacidade (hora-máquina) do respectivo centro de produção. Da mesma forma, quando há necessidade, realocações de pessoal ou até mesmo horas-extras são mantidas a fim de assegurar o fornecimento de materiais para as linhas montadoras.

Peças compradas também têm suas necessidades levantadas e calculadas *time phased*, sendo que o sistema MRP também gera um relatório com as necessidades de materiais comprados, mas como o horizonte contemplado pelo MRP que é baseado, como já dissemos, na carteira de pedidos, é quase sempre inferior ao prazo de aquisição dos

materiais (cotação, negociação, emissão de pedido de compra, prazo de entrega do fornecedor, recebimento e liberação dos materiais), a aquisição de materiais é feita, na grande maioria dos casos, sob a política de estoques anteriormente descrita. Esse relatório gerado, com informações relativas às necessidades de materiais é utilizado para suporte às áreas de Materiais e Compras para a execução de *follow-up* dos pedidos de compras já colocados.

Pode-se notar, portanto, a existência de dois elementos fundamentais do MRP no sistema de controle da produção da Empresa:

- Plano Mestre, sob a forma de Mapa de Produção;
- Planejamento da Capacidade, tanto das linhas de montagens como dos setores produtivos.

9.4.5 Kanban Interno

Até 1987 a Empresa tinha seu sistema de produção fundamentado na previsão de demanda, que por sua vez era baseada em dados históricos, ou seja, calculava-se a média da demanda para um dado período passado, e este resultado deveria ser extrapolado para um período futuro. Isso acarretava muitas vezes no acúmulo de estoques de produtos acabados. Optou-se então, pelo desenvolvimento de um sistema que permitisse maior flexibilidade e precisão no atendimento à demanda.

Assim, nesse mesmo ano, desenvolveu-se um sistema utilizando-se alguns princípios do Kanban: a movimentação do fluxo de materiais era feita em lotes, e cartões (de produção) permitiam o controle desses lotes por toda a fábrica, indicando o que deveria ser produzido, com a finalidade de ajustar a produção à demanda. A Figura 9.6 apresenta de forma esquematizada o funcionamento do Sistema Kanban na Empresa.

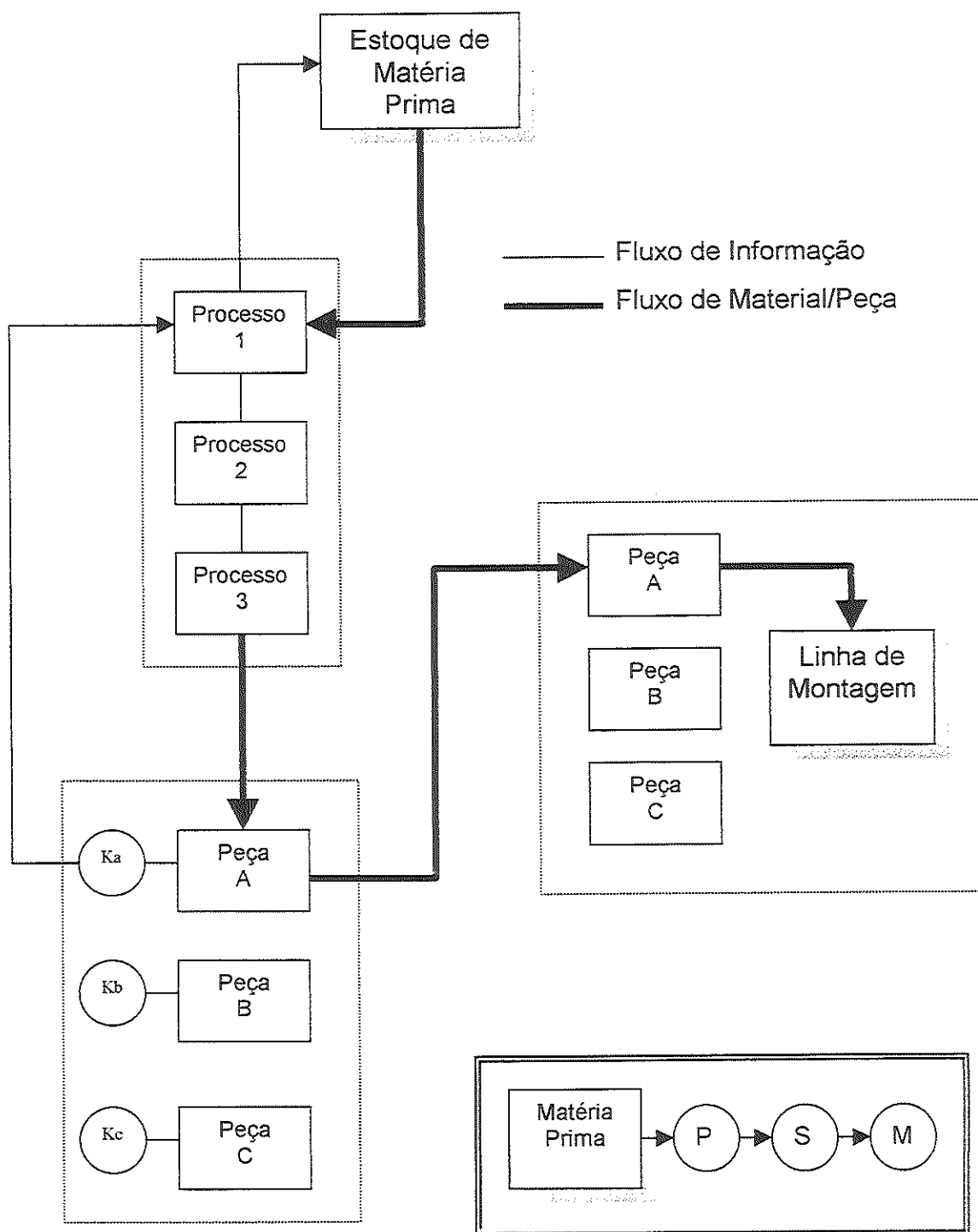


Figura 9.6 – Esquema Simplificado do Sistema Kanban

Entendendo-se o sistema Kanban utilizado e ilustrado na Figura 9.6, as matérias-primas somente são transportadas aos centros de manufatura, identificados como “Processo 1”, “Processo 2” e “Processo 3” depois que ocorre a necessidade de produção de um determinado item. Similarmente, a reposição de peças ocorre após o seu respectivo consumo pelas linhas de montagem. Essa informação para a movimentação/reposição de peças chega aos almoxarifados através de sinais visuais (cartões kanban), que são colocados em quadros indicando que houve o consumo e transferência dos materiais/peças para as linhas de montagem, que por sua vez, receberam informações relativas à necessidade de confecção de produtos acabados, para os quais já existem pedidos firmes colocados por clientes.

Vale ressaltar que existiu uma peculiaridade bastante grande na definição do número de lotes Kanbans: todos os itens controlados por esse sistema eram divididos em três lotes, sendo a quantidade por lote determinada pela média do consumo destes itens nos últimos meses. Para facilitar a compreensão, utilizaremos um exemplo:

Supondo "X" uma peça qualquer, e tendo verificado uma demanda (ou consumo) mensal deste item conforme a seqüência: 1200 peças no mês 1, 1400 no mês 2, 800 no mês 3, 1500 no mês 4 e 1100 no mês 5, encontraremos, portanto, uma média mensal de 1200 peças. Essa média mensal, por sua vez era dividida por três, pois três era o número fixo de lotes. Finalmente, teríamos três lotes de 400 peças "X".

Não se considerou para o dimensionamento dos lotes qualquer critério mais elaborado, como tempo de fabricação, *setup*, ciclo de reposição, tamanho do contenedor, repetibilidade ou sazonalidade de demanda. Indiscriminou-se, portanto, todas as peças, pois todas tiveram o

mesmo tratamento: todas teriam três lotes, sendo a quantidade por lote determinada por seu consumo mensal médio.

9.4.5.1 Vantagens do Sistema Kanban existente

As vantagens desse sistema reside fundamentalmente no aspecto funcional. É bastante simples a compreensão e interpretação daquilo que precisa ser produzido. A existência de apenas três cartões facilita muito o controle visual, uma vez que os quadros Kanban encontram-se divididos em três faixas (verde, amarela e vermelha), cabendo a cada uma destas faixas somente um cartão. Assim, a faixa verde representa o "pulmão" do sistema, a faixa amarela corresponde à zona de fabricação e a vermelha a faixa de segurança.

A manipulação e operacionalização do sistema, por ser tão simples, evita a ocorrência de enganos ou falhas, uma vez que o número limitado e igual de cartões permite a imediata compreensão da situação de qualquer item, a qualquer momento.

9.4.5.2 Restrições do Sistema Kanban existente

Apesar de convencionado alguns critérios para classificação e atualização do tamanho e número de lotes, alguns lotes apresentam-se defasados, sendo que a fonte de dados pode não estar atualizada, ocasionando grandes incorreções no sistema.

Como o sistema foi originalmente dimensionado com base nos dados de 1987, e havendo, evidentemente, uma mudança no perfil do consumidor, e conseqüentemente no perfil do mercado, é natural, portanto, que se verifique a existência de lotes subdimensionados para aqueles itens que tiveram sua demanda incrementada, e outros superdimensionados, para aqueles itens que tiveram sua demanda reduzida

e irregular, criando a necessidade de redefinir o sistema Kanban da empresa.

Decorre, então, duas grandes conseqüências:

- Como não se levou em consideração o tempo de produção requerido para produzir cada lote, surgem casos onde o tempo de reposição de um único lote excede vários dias de produção, tornando sua reposição morosa, ocasionando a retirada de peças na "bica" a fim de atender às necessidades das linhas de montagem. Paralelamente, pode-se gerar o aparecimento de "gargalos", uma vez que este equipamento fica impedido para a produção de outros itens que venham a ser necessários.
- O superdimensionamento de alguns lotes pode gerar o acúmulo de grandes quantidades de peças em processo, isto é, na montagem, e mesmo nos supermercados, ocupando espaço físico desnecessário e em alguns casos, devido às características da peça, esta pode apresentar degradação (peças injetadas) ou corrosão/oxidação (peças estampadas, torneadas e banhadas).

9.4.5.3 Novo sistema de lotes Kanban

Apresentado o panorama atual da Empresa, é possível concluir que alguns aspectos ligados ao controle da produção, mais especificamente ao controle do fluxo e produção de materiais, por ter sido estruturado sobre uma base de dados já obsoleta e fora da atual realidade, necessitaria de uma revisão.

Pensou-se em diversas formas para aprimorar o sistema vigente, desde a simples atualização da fonte de dados, o que atualizaria o tamanho dos lotes, sem contudo modificar o sistema (3 cartões kanbans para todos os itens), até sua total e completa reformulação.

Baseando-se nas restrições apontadas acima e, considerando-se que o sistema Kanban melhor se aplica aos itens com grande repetibilidade e alto volume (vide Capítulo 6), desenvolveu-se uma nova tratativa para o dimensionamento dos lotes e forma de liberação da produção.

Assim sendo, para itens que apresentavam demanda esporádica, com intervalos acima de 4 meses sem terem sido consumidos, foi estabelecido o “Kanban de disparo”, ou seja, não mais existiriam os 3 lotes que convencionalmente eram mantidos e o item somente seria produzido quando surgisse a demanda, verificada através do processamento (explosão) do MRP, baseado na carteira de pedidos de clientes. Neste caso, quando acontece a demanda de um determinado item enquadrado neste critério, um cartão “Kanban de disparo” é colocado no quadro Kanban, já na faixa de fabricação, indicando a necessidade urgente do item e, convencionou-se que o lote de fabricação, ou lote econômico (quantidade mínima a ser produzida) nunca seria inferior a 4 vezes o tempo de preparação do item, ou seja, se para preparar a máquina para a fabricação do item leva-se 15 minutos, o tempo de processamento, ou produção efetiva, deve ser de 60 minutos, ou 4 vezes 15 minutos (tempo de preparação).

Itens com pequena demanda, mas demanda constante, mês a mês, tiveram seu número de lotes Kanbans diminuídos para dois ou mesmo um único lote, sendo que a quantidade mínima de produção obedece à mesma sistemática descrita no parágrafo anterior.

Itens com demanda regular e grande consumo continuaram a ter o mesmo tratamento, ou seja, 3 lotes, mas o tamanho (quantidade) dos lotes seriam atualizados periodicamente, baseados no cálculo do consumo médio verificado nos 6 meses anteriores à atualização.

9.5 Kanban Externo

Durante o período considerado para este estudo, desenvolveu-se um sistema de reposição de materiais diretos, fornecidos por terceiros, baseado em um modelo de fornecimento (compra) JIT. Este sistema teve o objetivo de reduzir o estoque físico de materiais, e conseqüentemente a área de armazenamento necessária para sua estocagem. Caracteriza-se fundamentalmente por entregas de materiais mais freqüentes e em menores quantidades.

Mais importante que a emissão freqüente, é a qualidade assegurada destes materiais. O fornecedor deve responsabilizar-se pela boa qualidade e pela pontualidade das entregas, evitando assim, paradas nas linhas de montagem. Desta forma, o desenvolvimento e escolha do fornecedor deve ser bastante criteriosa para que aconteça o comprometimento de ambas as partes.

9.5.1 Implantação

Inicialmente optou-se pela escolha de um material cujo fornecedor já havia demonstrado interesse em participar desse novo sistema, onde as remessas seriam mais freqüentes, porém em menores quantidades. Deveria haver flexibilidade desde o fornecedor, uma vez que as quantidades de cada pedido seriam variáveis. Dessa forma, pelos motivos acima mencionados, escolheu-se 10 tipos de parafusos, produzidos por um único fornecedor, que representam significativa parcela daquilo que é comprado pela Empresa.

O dimensionamento do sistema - determinação do número de lotes, bem como quantidade por lotes - foi baseado em um histórico recente da demanda destes artigos. Considerou-se, neste instante, por razões de segurança, o maior destes consumos mensais. Este por sua vez seria novamente seccionado para prazos quinzenais e esta quantidade,

dividida por 10 (que é o número de dias úteis de uma quinzena) representaria o consumo diário, que a princípio seria a quantidade de peças por lote, havendo portanto, 10 lotes, um para cada dia. Aqueles parafusos que tinham utilização em mais de uma linha de montagem, teve essa quantidade diária novamente dividida pelo número de linhas consumidoras, e conseqüentemente, o número de cartões (ou lotes) seria multiplicado na mesma proporção, de tal modo que a quantidade total de parafusos daquele tipo permanecesse constante. O exemplo abaixo esclarece este procedimento:

Considerando-se o parafuso "A", cuja demanda nos 3 últimos meses foi: 240 mil, 220 mil e 300 mil parafusos, respectivamente. Sendo 300 mil a maior demanda, esta é então considerada para efeito de cálculo. Estima-se, portanto, como sendo de 150 mil a demanda quinzenal. Esta quantidade é dividida, então, por 10 (número de dias úteis), resultando numa demanda diária média de 15 mil parafusos.

Se não existir mais que uma linha consumidora do parafuso "A", ficaria então, 10 lotes de 15 mil peças cada. No caso de existir 2 linhas consumidoras, seriam 20 lotes de 7,5 mil parafusos cada. Cada lote é acompanhado de seu respectivo cartão kanban, com informações básicas sobre sua identificação e especificações, bem como seu tamanho (quantidade de peças/lote). Estes materiais (parafusos) são estocados e armazenados em prateleiras do Almoxarifado Central, junto às quais existem quadros Kanban onde os cartões são depositados após a "compra" do lote.

O funcionamento do sistema é bastante simples: o funcionário ao necessitar de parafusos retira o lote deste material e, coloca o respectivo cartão no quadro. Após intervalos regulares de uma semana é feito o levantamento do consumo semanal (em lotes), e estas quantidades

são requisitadas ao fornecedor para serem entregues no prazo de uma semana.

Assim, a quantidade de lotes consumidos na primeira semana é solicitada ao fornecedor, que os entregará no final da segunda semana. Durante a segunda semana, restaria para consumo os lotes remanescentes da semana anterior. Esta quantidade tem que ser suficiente até a nova reposição, correspondente ao *lead time* do sistema.

Expandiu-se posteriormente o sistema para a aquisição de baquelite (três tipos), matéria-prima fundamental para a empresa. A determinação do número de lotes, bem como a quantidade por lote, seguiu o mesmo procedimento descrito anteriormente. Manteve-se ainda o período semanal de reposição.

No que se refere ao fornecimento de materiais, notou-se logo no início, certa instabilidade na entrega de parafusos, tanto no que se refere a quantidade e prazo. Entretanto esta situação foi rapidamente regularizada, não trazendo, portanto, maiores conseqüências para o bom funcionamento do sistema.

É importante mencionar que durante a implantação do sistema não houve qualquer resistência ou dificuldade por parte do funcionários, para o seu adequado funcionamento. Evidentemente, foi necessário o treinamento e orientação, bem como acompanhamento nos momentos iniciais da implantação de modo a garantir o correto funcionamento do sistema.

9.6 Integração Kanban-MRP na Empresa

Conforme mencionado no Capítulo 7, é comum verificar em organizações que se utilizam de sistemas híbridos, especificamente sistemas integrados MRP-Kanban, a adequação de certas

características encontradas em cada sistema isoladamente. Assim na Empresa, o MRP não atua diretamente no controle e definição das atividades no “chão-de-fábrica”, função exercida pelo sistema Kanban.

Dessa forma, após a “explosão” das necessidades de materiais efetuada pelo MRP, as quantidades líquidas necessárias de itens fabricados são analisadas e passadas aos setores produtivos através de Relatórios de Produção, onde constam informações sobre o que, quanto e quando se faz necessária a produção dos itens. Entretanto, a reposição dessas quantidades só é feita segundo o sistema Kanban (descrito anteriormente), em lotes definidos pelos respectivos cartões, somente após o consumo daquelas quantidades existentes nos “Supermercados” (estoques de peças nos setores produtivos), ou no caso do Kanban de disparo, após a concretização da demanda. Assim o MRP fornece subsídios para uma programação futura, antecipando as necessidades, preparando os centros de produção, enquanto que o Kanban representa a situação atual, determinando o fluxo de materiais no “chão-de-fábrica”.

Paralelamente, devido às novas necessidades impostas por exigência da Norma NBR ISO 9002, item Identificação e Rastreabilidade de Produto, torna-se imprescindível o controle e identificação do produto durante todas as etapas do processo. Criou-se então, documentos que permitissem o acompanhamento do produto, desde o fornecedor de matéria-prima até o cliente final, fechando todo o ciclo de produção.

Para melhor entendimento de todo o processo produtivo da Empresa, a Figura 9.7 apresenta um diagrama de fluxo de dados (DFD) mostrando o relacionamento entre as diversas etapas e setores produtivos, representando o sistema atual completo.

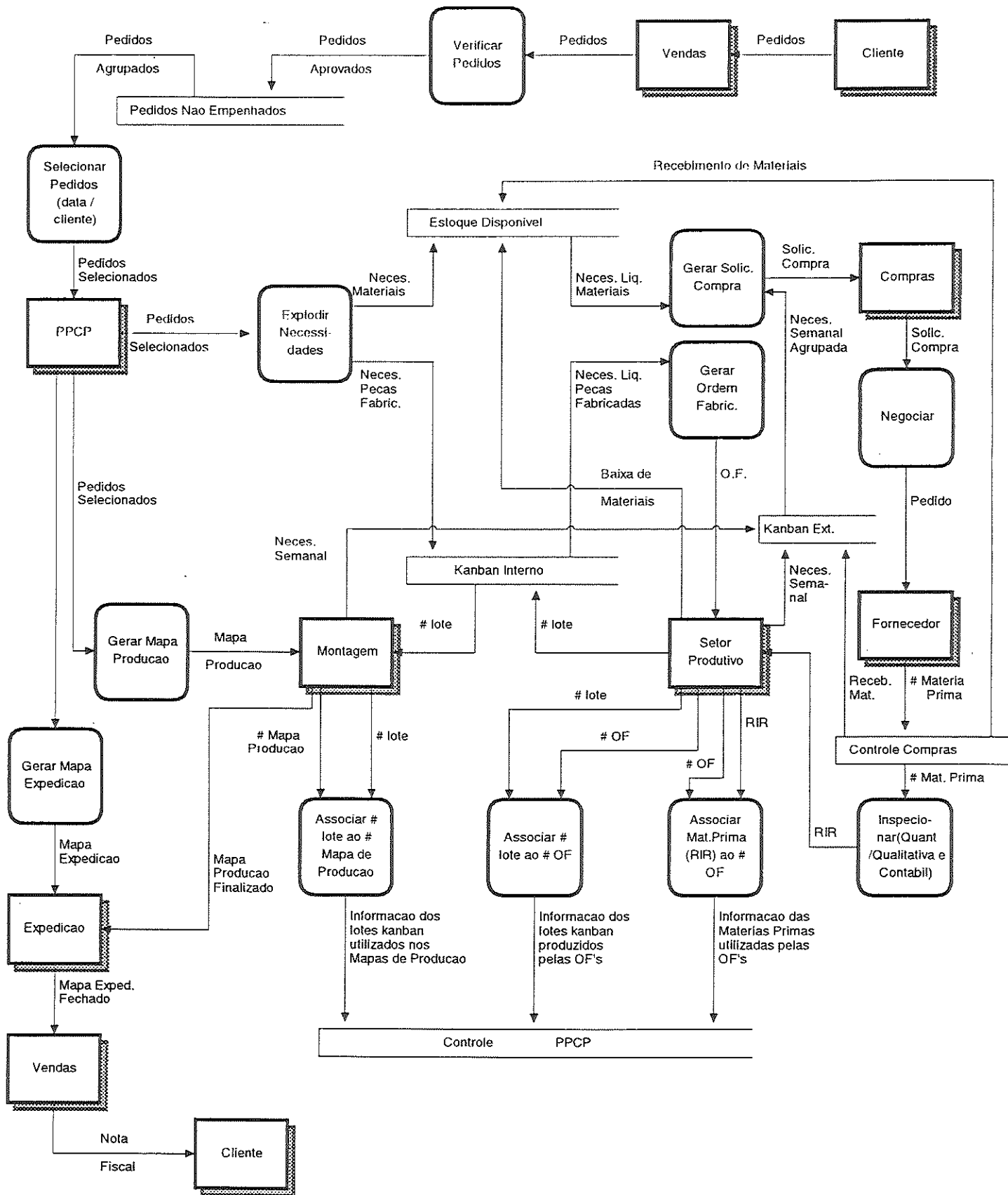


Figura 9.7 – DFD do Sistema de Administração da Produção

Pode-se, portanto, resumir o sistema de controle da produção da Empresa nas seguintes etapas fundamentais:

- recebimento dos pedidos dos clientes;
- avaliação dos pedidos;
- concentração dos pedidos;
- explosão dos pedidos;
- geração do Mapa de Produção;
- geração dos Relatórios de Produção;
- geração das Solicitações de Compra;
- associação da matéria-prima / lotes produzidos / mapa de produção / pedido do cliente.

9.7 O Sistema Integrado de Gestão da Empresa

Como já comentado anteriormente, a Empresa possui uma ampla rede de computadores já implantada, sendo suportada por uma rede Novell e sistemas desenvolvidos sobre a linguagem de programação Dataflex. O Centro de Processamento de Dados (CPD), constituído por profissionais das áreas de Análise de Sistemas, Desenvolvimento e Manutenção de Sistemas, Suporte ao Usuário e Administração de Rede, é o setor responsável pelo gerenciamento do sistema de informação da Empresa.

A origem dos sistemas informatizados data de 1985 quando foram feitas as aquisições dos primeiros microcomputadores, que eram restritos a aplicações básicas, utilizando-se aplicativos simples, bem como planilhas eletrônicas e editores de texto. Progressivamente novos equipamentos foram sendo agregados e atualizados e, novos sistemas desenvolvidos. Atualmente são encontrados equipamentos de última geração, sistemas contra falta de energia (*no break*), sistemas redundantes de cópia de arquivos (*back-up*), informatizando e automatizando diversas áreas. A fim de garantir e manter o sistema atualizado, a Empresa

destina, anualmente, mais de 100 mil dólares para aquisições de equipamentos e softwares e, treinamento do pessoal de informática.

Em 1990 foi realizado um estudo dos diversos sistemas de gestão disponíveis comercialmente, mas nenhum atendia plenamente as necessidades da Empresa. É importante ressaltar que naquela época a oferta de sistemas era pequena e a dificuldade de adaptação (customização) dos aplicativos inviabilizavam a aquisição de um pacote pronto, optando-se pelo desenvolvimento de soluções próprias.

Através de necessidades levantadas pelos Departamentos, o CPD desenvolve sistemas específicos, adaptados às características da Empresa. Assim, o desenvolvimento de um novo aplicativo acontece de forma esporádica e não planejada, acarretando alguma vezes, na duplicidade de dados e informações. De qualquer maneira, os sistemas existentes e desenvolvidos internamente, abrangem praticamente todas as operações da Empresa, desde as atividades operacionais, relacionadas à produção, até as atividades contábeis e financeiras.

Pode-se citar, entre outros, os seguintes módulos ou aplicativos existentes atualmente:

- Módulos relacionados a Operações e *Supply Chain Management*
 - Previsões/Análises de Vendas
 - Lista de Materiais e Estrutura de Produtos
 - Programação Mestre de Produção (MPS)
 - Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP)
 - Análise de Capacidade (RCCP e CRP)
 - Compras
 - Controle de Produção ("Chão-de-Fábrica")

- Controle de Estoques
- Sistema de Qualidade

- Módulos relacionados à Gestão Financeira/Contábil/Fiscal
 - Contabilidade Geral
 - Custos
 - Contas a Pagar/Receber
 - Gestão de Pedidos/Faturamento
 - Recebimento Fiscal
 - Gestão de Caixa
 - Gestão de Ativos

- Módulos relacionados à Gestão de Recursos Humanos
 - Pessoal (relações trabalhistas/convênios)
 - Folha de Pagamento
 - Seleção e Treinamento

Verifica-se, portanto, a existência de um sistema integrado de gestão empresarial, que mesmo não abrangendo a totalidade das atividades da Empresa, desenvolvido internamente e, tendo algumas restrições funcionais, caracteriza o que se pode chamar de sistema ERP (conforme vimos no Capítulo 8). Isso aponta o caminho natural que levou a Empresa a investir em sistemas de informação como forma de aumentar sua competitividade, trazendo inúmeras vantagens competitivas, conforme apresentado em seguida.

9.8 Avaliações e resultados

9.8.1 Resultados – Kanban Interno

Considerou-se como referência para efeito de avaliação das mudanças efetuadas no Sistema Kanban interno, ou seja, de peças manufaturadas internamente, um conjunto de 20 componentes pertencentes a uma determinada família de produtos, que por ser um produto com pequena variabilidade de cores (preto e vermelho) e especificações dimensionais (pequeno e grande), é produzido em quantidades regulares próximas a 250 mil unidades/mês, parecendo-se adequado para submetê-lo ao Sistema Kanban.

Dessa forma, a única alteração efetuada foi a atualização do tamanho (quantidade de peças) dos lotes kanban, sendo que não foi alterada a quantidade de lotes que permaneceu três para cada item/componente.

O principal resultado obtido foi a sensível redução dos níveis de estoques em processo e de peças acabadas. A Tabela 9.2 apresenta a posição dos estoques, antes e depois da atualização dos lotes Kanban, verificando-se uma redução de 67% em quantidade e 56% em valor. Esses dados foram obtidos após 3 meses da alteração do sistema.

Tabela 9.2 – Resultados: Kanban Interno
Posição do Estoque Médio no Supermercado

Tipo	Custo de 1000 unidades (US\$)	Posição Anterior		Posição Posterior	
		qtde (unidade)	Valor (US\$)	qtde (unidade)	Valor (US\$)
Peça 1	6,00	26124	156,74	18000	108,00
Peça 2	5,96	29650	158,83	12000	71,52
Peça 3	6,14	15000	92,15	12000	73,68
Peça 4	2,89	56546	163,42	27000	78,03
Peça 5	14,74	52690	776,65	24000	353,76
Peça 6	27,43	64718	1775,21	36000	987,48
Peça 7	4,55	221828	1009,32	45000	204,75
Peça 8	4,10	175100	717,91	54000	221,40
Peça 9	45,58	77378	3526,89	36000	1640,88
Peça 10	3,23	403124	1302,09	63000	203,49
Peça 11	8,05	13716	110,41	9000	72,45
Peça 12	8,36	9178	76,73	9000	75,24
Peça 13	7,98	11318	90,32	9000	71,82
Peça 14	3,77	11936	45,00	9000	33,93
Peça 15	24,03	8294	199,30	6000	144,18
Peça 16	31,61	67564	2135,70	24000	758,64
Peça 17	6,42	98940	635,19	30000	192,60
Peça 18	5,19	99318	515,46	36000	186,84
Peça 19	75,39	40290	3037,46	24000	1809,36
Peça 20	5,38	67476	363,02	30000	161,40
Total		1550196	16887,80	513000	7449,45
Redução (%)				67	56

9.8.2 Resultados – Kanban Externo

Verificou-se após alguns meses, uma redução da ordem de 50 a 75% do estoque de parafusos e baquelite (vide tabelas 9.3 e 9.4).

Tabela 9.3 – Resultados: Kanban Externo Parafusos
Posição do Estoque

Tipo	Posição Anterior	Posição Máx. Posterior	Posição Provável Posterior
	qtde (unidade)	qtde (unidade)	qtde (unidade)
Parafuso 1	269600	120000	60000
Parafuso 2	215520	100000	50000
Parafuso 3	195790	160000	80000
Parafuso 4	443640	300000	150000
Parafuso 5	296860	160000	80000
Parafuso 6	13500	10000	5000
Parafuso 7	10000	4500	2250
Parafuso 8	50650	30000	15000
Parafuso 9	48400	10000	5000
Parafuso 10	278000	120000	60000
Total	1821960	1014500	507250
Redução (%)		44	72

Tabela 9.4 – Resultados: Kanban Externo Baquelite
Posição do Estoque

Tipo	Posição Anterior	Posição Máx. Posterior	Posição Provável Posterior
	qtde (kg)	qtde (kg)	qtde (kg)
Baquelite 1	2640	1200	600
Baquelite 2	2190	1200	600
Baquelite 3	1890	900	450
Total	6720	3300	1650
Redução (%)		51	75

Conseqüentemente aumentou-se também o giro do estoque, reduziu-se o impacto financeiro que existia anteriormente, pois o inventário era repostado em prazos maiores (períodos de 30 dias ou mais) o que acarretava grande desembolso financeiro. Houve uma simplificação bastante grande para o setor de Compras, deixando-se de gerar as solicitações de compras, eliminando-se as cotações, agilizando o processo

de aquisição destes materiais. Outro aspecto que merece ser enfatizado é que o controle do consumo semanal tornou-se visual e extremamente simples, através da leitura direta do número de cartões no quadro.

9.8.3 Resultados – Sistema de Administração da Produção

Baseando-se nos seis aspectos de desempenho de um sistema produtivo apresentados por CORRÊA *et al.* (1999), que têm (ou podem ter) papel estratégico para a competitividade da organização, apresenta-se, em seguida, seus impactos dentro da Empresa analisada.

9.8.3.1 Influência nos custos

As maiores influências relacionadas aos custos estão no planejamento dos materiais comprados e na adequada utilização dos recursos produtivos.

A disponibilidade de informações e agilidade na atualização das posições dos estoques fornece subsídios para uma melhor programação de materiais, tornando possível a reposição dos itens certos, nas quantidades certas, nos momentos certos. Como consequência, após a implantação do Sistema de Administração da Produção, utilizando-se a política de estoques já apresentada anteriormente, foi possível verificar a redução nos níveis de estoques, tanto de materiais comprados, como de materiais em processo (peças fabricadas internamente). Paralelamente e, também como consequência disso, o custo de manutenção e estocagem foram diminuídos. As figuras 9.8 e 9.9 mostram os resultados encontrados, para matérias-primas, considerando-se a cobertura do estoque bem como o seu valor financeiro.

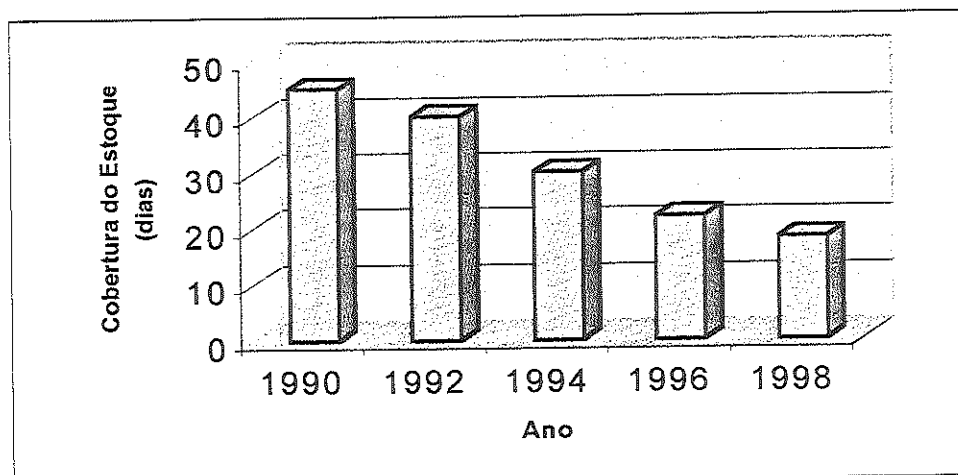


Figura 9.8 – Posição dos Estoques de Matérias-Primas

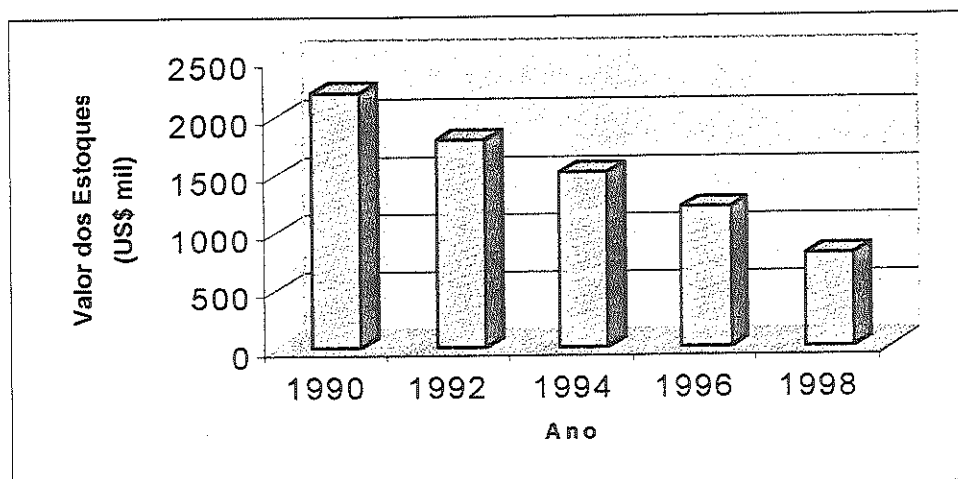


Figura 9.9 – Valor dos Estoques de Matérias-Primas

Apesar de não quantificadas, o simples fato de melhor executar a função de planejamento de materiais comprados e produção, trouxe outras vantagens à Empresa: redução dos custos financeiros de aquisição, de obsolescência, sobras e interrupções do sistema por faltas de materiais, bem como, redução dos custos de produção decorrente da definição adequada de prioridades no uso dos recursos produtivos.

9.8.3.2 Influência na velocidade de entrega

A velocidade de entrega é influenciada diretamente pelo tempo de passagem (processamento) dos materiais pelo sistema produtivo. O correto planejamento e controle dos recursos necessários à produção (materiais, mão-de-obra e capacidade instalada, entre outros), conferiu à Empresa grande agilidade no atendimento dos pedidos, sendo que o prazo de entrega, que considera a data da confirmação do pedido por parte do cliente até a efetiva entrega para o mesmo, gira em torno de apenas 5 dias úteis. Convém ressaltar que antes da implantação e consolidação do Sistema de Administração da Produção, esse prazo era de aproximadamente 20 dias, devido sobretudo às dificuldades de programação e aquisição de materiais e à incorreta alocação das Ordens de Fabricação, que ora excedia a capacidade existente, ora tornava certos setores ou linhas de montagens ociosos.

A rápida velocidade de entrega atual trouxe expressiva competitividade à Empresa, uma vez que a grande maioria dos seus clientes consideram este aspecto fundamental quando da escolha do fornecedor, permitindo-lhes maior segurança e flexibilidade na programação de suas compras.

9.8.3.3 Influência na confiabilidade de entregas

A confiabilidade de entregas está diretamente associada à confiabilidade e disponibilidade de informações precisas sobre a situação dos recursos produtivos. A utilização do Sistema de Administração da Produção na Empresa, conforme mencionado anteriormente, tem fornecido ao Departamento de PPCP várias informações que facilitam a programação e seqüenciamento dos pedidos dos clientes, fazendo com que 99% desses pedidos sejam entregues na data acordada quando de seu recebimento pelo Departamento Comercial (Vendas). Conforme dados históricos, em 1990 a confiabilidade de entrega era de

apenas 60%, ou seja, 40% dos pedidos chegavam com atraso ou com algum tipo de problema ao cliente.

9.8.3.4 Influência sobre a flexibilidade de saídas

A Empresa apresenta grande flexibilidade no atendimento aos clientes, em diversas situações: antecipações ou postergações de entregas, alterações (aumento ou redução) na quantidade de produtos, bem como modificações nos tipos de produtos. Essa flexibilidade está relacionada à grande e rápida capacidade de reação que o Sistema de Administração da Produção existente na Empresa proporciona ao Departamento de PPCP. São freqüentemente aceitas reprogramações, cancelamentos ou modificações de pedidos, sem que com isso ocorram atrasos ou maiores dificuldades no processamento desses pedidos reprogramados e/ou modificados.

9.8.3.5 Influência sobre a qualidade do produto

Como efeito indireto, o Sistema de Administração da Produção utilizado tem colaborado com a melhoria da qualidade do produto através da identificação dos problemas de qualidade, que foram revelados através da redução dos níveis de estoques e, que agora são tratados e analisados a fim de corrigí-los e preveni-los. Outro aspecto importante e que foi observado após a implantação do Sistema de Administração da Produção é a redução de problemas relacionados à troca indevida ou montagem errada, consequência da utilização de peças/componentes errados. O Sistema mantém registros corretos e atualizados sobre as composições dos produtos (listas de materiais e estruturas de produtos). Além disso, através do Sistema é possível efetuar a rastreabilidade de defeitos dos produtos até o ponto do processo que os gerou, tornando possível a identificação das causas básicas desses defeitos, para posterior análise, correção e prevenção.

9.8.3.6 Influência sobre o serviço prestado ao cliente

O uso do Sistema fornece diversas informações, atualizadas constantemente, acerca do andamento de determinado pedido, disponibilizando-se ao cliente informações rápidas e precisas.

Além disso e, principalmente, como decorrência dos pontos anteriormente citados (redução dos custos de estoques/produção, velocidade e confiabilidade de entregas, flexibilidade e qualidade do produto), proporcionados pela utilização do Sistema de Administração da Produção, trouxe à Empresa grande vantagem competitiva, sendo que ano após ano, ela tem recebido menções e prêmios de destaque de fornecimento conferidos por seus clientes, importantes indústrias nacionais e multinacionais, produtoras de eletro-eletrônicos e montadoras de veículos, entre outras.

10

CONCLUSÕES

A proposta inicial do presente texto era mostrar o importante papel que Sistemas de Administração da Produção, seja ele qual for, representa para as empresas, sobretudo no que se refere aos aspectos estratégicos, voltados principalmente para alavancar a vantagem competitiva das organizações, quer através de melhorias técnicas ou de gestão.

Dessa forma, baseando-se nos seis aspectos estratégicos indicados por CORRÊA *et al.* (1999): influência nos custos, na velocidade de entrega, na confiabilidade de entrega, na flexibilidade de saídas, na qualidade do produto e nos serviços prestados ao cliente – procurou-se evidenciar através de um estudo de caso realizado em uma organização do setor industrial, representante das empresas médias nacionais, o real impacto que o Sistema de Administração da Produção trouxe para a consecução dos objetivos estratégicos e organizacionais da Empresa.

Para que fosse possível efetuar essa análise, iniciou-se o estudo conceituando teoricamente os vários sistemas de administração da produção envolvidos e utilizados pela Empresa, para somente então descrever sua situação atual, seus métodos e sistemas aplicados.

Considerando-se que a realidade operacional e funcional da Empresa estudada contém características tão particulares, com inúmeras variáveis, verificamos que nenhum sistema de administração da produção, isoladamente, sem adaptações, atenderia as necessidades exigidas pela Empresa. Somente a combinação de diversas técnicas e filosofias, adaptadas às características culturais e organizacionais, trouxe resultados tangíveis, relacionados sobretudo ao desempenho financeiro e comercial da Empresa.

Assim, a aplicação de um modelo (sistema) misto (híbrido) de administração da produção, agregando características e ferramentas de Sistemas Convencionais de Administração da Produção (PCP convencional), MRP/MRP II e Kanban/JIT, trouxe expressiva capacidade de gestão da produção e, por extensão, de gestão de toda a Organização, refletida na sua significativa e destacada participação no mercado nacional, dentro do setor em que atua.

Esse modelo vem de encontro com aquilo que HIRATA *et al.* (1991) menciona em seu texto: “a não existência de um modelo universal” – e, com aquilo que SACOMANO (1990) chama de “hibridismo funcional”, resultante da combinação de diversas técnicas.

Conforme apresentado no Capítulo 9, todos os seis aspectos estratégicos apontados por CORRÊA *et al.* (1999) sofreram impactos, em diferentes graus, trazendo resultados satisfatórios sobre os

aspectos relacionados a custos, satisfação do cliente, qualidade do produto, velocidade e confiabilidade de entregas e flexibilidade de atendimento.

Através da redução dos custos de estoques, tanto de materiais comprados como de materiais processados, associados à uma melhor utilização dos recursos produtivos disponíveis, fez com que o custo global de fabricação fosse menor, possibilitando à Empresa trabalhar com maiores margens de lucro e/ou reduzir os preços finais dos produtos acabados, conferindo portanto, maior competitividade e, conseqüente incremento de vendas.

Com o melhor controle dos recursos produtivos, considerando-se aqui a disponibilidade de mão-de-obra, materiais e maquinário, fácil e rápido acesso às informações, foi possível aumentar a velocidade de entrega, flexibilizar o atendimento e garantir as entregas nas datas e condições acordadas. Curtos prazos, ampla variedade de escolha de produtos, facilidade em reprogramar pedidos de clientes e entregas pontuais representaram importantes diferenciais “ganhadores de pedidos”, conferindo à Empresa melhores condições comerciais.

Semelhantemente, a melhora no nível de qualidade, obtida através da correção e prevenção de falhas reveladas pela redução de estoques, permitiu à Empresa garantir prazos, reduzir custos e fornecer produtos com alta confiabilidade operacional. Adicionalmente, informações acuradas e disponíveis facilitavam a pronta comunicação com seus parceiros comerciais (fornecedores e clientes), constituindo-se em outro diferencial competitivo, aprimorando o serviço prestado ao cliente.

Acerca do que foi mencionado e após o prévio conhecimento dos diferentes tipos de sistemas empregados no controle da

produção e, do estudo efetuado em uma unidade industrial, é possível concluir que:

- Não existe um modelo ideal ou geral de sistema de administração da produção que possa ser adotado indistintamente por qualquer empresa, mesmo em empresas semelhantes quanto ao tipo de processo, produto e tamanho.
- O uso simultâneo e conjunto de mais de um sistema de administração da produção pode representar a solução para as deficiências apresentadas individualmente por cada sistema.
- É possível o emprego de técnicas japonesas de administração da produção em qualquer tipo de empresa ou processo produtivo, desde que esta obedeça aos pré-requisitos básicos e fundamentais, que constituem condição indispensável e mínima para a obtenção de êxito quando da implantação do novo sistema.
- A adequação das técnicas preconizadas pelos diversos autores de obras sobre os assuntos abordados neste texto, às características inerentes a cada organização ou unidade fabril, é fator determinante para a implantação bem sucedida de qualquer sistema que busque o aprimoramento e otimização da produção.
- A conscientização, treinamento e valorização de todas as pessoas da organização, ligadas direta ou indiretamente aos processos de mudanças organizacionais ou melhoria da produtividade, tem que ser a prioridade das organizações, pois é comum entre diversos estudiosos e autores a preconização de que apenas 30% destes processos estão baseados em técnicas e os restantes 70%, em aspectos comportamentais.

- A implementação de atividades paralelas e complementares que tenham como objetivo comum o desenvolvimento da organização, devem receber atenção especial por parte da gerência e da direção das empresas, sendo a única forma de assegurar a continuidade do processo de melhoria.

Verificou-se ainda, que a modificação dos procedimentos até então utilizados pela Empresa, trouxe rápido e surpreendentes resultados, demonstrando claramente a necessidade de se buscar continuamente o aprimoramento do processo produtivo. Este aprimoramento não deve concentrar-se apenas em melhorias e renovações de equipamentos e métodos, mas sobretudo no treinamento e respeito ao indivíduo.

Vale notar que não é essencial ao funcionamento do JIT o uso do computador, porém a integração com os módulos e recursos do MRP resultaram em ótimos resultados para a Empresa, tornando-a extremamente flexível e ágil no atendimento aos pedidos dos clientes.

Diante do exposto, não se pretende induzir ou sugerir um único pensamento, que somente através de modelos híbridos seria possível a obtenção de resultados favoráveis. Outras empresas, outras culturas, outros mercados, podem definir condições diferentes daquelas vivenciadas neste estudo de caso, o que poderia levar à adoção de um modelo diferente daquele apresentado. A aplicação de modelos convencionais, ou modelos sem combinações de diferentes sistemas, podem em determinadas circunstâncias, ser mais adequada e eficiente do que o modelo utilizado na Empresa estudada. Isso reafirma que não existem regras, modelos, técnicas ou receitas que podem ser “exportadas” ou copiadas para organizações diferentes sem antes adequá-las às suas próprias características e necessidades.

Buscou-se assim, ao longo deste texto, demonstrar que a aplicação de qualquer técnica ou sistema, depende antes de tudo, da adaptação destas aos aspectos inerentes a cada organização, respeitando-se as limitações e particularidades dos indivíduos, dos fatores culturais e comportamentais. Tentou-se ainda, evidenciar que a busca da produção ideal é uma meta que envolve o comprometimento de todos, sem exceção, e que esta meta antes de constituir um projeto é um processo que não tem fim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSE, G.J.; RAO, A. (1988). Implementing JIT with MRPII Creates Hybrid Manufacturing Environment. In: Pires, S.R.I. (1995). *Gestão Estratégica da Produção*. Piracicaba, Editora Unimep.

BUFFA, E.S. (1975). Basic production management. In: Sacomano, J.B. (1990). *Uma análise da estrutura funcional do planejamento e controle da produção e suas técnicas auxiliares*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

BURBIDGE, J.L. (1983). *Planejamento e controle da produção*. Tradução: Luiz Henrique S. Cruz. São Paulo, Editora Atlas.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N. (1993). *Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. São Paulo, Editora Atlas.

CORRÊA, H.L. et al. (1999). *Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação*. 2ª edição. São Paulo, Editora Atlas.

DELEERSNYDER, J.L. et al. (1992). Integrating Kanban Type Pull System and MRP Type Push System: Insights from a Markovian Model. In: Pires, S.R.I. (1995). *Gestão Estratégica da Produção*. Piracicaba, Editora Unimep.

ESCRIVÃO FILHO, E. (1987). *CCQ e "Just-in-Time": uma análise integrada*. Dissertação (Mestrado) – PUC. São Paulo.

FERRO, J.R. (1990). *Aprendendo com o "Ohnoísmo" (produção flexível em massa); Lições para o Brasil*. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.

FINCH, B.J.; COX, J.F. (1986). An Examination of Just-in-Time Management for the Small Manufacturer: With an Illustration. In: Pires, S.R.I. (1995). *Gestão Estratégica da Produção*. Piracicaba, Editora Unimep.

FULLMANN, C. et al. (1989). *MRP / MRP II, MRP III (MRP + JIT + Kanban), OPT e GDR*. São Paulo, IMAM.

FUNK, J.L. (1989). A Comparison of Inventory Cost Reduction Strategies in a JIT Manufacturing System. In: Pires, S.R.I. (1995). *Gestão Estratégica da Produção*. Piracicaba, Editora Unimep.

GASNIER, D. (1997). *Entendendo os sistemas ERP/MRP*. São Paulo, Jornal do IMAM. Edição Agosto.

HABERKORN, E. (1999). *Teoria do ERP – Enterprise Resource Planning*. São Paulo, Makron Books.

HIRATA, H. et al. (1991). *Alternativas sueca, italiana e japonesa ao paradigma fordista: elementos para discussão sobre o caso brasileiro*. Universidade de São Paulo/Instituto de Estudos Avançados – Coleção Documentos/Série Político Científica e Tecnológica 6, maio. 38p.

HUTCHINS, D. (1993). *Just in Time*. Tradução: Sonia Maria Corrêa. São Paulo, Editora Atlas.

JOHNSON, L.A.; MONTGOMERY, D.C. (1974). Operations research in production planning scheduling and inventory control. In: Resende, M.O.;

SACOMANO, J. B. (1997). *Princípios dos Sistemas de Planejamento e Controle da Produção*. Reimpressão. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

KARMAKAR, U. (1991). Getting Control of Just-in-Time. In: Pires, S.R.I. (1995). *Gestão Estratégica da Produção*. Piracicaba, Editora Unimep.

KOTTER, J. Liderando mudança.(1997) In: Corrêa, H.L. et al.(1999) *Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação*. 2ª edição. São Paulo, Editora Atlas.

LOGISTICS TRAINING INTERNATIONAL. (1996). *Gerenciamento da logística e cadeia de suprimentos*. Tradução: Sônia Mello. São Paulo, IMAM.

MONDEN, Y. (1984). *Produção sem estoques: uma abordagem prática ao Sistema de Produção da Toyota*. Tradução: Antonia V. Pereira Costa, et al. São Paulo, IMAM.

MOURA, R.A.; UEMEDA, A. (1984). *Sistema Kanban de manufatura "Just-in-Time": uma introdução às técnicas de manufatura japonesas*. São Paulo, IMAM.

ORLICKY, J.A. (1975). *Material requirements planning*. New York, John Wiley.

PIRES, S.R.I. (1995). *Gestão Estratégica da Produção*. Piracicaba, Editora Unimep.

RAO, A. (1989). A Survey of MRP II Software Supplier's Trends in Support of Just-in-Time. In: Pires, S.R.I. (1995). *Gestão Estratégica da Produção*. Piracicaba, Editora Unimep.

RAO, A.; SCHERADA, D. (1988). Moving From Manufacturing Resource Planning to Just-in-Time Manufacturing. In: Pires, S.R.I. (1995). *Gestão Estratégica da Produção*. Piracicaba, Editora Unimep.

RESENDE, M.O. (1989). *Planejamento e controle da produção: teoria e prática da indústria mecânica no Brasil*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

RESENDE, M.O.; SACOMANO, J. B. (1997). *Princípios dos Sistemas de Planejamento e Controle da Produção*. Reimpressão. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

RIBEIRO, P.D. (1984). *KANBAN - Resultados de uma experiência bem sucedida*. Rio de Janeiro, COP Editora.

RICE, J.W.; YOSHIKAWA, T. (1982). *A comparison of Kanban and MRP concepts for the control of repetitive manufacturing systems*. Production & Inventory Management, vol. 23, no. 1, First Quarter.

RUSSO, R.D.B. (1997). *Aplicabilidade dos sistemas de planejamento e controle da produção na indústria pesada de bens de capital sob encomenda de produtos não repetitivos*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SACOMANO, J.B. *Uma análise da estrutura funcional do planejamento e controle da produção e suas técnicas auxiliares*. Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1990.

SCHONBERGER, R.J. (1982). *Japanese Manufacturing Techniques: Nine Hidden Lessons in Simplicity*. New York, The Free Press.

SILVER, E.A.; PETERSON, R. (1984). *Decision systems for inventory management and production planning*. 2ª edição. New York, John Wiley.

SKINNER, W. (1969). Manufacturing-Missing Link in Corporate Strategy. In: Pires, S.R.I. (1995). *Gestão Estratégica da Produção*. Piracicaba, Editora Unimep.

SUGIMORI Y. et al. Sistema de Produção Toyota e sistema Kanban: materialização dos sistemas "Just-in-Time" e respeito a condição humana. In: Monden, Y. (1984). *Produção sem estoques: uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota*. São Paulo, IMAM.

TRAVIS, M. (1999). *ERP Selection*. APICS Magazine. Volume 9, Nº 6.

UTTERBACK, J. (1994). Mastering the dynamics of innovation. In: Corrêa, H.L. et al. (1999). *Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação*. 2ª edição. São Paulo, Editora Atlas.

VASCONCELLOS, M.A. (1979). Leituras sobre planejamento e controle da produção. In: Sacomano, J.B. (1990). *Uma análise da estrutura funcional do planejamento e controle da produção e suas técnicas auxiliares*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

WANTUCK, K.A. (1989). Just in Time for America. In: Pires, S.R.I. (1995). *Gestão Estratégica da Produção*. Piracicaba, Editora Unimep.

WIGHT, O.W. (1984). *Production and inventory management in the computer age*. New York, Van Nostrand Reinhold.

ZACCARELLI, S.B. (1987). Programação e controle da produção. 5ª edição. São Paulo, Editora Pioneira.