

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PLANEJANDO E CONTROLANDO A PRODUÇÃO EM
UM AMBIENTE ERP : UM ESTUDO DE CASO**

KARL HEINZ KLUMPP

SANTA BÁRBARA D'OESTE, SP
1999

PLANEJANDO E CONTROLANDO A PRODUÇÃO EM UM AMBIENTE ERP : UM ESTUDO DE CASO

KARL HEINZ KLUMPP

ORIENTADOR: PROF. DR. SÍLVIO R. I. PIRES

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Gerência da Produção.

**Santa Bárbara d'Oeste, SP
1999**

PLANEJANDO E PROGRAMANDO A PRODUÇÃO EM UM AMBIENTE ERP: UM ESTUDO DE CASO

Karl Heinz Klumpp

**Dissertação de Mestrado defendida em 23 de setembro de 1999, aprovada pela Banca
Examinadora constituída pelos Professores:**

Prof. Dr. Silvio R. I. Pires – (Orientador)
UNIMEP

Prof. Dr. José Antônio Arantes Salles
UNIMEP

Prof. Dr. José Benedito Sacomano
EEES / USP

Santa Bárbara d'Oeste – SP
1999

À minha família e amigos:

Dedico este trabalho a minha esposa, filhos e amigos pelo incentivo e apoio à continuidade das atividades de formação e aprimoramento profissional.

O Autor

Agradecimentos:

Infelizmente não é possível agradecer a cada esforço individual das pessoas e empresa que contribuíram graciosamente com informações e tempo na compilação dos dados apresentados neste trabalho. Entretanto os seus esforços são profundamente reconhecidos.

Karl Heinz Klumpp

SUMÁRIO:

Resumo:	XI
1 - INTRODUÇÃO:	01
2 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	
-Estratégias da Manufatura Dirigindo o Gerenciamento da Produção	04
3 – ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS	06
3.1 - Estratégia Corporativa	08
3.2 - Estratégia Competitiva das Unidades de Negócios	11
3.3 - Estratégias Funcionais	15
4 - PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE PRODUTIVA	20
4.1- Planejamento, Programação e controle da Produção	23
- Custos	24
- Qualidade	25
- Velocidade de Entrega	25
- Confiabilidade de Entrega	26
- Flexibilidade	27
4.2 – Planejamento da Produção	28
4.3 - Programação da Produção	29
4.4 - Controle da Produção	30
4.5 - Sistemas mais usuais de PCP	43
4.5.1 – MRP	32
4.5.2 - MRP II	36

- Funcionamento do MRP II	41
- Formas de Funcionamento do MRP II	46
- Vantagens e Limitações do MRP II	47
4.5.3 – Just in Time	48
- JIT X Abordagem Tradicional	50
- O Uso do JIT, Eliminando Desperdícios	56
- Aspectos a Serem Considerados em um Projeto de Implementação do JIT	58
- Planejamento, Programação e Controle da Produção para o JIT	65
- O Sistema Kanban	67
- Vantagens e Limitações no uso do JIT	70
4.5.4 - O.P.T.	71
- Os Princípios do OPT	71
- Vantagens e Limitações do OPT	78
4.5.5 – Leitstand	79
- Leitstand com Gerenciamento Fino da Produção	80
- Arquitetura e Benefícios do Leitstand	81
5 - E.R.P. – COMO UMA EVOLUÇÃO / EXPANSÃO DO M.R.P.II	83
5.1 – Operações e <i>Supply Chain Management</i>	86
5.2 – Gestão Financeira / Contábil / Fiscal.....	88
5.3 – Gestão de Recursos Humanos.....	88
6 – IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA ERP EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS.....	89
6.1 – Considerações Gerais.....	89

6.2 – Estudo de caso: Implementação de um ERP em uma Empresa de Autopeças.....	91
6.3 - A escolha do sistema (<i>Software</i>).....	99
6.4 - Processo de Implantação	100
6.5 – Atividades de implantação do projeto ERP.....	103
- Preparação do projeto de implantação.....	103
- Programa de treinamento.....	107
- Desenho Procedimental do Sistema.....	108
- Preparação final.....	112
- Entrada do sistema novo (<i>Go live and Support</i>).....	113
6.6 – Expectativas e Resultados.....	114
7 – CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	118
REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

LISTA DE FIGURAS:

Figura 01- Hierarquia das Estratégias	08
Figura 02- Conteúdo de uma Estratégia de Manufatura.....	16
Figura 03- Exemplo de estrutura de produto.....	34
Figura 04- Inter-relações dos principais módulos de um sistema MRP II.....	42
Figura 05- Redução dos estoques para expor os problemas de processo.....	50
Figura 06- Evolução do nível de estoques com demanda constante.....	52
Figura 07- Determinação do lote econômico.....	53
Figura 08- Relação entre atividades de produto e processo.....	59
Figura 09- Arranjo físico funcional ou por processo.....	60
Figura 10- Arranjo físico celular.....	61
Figura 11- Célula de manufatura com seis máquinas e três operadores.....	62
Figura 12- Kanban de produção.....	67
Figura 13- Kanban de transporte.....	67
Figura 14- O Kanban na linha de montagem.....	68
Figura 15- O caminho do Kanban na fabricação.....	69
Figura 16- Interação do MRP II com o gerenciamento fino da produção.....	80
Figura 17- Estrutura conceitual ERP, e sua evolução do MRP.....	85
Figura 18- Síntese do processo de implantação de um sistema ERP.....	91
Figura 19- Metodologia de apresentação e condução do estudo de caso.....	93
Figura 20- Estrutura da equipe de implantação.....	101
Figura 21- Organograma da equipe de projeto da empresa.....	106
Figura 22- Necessidade de treinamento na estrutura organizacional.....	108
Figura 23- Desenho procedimental do sistema de planejamento da empresa.....	110

LISTA DE ABREVIACOES:

AM	– After Market
ANFAVEA	– Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores
BOM	– Bills of Material
CIM	– Computer Integrated Manufacturing
CRP	– Capacity Requeriments Planning
DRP	– Distribution Requirements Planning
ERP	– Enterprise Resources Planning
JIT	– Just in Time
MPS	– Master Production Schedule
MRP	– Material Requeriments Planning
MRP II	– Manufacturing Resource Planning
OEM	– Original Equipaments Manufacturer
OPT	– Optimized Production Technology
PCP	– Planejamento e Controle de produção
PP	– Production Planning
PUR	- Purchasing
RCCP	– Rough Cut Capacity Planning
SFC	– Shop Floor Control
SGP	– Sistema de Gerenciamento da Produção
SOP	– Sales and Operations Planning
TM	– Transport Management

KLUMPP, Karl H. *Planejando e Controlando a Produção em um Ambiente ERP: Um Estudo de Caso*. Santa Bárbara d'Oeste: FEMP, UNIMEP, 1999. 137 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, 1999.

RESUMO

Recentemente, a competição mundial aumentou significativamente na indústria de manufatura. No setor automotivo, vários fatores têm contribuído para isso, principalmente a atual globalização do mercado e os processos de fusão e de aquisição. Então, é imperativo o estabelecimento de estratégias de manufatura e tornar-se, de fato, um fabricante de classe mundial.

Neste trabalho a implementação de um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) é tratado sob uma perspectiva estratégica, sendo destacados alguns pontos relativos a uma pesquisa empírica conduzida em uma empresa de autopeças, com enfoque principalmente nas atividades de gerenciamento da produção.

A metodologia utilizada para a apresentação e condução do trabalho foi predominantemente descritiva, baseada em três fases distintas. Para entender a necessidade de implementação de um sistema ERP, inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre estratégia competitiva. Seguiu-se então uma pesquisa dos tradicionais sistemas de gerenciamento da produção (PCP), e posteriormente realizou-se um “estudo de caso” sobre a implementação de um sistema ERP em uma empresa de autopeças.

Atualmente, em muitas empresas a integração entre a manufatura, unidade de negócios e a corporação formaliza-se através dos sistemas ERP. No estudo de caso realizado, os resultados preliminares mostram um significativo ganho em termos de produtividade, obtidos com a adoção do sistema, apesar das dificuldades operacionais ocorridas durante a fase inicial da implementação.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Corporativos, Sistemas de Planejamento e Controle da Produção, Unidades de Negócios, Estudo de Caso, Estratégias, Integração.

KLUMPP, Karl H. *Planejando e Controlando a Produção em um Ambiente ERP: Um Estudo de Caso*. Santa Bárbara d'Oeste: FEMP, UNIMEP, 1999. 137 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, 1999.

ABSTRACT

Recently, competition has increased significantly in the manufacture industry worldwide. In the automotive industry, several factors have contributed to this, mainly the current market globalization and the merger and acquisition processes. Then, it is imperative the establishment of manufacturing strategies and become really a world class manufacturer.

In this work, the implementation of a Enterprise Resource Planning (ERP) system is treated under a strategic perspective, and some points from an empirical research conducted in an automotive company are highlighted, which emphasizes the production managing activities.

The adopted methodology for the presentation and conduction of this work was predominantly descriptive and based on three different stages. For understanding the need of implementing an ERP system, initially a bibliographical research on competitive strategy was carried out. After this, a bibliographical research on the traditional manufacturing management systems and a case study about the implementation of an ERP system was also conducted.

Currently, in many companies the integration among the manufacturing, business units and the corporation are formalized through the ERP systems. In this case study, the preliminaries results show a significant gain in productivity obtained with the adoption of the system, in spite of the operation difficulties occurred during the initial stages of its implementation.

KEYWORDS: Enterprise Resource Planning, Manufacturing Planning and Control Systems, Business Units, Case Study, Strategy, Integration.

1 – INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o mercado consumidor demonstra uma tendência que vem se impondo como definitiva e que tem causado alterações profundas nas características dos sistemas de manufaturas. Essa tendência, que se faz sentir de forma marcante nos países industrialmente desenvolvidos, interfere e pressiona as estratégias mercadológicas e de manufatura das empresas com relação ao ciclo de vida, ao grau de diversificação dos produtos e ao tamanho dos lotes de fabricação.

À medida que uma empresa se expande, contrai ou faz qualquer ajuste para atender as novas necessidades ou exigências, os antigos requisitos são alterados e novos procedimentos e funções são incluídos. Raramente as modificações são planejadas tendo em mente o sistema global da empresa. Em vez disso, o processo de “evolução” segue em frente e o que normalmente se desenvolve são procedimentos individuais, departamentais por natureza. Resultam então lacunas e sobreposições nas responsabilidades entre departamentos, tanto no relacionamento com o outro como na relação com fornecedores e clientes. Como resultado dessa evolução departamentalizada, muitas empresas apresentam oportunidades de melhorar significativamente o seu desempenho como um todo, adotando sob um ponto de vista sistêmico global a integração e otimização de processos e procedimentos, com o propósito de evitar desperdício e ineficiência. O resultado positivo desse esforço será uma redução de custo total de fabricação e melhoria dos lucros da empresa. Uma vez que o desenvolvimento de processo e produtos de alta qualidade é uma responsabilidade de toda empresa, e não somente de uma única área. A manufatura deve ser vista como uma atividade que inclui todas as funções da empresa, isto é, Vendas, Engenharia, Processos, Qualidade, Compras, Finanças, Recursos Humanos, e não somente as atividades de chão-de-fábrica.

Na indústria automotiva, e em toda sua cadeia de fornecimento, a maioria das empresas americanas e européias aprendeu, nos últimos anos, que faltava um elo nos processos que estavam utilizando para elaborar o planejamento estratégico de suas empresas. Foi necessário que empresas japonesas e, mais recentemente, os países

chamados “tigres asiáticos” tomassem delas parcelas substanciais do mercado mundial de exportação, para que percebessem que a função de manufatura tinha mais a oferecer à competitividade da empresa, do que apenas eficiência em custos.

A competição entre as organizações empresariais, em nível nacional ou internacional, tem sido pauta constante de reuniões, planos estratégicos, congressos e foros específicos. O atual mercado de autopeças foi acometido pelas principais fusões e aquisições no mercado nacional. Houveram também, muitos investimentos de montadoras no Brasil, fatores que contribuem para que se possa traçar um panorama do segmento e compreender o impacto da globalização no setor.

Alguns vetores atuam no segmento de autopeças provocando alterações no comportamento do mercado brasileiro. Dentre as principais, podem-se destacar as tendências tecnológicas na área da informação. A busca da eficácia empresarial com a utilização dos sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), vem sendo considerada uma estratégia competitiva tanto para as grandes corporações como para as unidades de negócios.

A adoção de um sistema de gestão como um ERP requer uma grande transformação em métodos, processos, e comportamentos nas diversas áreas da organização. Essas transformações devem ocorrer com uma visão sistêmica, utilizando um processo formal e integrado, gerenciando os recursos e demandas com o intuito único de satisfazer os objetivos estratégicos da organização, o que na realidade nem sempre é uma tarefa fácil.

Este trabalho visa a busca de informações, sobre técnicas de Gerenciamento da Produção no ambiente industrial, para entender as mudanças dos conceitos administrativos e utilização de ferramentas, principalmente as relacionadas com o planejamento, programação e controle da produção, e a sua aplicação em uma empresa de autopeças. Os objetivos básicos deste trabalho consistem então em:

- Fazer uma revisão bibliográfica sobre os sistemas mais atuais de PCP e ERP;
- Realizar um estudo de caso sobre a implementação de um ERP em uma empresa de autopeças.

Para tal, o trabalho está estruturado da seguinte forma:

- O capítulo 1 faz uma introdução ao trabalho, contextualizando-o e apresentando seus objetivos e conteúdo;
- No capítulo 2 , são feitas as considerações gerais sobre as estratégias de manufatura dirigindo o gerenciamento da produção;
- O capítulo 3 descreve sobre as estratégia empresariais quanto as seus objetivos, políticas, e programas, e a classificação dos seus níveis hierárquicos (Estratégia Corporativa, Estratégia de Negócios e Estratégia Funcional).
- No capítulo 4 são descritos os sistemas de gestão da produção;
- O entendimento do sistema ERP e seus macro processos são descritos no capítulo 5;
- No capítulo 6, faz-se um estudo de caso de implementação de um sistema ERP em uma empresa de autopeças;
- Nos capítulos 7 e 8, respectivamente, são feitas as análises dos resultados da implementação, conclusões e sugestões para futuros trabalhos e pesquisas.

2 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Estratégias de Manufatura Dirigindo o Gerenciamento da Produção

É inegável que, para uma estratégia obter sucesso, uma empresa deve ser capaz de traduzir seus objetivos de longo prazo na identificação, tanto de nichos de mercado alvo, como em decisões coerentes sobre sua linha de produtos. Segundo Machlene e Schoeps (1989), para tal é preciso definir o conjunto de produtos e serviços necessários a aproveitar as oportunidades identificadas nos mercados. É fundamental também, conforme Pires (1995), que a função manufatura dentro da empresa tenha as habilidades necessárias para torná-la competitiva, atingindo os níveis requeridos pelos clientes quanto a: custos, qualidade, entregas e flexibilidade.

Ainda segundo Machlene e Schoeps (1989), para alcançar níveis de competitividade, qualidade e tecnologia comparáveis aos dos países desenvolvidos, as empresas nacionais precisam que suas estruturas organizacionais deixem de se apoiar nos conceitos e princípios oriundos do início da era industrial. É necessário que se promova a integração da manufatura e que se adequem os conceitos da era da informação considerando, aspectos estruturais e organizacionais de uma forma sistêmica e holística.

A forma de se chegar aos critérios competitivos priorizados e de relacioná-los às diversas áreas de decisão, segundo Porter (1997), é através de um processo amplo de desenvolvimento de uma estratégia de manufatura. Esse processo deve ocorrer basicamente de cima para baixo na hierarquia (*top down*), mas deve também ter um forte componente vindo de baixo para cima (*bottom up*), que garanta um papel proativo da manufatura no processo de estabelecimento de metas estratégicas da organização, desde os seus estágios iniciais. Desta forma, a estratégia de manufatura deve enfatizar a necessidade de integração das áreas produtivas com as outras funções dentro da empresa.

Considerando-se que, praticamente, todas as decisões tomadas dentro da organização tem algum impacto estratégico, deve-se então considerar que toda e qualquer decisão tomada deve levar em conta e ser orientada pelos objetivos estratégicos da

organização. Nesse contexto, a escolha de um sistema para gerenciamento da produção é uma decisão estratégica por excelência. Diferentes sistemas terão diferentes potenciais de atingir diferentes conjuntos de objetivos. As necessidades a serem providas variam com a natureza do processo de produção envolvido com as expectativas do cliente e com as necessidades dos tomadores de decisão.

Não só as decisões referentes à seleção do sistema são estratégicas, mas também as decisões operacionais tomadas com base em informações fornecidas por ele. Nesse aspecto reside a importância de se estabelecerem bases sobre as quais as análises da pesquisa se fundamentarão, ou seja, considera-se que os Sistemas de Gerenciamento da Produção (SGP) são “ferramentas” que devem contribuir para auxiliar o atingimento dos objetivos da organização. Isso significa que eles só poderão cumprir seu papel se as decisões sobre a sua escolha e as decisões durante sua operação tiverem direção estratégica.

Os SGP devem ser, por excelência, sistemas integrados de informações, interfaceando praticamente todos os departamentos e processos de negócios dentro da organização. Assim, por serem a interface lógica dentro da empresa e entre a empresa e seus fornecedores e clientes, os SGP têm papel decisivo e fundamental no apoio à gestão produtiva, coordenando atividades (sejam internas ou externas) e auxiliando no controle dos desempenhos operacionais, de modo a garantir uma coerência nos padrões de tomada de decisão.

Um SGP não é suficiente, por si só, para garantir o sucesso da organização. Entretanto, desempenha papel fundamental para que uma organização atinja sucesso competitivo, visto que atua em dimensões fundamentais para esse sucesso na nova realidade competitiva, tal como a quebra das barreiras organizacionais e a gestão da cadeia de suprimentos.

3 – ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS

Ainda não existe uma definição de estratégia que seja universalmente aceita, segundo Pires (1995), o mesmo ocorre com alguns termos correlatos usados pela literatura sobre o assunto, sendo portanto necessário discorrer sobre as definições e conceitos de estratégias.

De acordo com o dicionário Aurélio, o termo "estratégia" significa "a arte de aplicar os meios disponíveis com vista a execução de objetivos específicos" e a "arte de explorar condições favoráveis com o fim de alcançar objetivos específicos". Segundo Pires (1995), pode-se resumidamente dizer que no meio empresarial a maioria das definições sobre o termo estratégia converge para denotar ações ou padrões de ações necessárias para se atingir certos objetivos.

Outros autores, como Quinn et al (1988), resumem estratégia como sendo um padrão ou um plano que integra os principais objetivos, políticas e programas de ação de uma organização e para complementar definem estes termos correlatos:

- **Objetivos:** Estabelecem o direcionamento de uma empresa, o que se visa obter e quando isto deve ocorrer. Uma organização pode ter uma série de objetivos conectados hierarquicamente, porém, sempre de forma concordante.
- **Políticas:** São regras ou normas que delimitam o campo dentro do qual as ações devem ocorrer, e que geralmente assumem a forma de decisões que visam resolver conflitos entre objetivos específicos. Assim como para com os objetivos, também existe uma hierarquia entre as políticas praticadas dentro de uma organização
- **Programas:** Especificam, passo a passo, a seqüência de ações necessárias para se obter os objetivos principais da organização, dentro dos limites impostos pelas políticas. Devem também ter meios de garantir e medir se os recursos estão sendo comprometidos com os objetivos maiores da organização.

Porter (1987) descreveu estratégia empresarial como uma componente de competitividade que compreende ações ofensivas ou defensivas para criar uma posição defensável em uma indústria, para enfrentar com sucesso as cinco forças competitivas (custos, qualidade, velocidade de entrega, confiabilidade e flexibilidade de entrega) e, assim, obter um retorno sobre o investimento maior para a empresa.

Pires (1995), afirma que as estratégias empresariais, particularmente as ligadas com a questão da manufatura, podem ser classificadas de três maneiras básicas:

- através da categoria de abordagem à qual pertence;
- através do seu enquadramento dentro do conceito de conteúdo e processo de uma estratégia;
- através de seu enquadramento dentro de uma estrutura hierárquica das estratégias.

Com relação à abordagem ("escolas de pensamentos"), o autor cita que a literatura sobre estratégias empresariais contempla praticamente a existência de quatro categorias:

- a atomística, surgida no início da década de 70, onde os conceitos sobre estratégias mudam dinamicamente com o tempo, focalizam-se no inesperado, ou seja, não representam dados passados ou práticas gerenciais;
- a da teoria da contingência, surgida na primeira metade da década de 80, onde acredita-se que a forma geral de uma estratégia é fortemente influenciada por fatores como tipo de indústria, fatia de mercado, idade dos produtos, etc.;
- a genérica, surgida também na primeira metade da década de 80 com os trabalhos de Porter (1987), a qual sugere que uma vantagem competitiva sobre o seu concorrente pode ser obtida levando-se em conta um conjunto de pontos comuns que indicam a existência de estratégias genéricas;
- a dos princípios gerais, defendida tanto nos anos 70 como nos de 80, que sugere a existência das leis universais das estratégias validas em quaisquer situação empresarial, como por exemplo a da experiência acumulada.

Com relação ao processo e conteúdo das estratégias, segundo Pires (1995), existe uma distinção bastante utilizada sobre estratégias empresariais separando os

trabalhos em processo e conteúdo. O processo diz respeito a formulação e implementação de uma estratégia e conteúdo diz respeito às características da estratégia usada e como ela está definida. Assim o conteúdo especifica o que foi decidido e o processo como tais decisões são atingidas.

A estrutura hierárquica é no entanto a classificação para a qual se pretende dar um enfoque mais detalhado. Segundo Pires (1995), existe uma estrutura hierárquica generalizada dentro da literatura sobre estratégias empresariais formalizada por Wheelwright (1984), principalmente relacionada à estratégia da manufatura. Essa estrutura classifica as estratégias empresariais de acordo com três possíveis níveis hierárquicos: Estratégia Corporativa, Estratégia de Negócios e Estratégia Funcional, ilustradas na Figura 01.

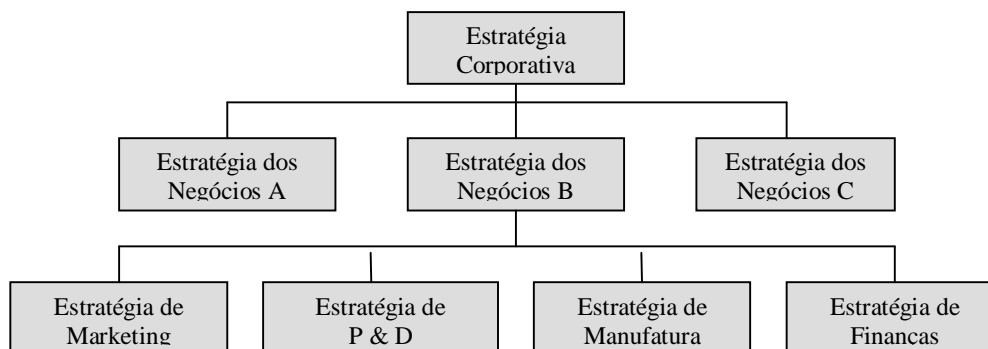


Figura 01 – Hierarquia das Estratégias (Wheelwright, 1984)

3.1 – Estratégia Corporativa

Uma estratégia corporativa é aquela que diz respeito à Corporação, o que no Brasil é comumente chamado de Grupo. Uma Corporação, ou Grupo, é então constituída de diversas Unidades de Negócios (Figura 1). Por exemplo, o Grupo Mann & Hummel, da Alemanha é uma Corporação que atua mundialmente em diversos negócios como: projeto e fabricação de equipamentos hidráulicos para tratamento de fluídos de usinagem; periféricos para sistema de injeção de termoplásticos; e predominantemente no Brasil produz filtros automotivos para óleo, ar e combustível.

Segundo Pires (1995), as definições de uma Estratégia Corporativa tendem a ser concordantes, conforme pode se contatar pelas relacionadas abaixo:

"A Estratégia Corporativa especifica duas áreas de total interesse para a Corporação: a definição dos negócios nos quais a corporação irá participar e a aquisição e alocação de recursos corporativos para cada um dos negócios. (Wheelwright, 1984)";

"A Estratégia Corporativa diz respeito a duas diferentes questões: em que Negócio a Corporação deveria estar e como a Corporação deveria administrar o conjunto de negócios. A Estratégia Corporativa é que faz a Corporação ser mais que a simples soma de duas Unidades de Negócios. (Porter, 1987)";

"Uma Estratégia Corporativa é um padrão de decisão de uma Corporação que determina e revela seus objetivos, propósitos, produz as principais políticas e planos para se obter esse objetivos, defini os negócios onde a Corporação irá atuar e o tipo de organização econômica e humana que ela deveria ter".

Porter (1987), implicitamente associa a Estratégia Corporativa com a questão da diversificação de negócios. Ele argumenta que a construção de qualquer Estratégia Corporativa de sucesso depende de certas premissas ligadas com a questão da diversificação, as quais não podem ser alteradas e, quando ignoradas, explicam parcialmente porque muitas delas falham. Duas dessas premissas básicas são que:

- a competição ocorre no nível da Unidade de Negócios, ou seja, a Corporação não compete e sim suas Unidades de Negócios. Para que uma Estratégia Corporativa não falhe, ela deve se preocupar primeiramente com o sucesso de cada Unidade de Negócio.
- A diversificação inevitavelmente adiciona custos e restrições às Unidades de Negócios, os quais podem ser reduzidos, mas não totalmente eliminados.

Ainda, segundo Porter (1987), para se formular uma Estratégia Corporativa é necessário especificar as condições sob as quais a diversificação irá realmente adicionar valor à Corporação. Essas condições podem ser resumidas em três testes essenciais, implementados sobretudo com base em parâmetros financeiros, como o retorno sobre os investimentos. Estes testes seriam: a atratividade; custo de entrada (*cost-of-entry*) e melhor situação (*better-of*). O autor também identifica quatro conceitos pertinentemente usados

em uma Estratégia Corporativa: administração do Portifólio; estratégia de reestruturação que trata de negócios não desenvolvidos; transferência de habilidades de uma unidade para outra ; e divisão de atividades entre as unidades com objetivo de diminuir os custos através de economia de escala, melhoria de seus desempenhos, ou acelerar as curvas de aprendizado. Sendo que estes dois últimos conceitos requerem uma conexão entre as unidades o que não acontece com os dois primeiros.

Finalmente Porter (1987) propõe um plano de ação para a escolha de uma Estratégia Corporativa:

- Inter-relacionar as unidades existentes;
- selecionar o negócio que servirá como base para a estratégia;
- criar mecanismos de organização horizontal para facilitar o inter-relacionamento ao redor do negócio base, criando um alicerce para uma futura diversificação;
- buscar oportunidades de diversificação que permitam dividir atividades;
- diversificar através da transferência de habilidades, caso as possibilidades para a divisão de atividades sejam limitadas ou esgotadas;
- procurar uma estratégia de reestruturação, caso isso se adeqüe às habilidades da administração ou nenhuma boa oportunidade exista para forçar um inter-relacionamento dentro da Corporação;
- pagar dividendos tal que acionistas possam ser os administradores do Portfólio.

Outros autores também propõe formas para se obter uma Estratégia Corporativa adequada, os processos de formulação podem ser compostos de diversas etapas ou mesmo genéricos. Segundo Porter (1987), como parte de seus processos de formulação, muitas empresas diversificadas categorizam suas unidades de negócios através de uma sistema do tipo construir, manter ou colher. Normalmente, estas categorizações são empregadas para descrever ou resumir a estratégia das unidades, embora essas categorizações possam ser úteis ao se pensar sobre a alocação de recursos em uma empresa diversificada não se deve confundi-las com estratégias. A vantagem competitiva de uma Estratégia Corporativa não pode ser compreendida observando-se a corporação como um todo; ela tem sua origem nas inúmeras atividades que as unidades executam no projeto, na produção, no *marketing*, na entrega e no suporte de seu produto. Cada uma dessas

atividades pode contribuir para a posição dos custos relativos de uma unidade, além de criar uma base para a diferenciação. Uma vantagem de custo, por exemplo, pode resultar de fontes distintas como: um sistema de distribuição física de baixo custo; um processo de montagem altamente eficiente; a utilização de uma força de vendas superior ou; da eficiência de um sistema integrado de informações.

3.2 – Estratégia Competitiva das Unidades de Negócios

Segundo Pires (1995), uma unidade de negócios costuma ser representada por uma divisão, por uma empresa, por uma unidade fabril ou por uma linha de produtos dentro de uma corporação. A Estratégia da Unidade de Negócios, ou simplesmente, Estratégia de Negócios, pode ser definida (conforme Wheelwright, 1984) como aquela que diz respeito a:

- escopo e limites de cada negócio e suas ligações com a Estratégia Corporativa ;
- base na qual a Unidade de Negócios irá obter e manter uma vantagem competitiva no mercado;
- estratégia que especifica o escopo dos Negócios de uma forma que liga a Estratégia Corporativa como um todo e descreve as bases nas quais a Unidade de Negócios irá obter e manter uma vantagem competitiva.

A competição é a base da Estratégia de Negócios e o desenvolvimento desta é um pré-requisito para a elaboração de uma Estratégia de Manufatura. A geração de uma Estratégia de Negócios pode ser considerada, segundo Wheelwright (1984), um processo interativo que depende de muitas fontes diferentes. Fontes externas como clientes, competidores e ambiente econômico devem dirigir alguns objetivos, enquanto fontes internas como uma avaliação dos pontos fortes e fracos dos negócios devem dirigir outros. Assim uma Estratégia de Negócios deveria:

- descrever os métodos de competição, ou seja, ocupar um específico nicho de mercado que não é presentemente ocupado por outro competidor;
- definir a contribuição de cada produto e de cada Função com relação aos objetivos da Unidade de Negócios;

- alocar recursos dentre os produtos e as Funções que compõem a Unidade de Negócios.

Para esses autores, uma Estratégia de Negócios deve necessariamente começar com os clientes que compram baseados na percepção de uma, ou mais, das seguintes características:

- baixo preço do produto ou serviço;
- alta qualidade do produto ou serviço;
- disponibilidade do produto ou serviço;
- distinção do produto ou serviço.

Esses autores também argumentam que as oportunidades para se obter uma vantagem competitiva através da Manufatura podem definir significativamente através da segmentação feita. Logo, torna-se necessário fazê-la logo no início do processo de elaboração da estratégia. Para tal, dentre as várias maneiras existentes, a mais significativa é aquela baseada nas reais necessidades dos clientes e na estrutura de custos necessária para se produzir essas necessidades.

Embora existam outros trabalhos divulgados com a mesma pretensão, nos últimos anos a maior parte do que se tem escrito sobre Estratégia de Unidades de Negócios está baseada ou influenciada pelo trabalho original de Porter (1980), já traduzido para o português. O trabalho inicial de Porter (1980), assim como o posterior (1985), baseia-se na análise da competitividade industrial e na interação de cinco forças competitivas:

- (1) ameaça de novos competidores;
- (2) rivalidade entre os competidores existentes;
- (3) ameaça de produtos substitutos;
- (4) poder de barganha dos compradores;
- (5) poder de barganha dos fornecedores.

Assim dentro de uma empresa, o diferencial de desempenho é uma função da relativa habilidade para se tratar com essas cinco forças. Geralmente ter uma estrutura

singular é uma condição necessária para se ter uma vantagem sustentável por um longo tempo.

Segundo Porter (1985), os dois tipos fundamentais de vantagem competitiva que uma empresa pode ter, são:

- baixo custo; e
- diferenciação.

Esses dois tipos básicos de vantagem competitiva, combinados com o nível de abrangência / focalização com que a empresa deve atuar no mercado, levam, segundo Porter (1985), ao surgimento de três estratégias genéricas de atuação que são: liderança no custo total; diferenciação dos produtos e focalização.

- **Liderança no Custo Total:** é a mais clara das estratégias e foi muito popular no passado, principalmente até os anos 70. Ela consiste em se obter uma vantagem competitiva através da transformação da empresa no produtor com o menor custo do produto, o que pode proporcionar a prática de preços menores. São várias as maneiras de se obter a liderança e dependem da estrutura da empresa. Geralmente, Ela está atrelada ao uso de conceitos como economia de escala, curva de experiência, padronização de produtos e ou componentes, propriedade de tecnologia, acesso preferencial a matérias-primas, etc.
- **Diferenciação:** consiste em se diferenciar o produto, criando algo que seja considerado exclusivo no mesmo, ou seja, a empresa procura ser única em alguns quesitos que sejam valorizados pelos compradores. As formas mais comuns de se fazer isso são através da imagem da marca, qualidade do produto, durabilidade do produto, assistência técnica, estilo do projeto, disponibilidade do produto e de peças sobressalentes, etc.. Assim a empresa tem maior liberdade de praticar seus preços, podendo trabalhar com margens maiores, entretanto essa estratégia não permite à empresa ignorar os custos, mas apenas não considera-los como sendo um objetivo primário.
- **Focalização:** é baseada na premissa de que uma empresa é capaz de atingir um objetivo estratégico mais estreito de forma mais efetiva ou eficiente do que os concorrentes que estão competindo de forma mais ampla. Em seu trabalho inicial,

Porter (1980) informa que esta estratégia consistia em a empresa focar um determinado grupo de compradores, um segmento de linha de produtos ou um mercado geográfico, assim, mesmo que uma estratégia não pudesse atingir um baixo custo ou uma diferenciação do ponto de vista do mercado como um todo, ela poderia atingir uma boa posição em um alvo estratégico, criando entretanto uma certa confusão no entendimento do modelo proposto quando colocado de forma singular no mesmo nível das outras duas.

Já no seu trabalho posterior, Porter (1985) afirma que esta estratégia é certamente diferente das outras duas; todavia, o autor ainda considera a focalização como sendo a terceira estratégia possível.

Segundo esse autor, é possível ter duas Unidades de Negócios dentro da mesma Corporação, com estratégias genéricas distintas, mas não deve ter duas estratégias diferentes dentro da mesma Unidade. Existe, porém, uma tendência em Corporações diferenciadas de usar a mesma estratégia em muitas de suas Unidades de Negócios, compartilhando assim as experiências das mesmas. O uso de uma nova tecnologia, por exemplo, pode proporcionar uma redução nos custos sem prejuízos à diferenciação.

Existem pelo menos duas situações em que uma empresa poderia ter sucesso utilizando estratégias simultaneamente: numa situação em que seus competidores não tem ainda uma estratégia definida, ou numa situação em que a empresa é pioneira numa inovação significativa como, por exemplo, na tecnologia de produção e/ou na sua gestão.

As questões referentes à tecnologia têm uma grande implicação sobre a competitividade das empresas. Segundo Pires (1995), geralmente imagina-se que uma empresa que emprega uma "alta tecnologia" tenha uma lucratividade maior que uma que emprega uma "baixa tecnologia", o que nem sempre acaba acontecendo na prática.

Pode-se afirmar que a tecnologia é importante para a competitividade de uma empresa na medida em que ela afeta significativamente sua vantagem competitiva ou sua estrutura. A tecnologia também pode afetar a estrutura da empresa como um todo. A tecnologia da micro-informática, por exemplo, tem implicado na necessidade de mudanças tanto na parte estrutural como na parte operacional da empresa.

A maneira mais usada para se entender o papel da tecnologia com relação à vantagem competitiva é através do conceito de "cadeia de valor", o qual representa as

atividades da empresa com relação a tudo que acrescenta valor aos seus produtos. Esse valor é função do comportamento de fatores como infra-estrutura, recursos humanos, tecnologia, etc., em cada etapa dos seus ciclos produtivos (fornecimento de matéria-prima, produção, *marketing* / vendas).

3.3 - Estratégias Funcionais

O principal objetivo de uma Estratégia Funcional é suportar e viabilizar a Estratégia da Unidade de Negócios, ou seja, ela deve especificar como a Função irá suportar uma vantagem competitiva e como irá complementar as outras Estratégias Funcionais. Segundo Pires (1995), uma Estratégia de Manufatura faz parte das chamadas Estratégias Funcionais de uma Unidade de Negócios. Dessa maneira, assim como deve existir uma perfeita consonância entre a Estratégia da Corporação e a Estratégia das Unidades de Negócios, deve acontecer o mesmo com relação às Estratégias Funcionais.

A formulação do conteúdo de uma Estratégia de Manufatura é, principalmente, o resultado de um estudo detalhado e interativo entre dois elementos cruciais no processo de elaboração da mesma, são eles:

- As prioridades competitivas ou missões da Manufatura;
- As decisões sobre as chamadas questões estruturais e infra-estruturais da Manufatura.

O conteúdo e inter-relação entre elas pode ser visto na Figura 02.



Figura 02 – Conteúdo de uma Estratégia de Manufatura (Pires, 1995).

As Prioridades Competitivas, que segundo Pires (1995), costumam também ser chamadas de Dimensões Competitivas, Objetivos da Manufatura e Missões da Manufatura, podem ser definidas como sendo um conjunto consistente de prioridades que a indústria terá para competir no mercado. Estas prioridades competitivas não devem ser confundidas com as estratégias competitivas genéricas utilizadas, ele

As Prioridades Competitivas se aplicam primariamente ao nível funcional constituindo um referencial básico para qualquer Estratégia de Manufatura e podem ser resumidas de forma condensada em quatro prioridades principais:

- (1) Custo;
- (2) Qualidade;
- (3) Desempenho de Entrega e
- (4) Flexibilidade.

Segundo Pires (1995), pode-se dizer que atualmente já existe uma quantidade considerável de pesquisas empíricas no exterior que comprovam a relação destas quatro prioridades, e prevêem também que no futuro, quando todas as indústrias tiverem acesso à tecnologia de automação flexível, os recursos humanos deverão se tornar uma fator crítico no tocante à competitividade.

Ainda , segundo Pires (1995), um dos primeiros autores a se preocupar com relação às questões básicas Estruturais e Infra-Estruturais para formular uma Estratégia de Manufatura foi Wheelwright (1984), que listou oito questões chamadas por ele de categorias de decisão, são elas:

- Estruturais:

(1) Instalações Industriais (*Facilites*);

(2) Capacidade Industrial;

(3) Tecnologia;

(4) Integração Vertical;

- Infra-Estruturais:

(5) Recursos Humanos;

(6) Gerencia da Qualidade;

(7) Planejamento, Controle da Produção e de Materiais, e

(8) Organização.

Dentre elas, a Tecnologia, cuja relevância nos mais diversos níveis da organização, já foi levantada através do modelo considerado quando se tratou das Estratégias das Unidades de Negócios, tende a ser ampla e relativamente complexa. Por isso é considerada como uma importante questão estrutural dentro de uma Estratégia de Manufatura, e segundo Wheelwright (1984), as decisões relativas à tecnologia dizem respeito principalmente à escolha do tipo de automação a ser adotada na tecnologia de processos, de movimentação de materiais e dos sistemas de informação (*Hardware*) adequados ao desempenho da função Manufatura.

O tipo e o nível de automação adequada ao desempenho satisfatório da função Manufatura dependem principalmente da Estratégia Competitiva adotada para a Unidade de Negócios e das prioridades consideradas na Manufatura.

Com relação às questões infra-estruturais, as decisões relativas à organização dizem respeito principalmente à estrutura organizacional, aos níveis hierárquicos e à organização do trabalho das empresas. A importância da organização do trabalho para o sucesso de qualquer estratégia e/ou plano de ação também é lembrada por vários autores.

Segundo Pires (1995), nos últimos tempos o tema que tem ganhado espaço dentro da organização empresarial, rotulado de Reengenharia, trás como novo conceito a idéia principal da simplificação dos processos dentro das empresas com o intuito de se produzir com menores custos e melhorar o atendimento aos clientes. Sua implementação simplesmente desmonta a tradicional estrutura departamentalizada e, no lugar dela surgem os processos que normalmente são constituídos de conjuntos de tarefas implementadas por equipes de trabalho. Pressupõe a eliminação de tarefas meramente burocráticas e a transferência das tarefas repetitivas para os computadores, restando apenas as tarefas criativas de avaliação, com uma crescente valorização do conhecimento e trabalho criativo.

O fracasso na implementação de sistemas computadorizados, como o MRP, ocasionados por falhas na organização do trabalho é referido, dentre outros, por Hayes & Clark (1986) e um relato bem contundente é feito por Jaikumar (1986). Doll & Vonderembse (1991) distinguem três fases distintas do desenvolvimento histórico da indústria: o período artesanal, o período industrial e o período pós-industrial. A distinção entre os dois primeiros dá-se por questões tecnológicas, ou seja, avanços nos sistemas de geração de energia, transmissão, processos produtivos, intercambiabilidade de peças, etc.. Contrariamente, a diferença entre os dois últimos ocorre, principalmente, através dos valores e normas que guiam seu sistema social, da organização do seu trabalho intelectual e dos métodos usados para garantir seu controle e aperfeiçoamento.

Por sua vez, as decisões relativas aos Recursos Humanos, que segundo Pires (1995), dizem respeito, dentre outras, à fixação dos procedimentos de seleção, contratação, treinamento, avaliação, transferência, dispensa, remuneração e motivação da mão-de-obra, são questões que interferem diretamente com o sistema social, intelectual, valores e normas

e costumam ser tratadas pela literatura como uma questão infra-estrutural dentro de uma Estratégia de Manufatura.

Ainda com relação às questões infra-estruturais, no Planejamento e Controle da Produção as decisões dizem respeito a um conjunto de questões dentro das atividades de gerenciamento produtivo. Para Fine & Hax (1985), as decisões acerca do planejamento e programação da produção tendem a ser mais táticas do que estratégicas. Atividades como o planejamento agregado e os sistemas de liberação de ordens, entretanto, têm considerações essencialmente estratégicas. No planejamento agregado a empresa deve decidir como balancear a questão da demanda com a capacidade, num horizonte de médio / longo prazo. Já a decisão sobre o sistema de liberação de ordens, depende de como o sistema produtivo irá produzir, isto é, para estoque ou sob pedidos.

Este autor entende que as várias decisões das atividades de Planejamento e Controle de Produção, devem ter, necessariamente, uma forte ligação com todas as outras estratégias da empresa, particularmente com a Estratégia de Manufatura, Entende também que essas atividades se constituem no âmago da gestão da produção, e por isso este trabalho irá a partir do próximo capítulo, se concentrar no direcionamento das mesmas.

4 - O PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE PRODUTIVA

Quando a produção era executada em regime de artesanato com o artesão incumbido de realizar um produto de início ao fim, o cliente podia simplesmente determinar qual o produto final que desejava. O planejamento de todas as atividades produtivas eram então realizadas pela própria pessoa que executava o trabalho, em bases informais.

Com o abandono da produção artesanal e o implemento da produção em larga escala, surgiu então a especialização e a departamentalização do trabalho a ser realizado. A fábrica fora então dividida em departamentos e setores, e seus operários só conheciam alguns estágios da concepção do produto. Surge então não só a necessidade de planejamento para que os sistemas de produção saibam "o que", "como", "quando" e "quanto" produzir, como também comunicar aos setores quais operações devem ser executadas em cada período para resultar nos produtos finais desejados.

Segundo Corrêa & Gianesi (1993), o planejamento deriva diretamente dos sistemas de gestão da produção, de planejar necessidades futuras de capacidade. Isso diz respeito à inércia intrínseca dos processos decisórios, a qual pode ser entendida como o tempo que necessariamente tem que decorrer desde que se tome determinada decisão até que a decisão tome efeito. Assim, diferentes decisões demandam diferentes tempos para tomar efeito, dado por suas diferentes inércias. Portanto é necessário que se tenha algum tipo de visão a respeito do futuro para que hoje se possam tomar decisões adequadas que produzam o efeito desejado no mesmo.

Em geral a "visão" do futuro é obtida com algum tipo de "previsão", que segundo Corrêa & Gianesi(1993) podem ter o seu conceito entendido pelas definições válidas:

- "Planejar é entender como a consideração conjunta da situação presente e da visão do futuro influencia as decisões tomadas no presente para que se atinjam determinados objetivos no futuro.";

- "Planejar é projetar um futuro que é diferente do passado, por causas sobre as quais se tem controle."

Vale a pena enfatizar também alguns aspectos dessas conceituações:

- um processo de planejamento depende de uma visão adequada do futuro. Essa visão do futuro pode depender de sistemas de previsão, que portanto deverão ser eficazes;
- é necessário o conhecimento fiel sobre a situação presente;
- um bom modelo lógico, que "traduza" a situação presente e a visão do futuro em boas decisões no presente, também necessita estar disponível para que um processo de planejamento esteja em funcionamento;
- para que se tenha um processo decisório com base no planejamento, é necessário ter claro os objetivos que se pretendam atingir.

O processo de planejamento deve ser contínuo. Em cada momento, deve-se ter uma noção da situação no presente, uma visão do futuro, estabelecer os objetivos pretendidos e o entender como esses elementos afetam as decisões que se devem tomar no presente. À medida que o tempo passa, o "planejador" deve, periodicamente estender sua visão de futuro de forma que o horizonte de tempo sobre o qual se desenvolva a "visão" permaneça constante. Ainda, de acordo com Corrêa & Gianesi (1993), em termos práticos a dinâmica se dá da seguinte forma:

Passo 1: levantamento do sistema de planejamento na situação presente, "fotografando" a situação em que se encontram as atividades e os recursos, para que esta esteja presente no processo de planejamento;

Passo 2: desenvolvimento e reconhecimento da "visão" de futuro, com ou sem intervenção. O sistema deve considerar a visão do futuro para que esta possa emprestar sua influência ao processo decisório, de forma que inércias decisórias sejam respeitadas;

Passo 3: tratamento conjunto da situação presente e da "visão" de futuro por alguma lógica que transforme os dados coletados sobre o presente e futuro em informações que passam a ser disponibilizadas numa forma útil para a tomada de decisão gerencial;

Passo 4: tomada de decisão gerencial baseada nas informações disponibilizadas pelo sistema, tal que os tomadores de decisão efetivamente decidam sobre o que, quanto, quando produzir e comprar e com que recursos produzir:

Passo 5: execução do plano. Trata-se de um período em que definitivamente as diversas decisões vão tomando efeito e algumas coisas não acontecem de forma como se planejou. O tempo vai decorrendo até que chega um determinado momento em que é mais prudente tirar outra "fotografia" da situação presente e redisparar o processo. Esse é o momento de se voltar ciclicamente ao Passo 1.

A atividade produtiva passa então a requer três tipos de planejamento, visando obter a máxima eficiência possível no sistema de produção:

- Planejamento do Produto;
- Planejamento do Processo Produtivo;
- Planejamento da Produção.

O Planejamento do Produto é o responsável pelo desenvolvimento do produto, partindo-se da idéia até a concepção, e é geralmente executado através da Engenharia de Projeto do Produto. No Planejamento do Produto três tópicos básicos são considerados para decidir sobre a fabricação: a projeção no mercado, investimento e lucro. E, a fim de se chegar a esses três pontos básicos, três áreas trabalham em conjunto: estudo do projeto, pesquisa de mercado e previsão financeira, estabelecendo-se um comitê de decisão.

O Planejamento do Processo Produtivo estabelece a capacidade produtiva do sistema e é geralmente de responsabilidade da Engenharia Industrial. De posse do projeto do produto definitivo, são estabelecidos os padrões em métodos e processos, com base nas instalações existentes ou quando necessários serão especificadas novas necessidades. Definidos e providos os meios, formalizam-se então os roteiros relacionando o produto aos locais, meios e tempos de produção.

O Planejamento, Programação e Controle da Produção: Baseado na importância da qualidade da transformação das informações para a perfeita integração das atividades na manufatura, e da constante evolução dos sistemas de gerenciamento da produção, os estudos e análises deste trabalho enfocam principalmente as suas influências

destes nas atividades do Planejamento, Programação e Controle da Produção, ou como é geralmente rotulado, do "PCP".

4.1 - O Planejamento, Programação e Controle da Produção

Segundo Pires (1995), o Planejamento, Programação e Controle da Produção (PCP) pode ser definido como sendo um conjunto de atividades gerenciais a serem executadas e que são fundamentais para que se concretize a produção de um item/produto qualquer. Neste trabalho o termo PCP é utilizado para designar uma série de atividades, tradicionalmente executadas dentro de uma atividade mais ampla e fundamental na indústria: o Gerenciamento da Produção.

Os sistemas de PCP tem o objetivo básico de planejar e controlar o processo de Manufatura em todos os níveis, incluindo materiais, equipamentos, mão-de-obra, fornecedores, distribuidores e decidindo operacionalmente sobre o que, quando, quanto e com o que produzir e comprar. Como os administradores tomam decisões e gerenciam através dos sistemas, estes tem a função de suporta-los com informações adequadas para o perfeito cumprimento de suas diversas atividades, que conforme Corrêa & Gianesi (1993) podem ser resumidas como:

- Planejar as necessidades futuras de capacidade do processo produtivo, de forma que haja disponibilidade para atender ao mercado com os níveis de serviço compatíveis com as necessidades competitivas da organização;
- Planejar os materiais comprados, de modo que eles cheguem no momento e nas quantidades certas, necessárias a manter o processo produtivo funcionando sem rupturas prejudiciais aos níveis pretendidos de utilização de seus recursos;
- Planejar níveis apropriados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais nos pontos corretos, de forma a garantir que as incertezas do processo afetem o menos possível os serviços ou aos clientes;
- Programar atividades de produção, de forma a otimizar a mão-de-obra e equipamentos envolvidos no processo, trabalhar nas coisas certas e prioritárias, evitar dispersão desnecessária de esforços;

- Ser capaz de saber da situação corrente de pessoas, dos equipamentos, materiais, das ordens e dos outros recursos produtivos da fábrica;
- Ser capaz de reagir eficazmente, reprogramando atividades bem e rapidamente, quando correr mal no processo ou quando situações ambientais inesperadas ocorrerem;
- Prover informações de outras funções a respeito das implicações físicas e financeiras das atividades, presentes e futuras, da manufatura, contribuindo para que os esforços de todas as funções possam ser integradas e coerentes;
- Ser capaz de promover prazos com precisão aos clientes, e depois cumpri-los mesmo em situações ambientais dinâmicas e, muitas vezes, difíceis de prever.

O processo produtivo e os seus sistemas de gestão, no que se refere ao planejamento, programação e controle da produção, devem ser coerentes e configurados de forma a explorar todo seu potencial no atendimento das necessidades e ou desejos do mercado, atingindo níveis de desempenho em relação aos principais critérios competitivos da manufatura: Custos, Qualidade, Velocidade de Entrega, Confiabilidade de Entrega e Flexibilidade (segundo Corrêa & Gianesi, 1993).

Custos: Os sistemas de gestão da produção são responsáveis por permitir uma utilização equilibrada dos recursos de produção ao longo do tempo e entre recursos, evitando custos desnecessários de demissão, admissão, horas extras, ociosidade, além dos custos menos evidentes decorrentes da necessidade de variar excessivamente os níveis de ocupação dos recursos. Segundo Porter (1992), os custos dos sistemas produtivos são afetados já que os sistemas de gestão são em grande parte responsáveis pela forma com que os recursos estruturais (pessoas e equipamentos) da manufatura são utilizados.

Deve-se também considerar uma programação inteligente, minimizando os tempos gastos com trocas excessivas de produtos nos equipamentos, repercutindo em mais tempo utilizado de forma produtiva. Outra preocupação na agregação de valor ao produto, segundo Corrêa & Gianesi (1993), é permitir um nível de coordenação entre o suprimento de itens e seu consumo, operando com risco controlado de faltas, mantendo níveis mínimos de custos com estoques de segurança. Os estoques, além de ter custos de manutenção por armazenagem, obsolescência e capital empatado, apresentam custos menos evidentes relacionados ao fato de que escondem ineficiências do processo.

Outro aspecto de contribuição dos sistemas de gestão para com a organização, citado por Corrêa *et al* (1997), é que estes são os principais responsáveis pelas datas de entrega aos clientes e posteriormente, pelo cumprimento dos mesmos, podendo evitar eventuais multas contratuais decorrentes do não cumprimento de programas de entregas.

Qualidade: Segundo Corrêa & Gianesi (1993), a qualidade tem sido vista como o critério competitivo com menor relação com os sistemas de gestão da produção. Isto deve-se em parte à característica passiva dos sistemas tradicionais, onde a única interface são os registros de porcentagem de itens defeituosos resultantes de cada fase do processo. Esses índices são necessários para programar as compras e a produção em quantidades maiores de modo a cobrir os defeituosos.

Essa mentalidade tem mudado com a redução dos níveis de estoque entre as fases produtivas que se tornam independentes umas das outras, de forma que uma fase passe a interferir e afetar a fase subsequente, evidenciando a imperfeição que está trazendo prejuízos mais imediatos e facilitando a localização dos problemas e melhoria do processo.

O dimensionamento e a programação dos níveis de estoques intermediários ao longo do tempo que pode ser importante em programas de melhoria da qualidade, é uma das atribuições dos sistemas, que assim passam a ter papel importante na atendimento de níveis desejados de qualidade e, por conseguinte, do produto.

Velocidade de Entrega: Para os sistemas de manufatura que pretendem ganhar competitividade hoje e no futuro, tempo é mais do que dinheiro, tempo é valor. Tempos curtos economizam custos relevantes para o sistema produtivo e ao mesmo tempo beneficiam o cliente, servindo-o bem num critério que o mercado tem valorizado mais a cada dia: a rapidez de entrega. Mover informações e materiais de forma ágil reduz os tempos dos ciclos produtivos que se traduzem em vantagens competitivas, das quais, segundo Corrêa & Gianesi (1993), podem se destacar:

- Vantagem externa da redução dos tempos de entrega: A rápida resposta as necessidades dos clientes, permitem comandar preços mais altos e ao mesmo tempo, assegurar a lealdade dos melhores clientes, que passam a praticar o planejamento de suas compras

com antecedência menor e, portanto, podem postergar suas decisões até uma data mais próxima da data na qual eles necessitam receber os bens adquiridos, isso permite decidir com maior grau de certeza, já que as previsões, nas quais a decisão de compra se baseiam, passam a ser de prazo mais curto e mais precisas. O cliente pode também reduzir os seus próprios ciclos em decorrência da redução dos tempos de suprimento.

- Vantagem interna na redução dos tempos: Atividades como comprar alguns componentes, matérias-primas e a produção de alguns semi-acabados, estocando-os antes mesmo de ter um pedido de compra firme colocado, caracteriza-se como atividade especulativa, pois são baseados em previsões. Quanto maior o período de tempo entre o início das atividades das atividades especulativas e a colocação do pedido do cliente, maior o volume de atividades. Portanto, maior o risco envolvido de estas atividades se mostrarem inúteis ou desperdiçadas, caso o pedido nunca se confirme. O aumento da velocidade do processo é uma das formas de reduzir a diferença entre o tempo total e o tempo de ciclo percebido pelo cliente (desde a colocação do pedido até o recebimento do produto) e, portanto, reduzir o volume de atividades especulativas dentro da organização.

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 com os baixos níveis de estoques de segurança, o atraso no fornecimento pode repercutir em parada na produção, com custos decorrentes muitas vezes elevados.

Além das vantagens externas, a confiabilidade de um processo produtivo traz também vantagens internas, talvez ainda mais significativas, pela redução dos tempos gastos pelos administradores em apagar incêndios, deixando de exercer a atividade na sua mais importante função que é a de planejar melhorias no processo.

Os sistemas de gestão da produção têm importante papel no aumento de confiabilidade dos sistemas produtivos. Segundo Corrêa & Giansi (1993), dentre as prescrições práticas para este aumento pode-se citar:

- Planejar à frente:
 - Prevendo e gerenciando eventos inesperados;

- Antecipando suprimento de insumos e processo, desenvolvendo mecanismos que permitam seu gerenciamento, sem prejuízos da confiabilidade do sistema.

- Controlar a ocupação de recursos:

- Adequando o programa de produção sem super - utilização da capacidade de produção, contribuindo para a confiabilidade do sistema através da elaboração de planos e programas que respeitam as restrições de capacidade do sistema.

- Monitorar o andamento da produção:

- Permitindo a identificação rápida de problemas com mecanismos adequados de controle da produção, minimizando os efeitos das ocorrências inesperadas, já que medidas corretivas podem ser tomadas antes que o problema se avolume.

Flexibilidade: A Flexibilidade tem sido certamente a prioridade mais estudada nos últimos tempos. Fatores como a diversificação e customização crescente dos produtos, bem como a notória diminuição dos ciclos de vida dos mesmos tem colocado a flexibilidade como uma grande prioridade contemporânea, conforme Pires (1995) que ainda expõe diversas definições de outros autores, que podem ser resumidas como a capacidade dos sistemas de produção responderem eficazmente a mudanças não planejadas, que podem ocorrer tanto na demanda dos produtos, no fornecimento de insumos, como no processo produtivo propriamente dito. Estas possíveis mudanças, segundo Pires (1995), demandam que o sistema desenvolva pelo menos cinco tipos de flexibilidade através do aumento de flexibilidade de seus recursos:

- Flexibilidade de novos produtos: Habilidade em incluir novos produtos ou alterar produtos já existentes;
- Flexibilidade de "mix": Habilidade de produzir determinado subconjunto da linha de produtos em determinado intervalo de tempo;
- Flexibilidade de volumes: Habilidade de alterar os níveis agregados de produção do sistema de forma eficaz;
- Flexibilidade de entrega: Habilidade de alterar eficazmente as datas de entrega dos pedidos do sistema;

- Flexibilidade de robustez: Habilidade do sistema de continuar funcionando ou retomar o funcionamento normal, uma vez que ocorra uma mudança relevante no suprimento de insumos ou no processo em si.

Planejamento, Programação e Controle de Produção é portanto uma função administrativa, que tem como objetivo normalizar o processo produtivo de uma indústria, determinando antecipadamente "o que" e "quando" fazer, utilizando a disponibilidade de mão-de-obra e das instalações. Dimensiona também a necessidade de matérias – primas e controla para que os prazos previstos sejam cumpridos. Deve comandar eficientemente a produção, ensejando simultaneamente a necessária coordenação entre as diversas áreas para que as metas sejam atingidas. Enfim, é objetivo do Planejamento, Programação e Controle da Produção, a coordenação global do Plano de Produção, procurando evitar que imprevistos aconteçam e prejudiquem o fluxo do processo, ocasionando atrasos e consequentemente o aumento dos custos orçados.

4.2 - O Planejamento da Produção

No planejamento da produção tem-se a preocupação em utilizar eficientemente a capacidade produtiva instalada o que consiste no estabelecimento dos níveis gerais de produção, estoques e capacidade para um período de médio/longo prazo. Os trabalhos de planejamento da produção praticamente se iniciam com os dados iniciais vindos das áreas de vendas, os quais normalmente dizem respeito a: "quais" produtos produzir; "quantos" produtos produzir; e "quando" eles devem ser concluídos. Passando então a existir a função de Planejamento, Programação e Controle da Produção, conforme Weidmann & Schulz (1996), responsável pela transformação das informações de:

- Vendas previstas;
- Estoques existentes;
- Capacidade produtiva;
- Modo de produzir;
- Linha de produção;
- Viradas de linha;

- Controle de refugo;
- Quais as operações necessárias, e quando devem ser executadas;
- Quando e quanto será necessário comprar de cada material;
- Emitir ordens de compras e ordens de fabricação;
- Abertura de desvios, com posterior aprovação da função Qualidade;
- Comandar compras de matéria – prima, ferramentas, etc.

4.3 - Programação da Produção

Pode-se definir programação da produção como sendo a execução física do planejamento, onde o tempo de produção é o fator preponderante que relacionado com o programa previsto, possibilitará um detalhamento claro e uma visualização correta do futuro andamento da produção. Segundo Burbidge (1990), a programação da produção tem como objetivos básicos:

- Cumprir o programa de produção nos prazos previstos;
- Distribuir corretamente o trabalho;
- Aproveitar eficientemente os meios disponíveis: mão de obra, materiais e instalações.

Programação da produção é feita baseada num plano mestre de vendas, que representa o quanto fabricar em cada período, de acordo com: vendas previstas e pedidos recebidos. Este plano será transformado em programação, que é a atribuição de tempos específicos a todas as operações necessárias para se cumprir o plano.

No caso de vendas previstas, se produz para estoques (*make-to-stock*), existindo o planejamento e controle de componentes e matérias primas. No caso de pedidos recebidos, a produção é programada através de ordens específicas (*make-to-order*).

No programa mestre baseado na previsão de vendas, a médio e longo prazo, o trabalho de se programar é realizado para um determinado horizonte, dessa maneira para a programação da produção serão previstas as necessidades de consumo de materiais e emitidas as ordens de produção. Conforme Corrêa *et al* (1997), quando da elaboração da

programação da produção não se utilizará o recurso de horas extras, sendo essa uma alternativa que deve ser deixada à execução.

4.4 - Controle da Produção

Segundo Machlene & Schoeps (1989), o controle da produção é a verificação de que a fabricação cumpre o que determina o Programa de Produção, com relação a:

- Produto especificado;
- Qualidade solicitada; e
- Prazo previsto.

Porém, além desses objetivos básicos que são de responsabilidade primeira do PCP, com relação ao controle da produção, há que se acrescentar a necessidade de análise dos resultados obtidos ao término de cada tarefa. Muitas vezes, a fabricação não consegue cumprir os planos de produção conforme estabelecidos e é necessário que a empresa, tenha conhecimento das razões que motivaram os atrasos e que providências sejam tomadas, evitando que os mesmos acontecimentos ocorram no futuro.

Conforme Corrêa & Giansi (1993), existem dois tipos distintos de controle da produção: durante a fabricação e ao final da tarefa. Durante a fabricação, o controle da produção está a cargo dos órgãos competentes, referindo-se a processos, métodos, especificações, qualidade, etc. O PCP limita-se ao acompanhamento da produção, verificando se a interferência das outras funções não influirão nos resultados previstos programados. Isto é necessário pois, se a área da Qualidade detecta uma falha na peça e exige a paralisação da produção, isto trará reflexos imediatos aos programas estabelecidos e providências deverão ser tomadas.

O controle da produção pelos resultados obtidos, somente é visível ao longo de um período de tempo maior que o primeiro referente a fabricação. Ao final da tarefa, após completado o processo de produção, têm-se os resultados e as comparações poderão ser realizadas, verificadas as variações entre previsão e realidade e conclusões serão tiradas e analisadas.

As informações para os controles de produção mantêm relação muito estreita com as informações para o comando da produção. Segundo Corrêa & Giansesi (1993), a sistemática geral de controle de produção consiste em:

- Estabelecer o que deve ser realizado, o tempo necessário, e quais os recursos exigidos;
- Coletar informações do que foi realizado, o tempo utilizado e os recursos consumidos;
- Comparar os dados estabelecidos e coletados;
- Tomar providências cabíveis, quando a diferença for considerável.

Os controles efetuados na produção podem ser referentes ao controle de trabalhos, controle de prazos, controle de materiais e controle de custos.

4.5 – Sistemas Mais Usuais de PCP

Os sistemas de gestão da produção têm papel estratégico importantíssimo na nova realidade competitiva. Tanto a operação (abordada nos próximos sub-itens), como a escolha estratégica dos sistemas mais apropriados às necessidades competitivas da organização envolvem decisões que afetam o desempenho do sistema de produção, em termos dos principais critérios competitivos da manufatura: custos, qualidade, velocidade de entregas, confiabilidade de entregas e flexibilidade.

Os sistemas de gestão da produção são, por excelência, sistemas integrados de informação, por abrangerem praticamente todos os setores dentro da organização. Porém, segundo Corrêa *et al* (1997), para que uma organização consiga que seus setores se comuniquem e que se tenha um padrão coerente e focalizado de tomada de decisões não é suficiente somente um bom sistema de informações. Deve-se garantir que a informação chegue em tempo aos pontos certos de tomada de decisão assegurando que os objetivos tenham sido o resultado de um processo cuidadoso e participativo de negociação dos setores envolvidos. Deve-se também, procurar garantir que as análises das contribuições efetivas e proativas que cada setor pode dar para definir e atingir os objetivos estratégicos da organização não se restrinjam aos limites da organização, mas se estendam para toda rede de fornecimento e de distribuição.

Segundo Corrêa *et al* (1997), os sistemas de PCP tem papel importante em dois aspectos fundamentais para empresas que preparam-se à nova realidade competitiva: a quebra das barreiras organizacionais e a gestão da rede de suprimentos.

Os sistemas de PCP, por serem a interface lógica entre setores dentro da empresa, e mesmo entre a empresa e seus fornecedores, têm papel decisivo e natural no apoio à gestão da rede de suprimentos. Eles coordenam as atividades dos setores, sejam eles internos ou externos da rede de suprimentos e auxiliam a controlar seus desempenhos operacionais, de modo que se garanta uma coerência nos padrões de decisão, não só dos setores internos da organização, como também dos fornecedores e distribuidores.

Ainda, segundo Corrêa *et al* (1997), um sistema de gestão da produção adequado não é suficiente para garantir, por si só, o sucesso competitivo de uma organização, uma vez que depende da integração de todos os seus componentes, não só infra-estruturais mas como também, com igual relevância, de seus componentes estruturais (as pessoas, os equipamentos e instalações). Entretanto, é condição necessária para que uma organização atinja sucesso competitivo. Os próximos sub-itens referem-se aos mais importantes sistemas de PCP na nova realidade competitiva e tratam de descrever os principais aspectos dos mais importantes sistemas de gestão da produção na nova realidade competitiva: do MRP ao MRP II; JIT e o OPT.

4.5.1 - Planejamento das Necessidades de Materiais - MRP

Segundo Corrêa & Gianesi (1993), o ponto de partida dos sistemas MRP foi o planejamento de materiais. Até meados dos anos 60, qualquer fábrica supria suas necessidades de matérias-primas e materiais diversos fazendo uma "estatística de consumo" que, associada ao tempo levado para suprir o estoque, determinava o ponto no qual se deveria encomendar mais material.

Após a segunda metade daquela década é que se passou a utilizar estruturas do produto (listas de materiais) para calcular necessidades de suprimento. Ao invés de usar estatísticas do consumo passado, calculavam-se as necessidades através das quantidades de produtos que se desejava produzir no futuro, explodindo estas quantidades através das estruturas do produto. Nasceram, assim, os primeiros sistemas de "Planejamento de

Necessidades de Material" (*Material Requeriments Planning*) o que deu origem a sigla "MRP".

O conceito de cálculo de necessidades de materiais é simples e conhecido há muito tempo. Segundo Corrêa *et al* (1997), este conceito baseia-se na idéia de que se são conhecidos todos os componentes de determinado produto e os tempos de obtenção de cada um deles. A partir daí, pode-se calcular, com base na necessidade de disponibilidade do produto em questão, os momentos e as quantidades que devem ser obtidas de cada um dos componentes. Assim garante-se que não haverá falta nem sobra de nenhum deles, no suprimento das necessidades dadas pela produção do referido produto.

Ainda conforme Corrêa & Gianesi (1993), a lógica do cálculo de necessidades é muito simples, entretanto sua utilização em processos de manufatura complexos somente se tornou possível com o barateamento e aumento da capacidade de processamento de dados dos computadores. Surgiram então, nos Estados Unidos, os primeiros sistemas de computador para gestão de materiais que utilizam conceitos de cálculo de necessidades, desenvolvidos a partir de um "processador de listas de materiais" que convertia o plano de produção de um produto final (demanda independente) em um plano de compras ou de produção de seus itens componentes (demanda dependente).

Neste ponto, segundo Corrêa *et al* (1997), é importante diferenciar estes dois conceitos que estão no coração da utilização de cálculo de necessidades: os conceitos de itens de demanda independente e itens de demanda dependente.

- Itens de demanda independente: são aqueles itens cuja demanda não depende da demanda de nenhum outro item. Um típico exemplo de um item de demanda independente é um produto final. Um produto final tem sua demanda dependente do mercado consumidor e não da demanda de qualquer outro item.
- Itens de demanda dependente: são aqueles cuja demanda depende da demanda de outro item. A demanda de um componente de um produto final, por exemplo, é dependente da demanda do produto final. Para a produção de cada unidade do produto final, uma quantidade bem definida e conhecida do componente será sempre necessária.. Os itens componentes de uma montagem são chamados de itens "filho" do item "pai", que representa a montagem.

A diferença básica entre os dois itens (de demanda independente e de demanda dependente) é que a demanda do primeiro tem de ser prevista com base nas características do mercado consumidor. A demanda do segundo, entretanto, não necessita ser prevista, pois, sendo dependente de outro, pode ser calculada com base na demanda deste. A constatação desta diferença básica originou, segundo Corrêa *et al* (1997), na lógica da utilização do cálculo de necessidades, que para poder ser explicada necessita da conceituação de mais alguns termos: estrutura do produto, itens pais e itens filhos, *lead-time*, necessidades brutas, e necessidades líquidas.

- Estrutura do Produto: é uma estrutura que descreve todas as relações pai-filho, entre itens que são componentes de um mesmo produto final. A Figura 03 representa a estrutura do produto final A.

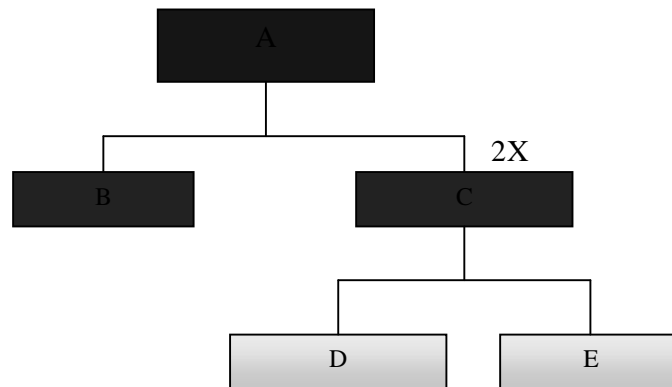


Figura 03- Exemplo de estrutura do produto

- Itens Pais e Itens Filhos: item-pai é um item de estoque que tem componentes. Cada um destes itens componentes é um item-filho do item-pai. Se um item-filho tem componentes, ele é também um item-pai destes, e seus componentes são por sua vez, seus itens-filhos. Na figura 01, os itens B e C são componentes do item A, portanto, o item A é o item-pai e B e C são seus itens-filhos. Note que o "2X" na figura representa que para cada produto final A, são necessárias duas unidades do item C. Por sua vez, o item C tem seus itens-filhos D e E.
- *Lead-time*: é o tempo necessário para o ressuprimento de um item. Se um item é comprado, o *lead-time* refere-se ao tempo decorrido desde a colocação do pedido de compra até o recebimento do material. Em se tratando de item fabricado, o *lead-time*

refere-se ao tempo decorrido desde a liberação de uma ordem de produção até que o item esteja pronto e disponível para o uso.

De posse desses dados (estrutura do produto e *lead-time* dos itens) é possível calcular, segundo Corrêa *et al* (1997), além das necessidades dos produtos finais (quantidades e datas), as necessidades de todos os itens componentes. A consideração da posição dos estoques dos diversos itens ao longo do tempo faz com que nem sempre seja necessário comprar ou produzir o total das necessidades brutas dos itens, mas apenas a diferença entre a necessidade e o estoque disponível do item. Desta forma o sistema calcula a necessidade líquida para o item, que será a quantidade da ordem liberada.

- Necessidades brutas: são as quantidades necessárias dos itens "filho" (componentes) para atender a determinada quantidade de um item "pai" que necessita ser produzido, desconsiderando as quantidades em estoques dos itens "filho", ao longo do tempo. São as quantidades de itens "filho" que devem estar disponíveis para a produção do item "pai".
- Necessidades líquidas: são as necessidades de itens filhos (componentes) para suprir a produção de determinada quantidade de um item "pai", descontadas as posições dos estoques já existentes de itens "filhos" (e que, portanto, não necessitam ser produzidos ou comprados). Em outras palavras são as quantidades de itens "filhos" que devem ser efetivamente obtidas, via compra ou manufatura, para a produção do item "pai".

Desta forma, feitos os cálculos acima, ficam definidas as necessidades de materiais para que se cumpram os pedidos. Já se sabe, portanto, quais as ordens de compra e de produção que devem ser colocadas, em que momentos e em quais quantidades. Só algum tempo depois é que se integraram ao sistema formas de planejar necessidades da capacidade das máquinas, da mão-de-obra, de recursos financeiros, de energia elétrica, espaço físico, de capital de giro, em suma de qualquer recurso envolvido com o ciclo de compra – produzir – vender. Daí a sigla MRP II, de Planejamento dos Recursos da Manufatura.

4.5.2 - Planejamento dos Recursos da Manufatura – MRP II

O termo MRP II significa Planejamento dos Recursos da Manufatura, do inglês "*Manufacturing Resource Planning*" e representa um sistema de planejamento e controle da produção. Seu objetivo, segundo Corrêa & Gianesi (1993), é dotar a empresa industrial de uma metodologia formal para planejar e controlar a manufatura, ou seja, determinar planos de ação de longo, médio e curto prazo, controlar a sua execução e medir resultados alcançados.

O MRP II, portanto é um sistema de gestão, um modelo de planejamento e controle industrial que deve ser formalizado pela empresa. O grande número de variáveis envolvidas, a necessidade de atender qualquer tipo de indústria e o nível de integração exigido faz com que o volume de informações seja muito grande, e por isso, segundo os autores, exige uma boa capacidade de computação, ou como em termos de informática se diz, exige um "sistema".

Há algum tempo, ter um MRP II era sinônimo de "grandes computadores", mas com a evolução das máquinas menores, hoje, já se pode contar com soluções para micro computadores e até em micros.

Um sistema MRP II, conforme Pires (1995), deve suportar no mínimo as funções de planejamento operacional, planejamento das necessidades de capacidade, gestão de estoque, estruturas e roteiros, controle de produção, chão de fábrica e custos. Estas funções regulam o fluxo de informações por toda estrutura da empresa, vertical (hierárquico) e horizontalmente (departamental).

O planejamento de longo prazo nas indústrias, necessário para definição dos mercados a atender, produto a desenvolver e recursos a obter, é desempenhado no sistema MRP II pelos módulos de planejamento operacional: Gestão de Demanda e Análise de Recursos.

Segundo Corrêa *et al* (1997), o plano escolhido como a melhor alternativa é o produto final desse processo de planejamento e chama-se "plano operacional". Muitas empresas chamam este processo de "fazer o *Budget*", onde as diversas áreas da empresa se dimensionam em termos de recursos para cumprir os objetivos a longo/médio prazo definidos.

A próxima etapa é, então, de acordo com Corrêa *et al* (1997), gerenciar este plano acompanhando o comportamento a curto prazo das vendas (a carteira de pedidos) ao cronograma de recursos de suporte de recursos estabelecidos, à eficiência da produção e aos objetivos de estoques de produtos. Esta etapa nos sistemas MRP II é suportada pelos módulos de Programa Mestre de Produção, Gestão da Demanda e Análise Bruta de Capacidade. Esta função é comumente identificada nas indústrias como de confecção do Plano de Produção, onde se determina o *mix* de produtos que compõe o plano.

O próximo passo, para Corrêa *et al* (1997), é detalhar esse plano geral de produção de produtos acabados em programas de fabricação (se possível setor a setor, máquina a máquina) para cada componente fabricado, e em programas de suprimento para cada matéria – prima ou componente comprado. Esta etapa é suportada nos sistemas MRP II pelos módulos de Planejamento de Materiais – MRP e pelo Planejamento de Capacidade – CRP. Nesta etapa a capacidade de computação exigida cresce bastante. Podem existir centenas de subconjuntos e peças fabricadas e milhares de componentes. Qualquer acordo da empresa com os seus fornecedores também deve ser parametrizado nesta etapa. Datas de entrega, periodicidade do fornecimento, embalagens em múltiplos e os tempos de reposição são algumas das variáveis consideradas.

Esta programação detalhada para cada componente/matéria – prima é, então, consolidada por setores de produção e fornecedores e se constitui no programa de trabalho/suprimento a ser executado. Uma vez liberado para produção e compras, marca o encerramento da etapa de programação e o início das etapas de execução e controle de compras e produção. A monitoração destas atividades é suportada pelas funções de controle de compras e apontamento de produção no chão-de-fábrica.

Na parte de compras, é monitorada a chegada de materiais e verificada a colocação das ordens de compra ou entrega dos fornecedores. Qualquer atraso que prejudique o cumprimento do plano de produção pode ser, portanto, identificado e apontado pelo sistema.

Na produção, a execução da programação e o conseqüente andamento da fabricação é monitorada pelo apontamento das principais operações de produção, e sistematicamente verificada a existência de algum atraso para iniciar ou terminar uma ordem de produção qualquer.

Segundo Lubben (1989), é comum ter-se sistemas que possibilitam o uso de tecnologia de código de barras além de outras como terminais de coleta e o uso da baixa automática, por exemplo, para facilitar os trabalhos de apontamento da produção e recebimento de materiais.

No caso de mudança do programa mestre, tudo é reprogramado e as ações corretivas necessárias para adequação ao novo plano são sumariadas num relatório, de maneira que se mantenham com o plano mestre atualmente em vigor. Segundo Corrêa *et al* (1997), este realinhamento das prioridades para o correto atendimento do plano mestre é um dos pontos altos do sistema MRP II e geram uma grande integração entre os setores da empresa.

A metodologia MRP II se aplica a qualquer indústria e dá resposta à equação fundamental da manufatura. Depois de mais de 30 anos de desenvolvimento, a maioria dos sistemas MRP II hoje são suficientemente abertos para acomodar os diversos tipos de indústrias, desde que corretamente parametrizada. O que varia de uma empresa para outra, segundo Pires (1995), é o peso que uma função (módulo) representa em relação a outras. Uma montadora de produtos de consumo exige um planejamento de materiais e um controle de estoque e compras bastante detalhados, enquanto nas indústrias de processo, com um pequeno número de materiais básicos não há necessidade de tantos detalhes. Uma indústria mais verticalizada pode precisar de carga detalhada de máquinas, enquanto numa montadora isto pode não ser necessário. Nem todos os fabricantes de *software* incorporam a seus sistemas todos os módulos correspondentes ao modelo MRP II de planejamento e controle, e a seleção do sistema é uma das etapas bastante críticas do processo de implantação.

Um sistema integrado a este nível não é fácil de implantar. É preciso uma metodologia de projeto bastante formal e um grande comprometimento por parte da alta administração, uma vez que a implantação do MRP II vai mexer com praticamente todas as áreas da empresa.

Ainda, segundo Pires (1995), outra questão muito comum é o tempo que se leva para implantar um sistema MRP II. Este tempo vai depender do maior ou menor grau de formalização das funções do MRP II na empresa. Uma empresa muito informal, onde tudo é tocado de ouvido, vai ter uma dificuldade muito maior para implantação de um sistema

formal de planejamento e controle do que uma outra em que estas funções já estejam razoavelmente formalizadas, onde o esforço será o de passar as informações para um novo formato automatizado. De qualquer modo, dificilmente este tempo de implantação poderá ser menor do que um ano.

Para Corrêa *et al* (1997), um aspecto que contribui fortemente para o sucesso da implantação, é um programa de educação e treinamento condizente com a magnitude do esforço e da abrangência envolvidos. Estes programas devem envolver todos os níveis da empresa e todas as áreas operacionais. O por que da implantação do sistema, o que se espera com seu uso, quais os resultados almejados, que recursos serão necessários para a implantação e como será organizado o trabalho, são algumas das informações que devem ser passadas nesta etapa da educação à diretoria e ao corpo gerencial da empresa. No treinamento, extensivo a todas as áreas operacionais, devem ser transmitidos os primeiros conceitos para a capacitação dos usuários das informações até pelo menos ao nível de chefias administrativas e supervisão de fábrica, além de todo o corpo técnico.

Só após esta etapa e capacitação em todas as funções MRP II é que se pode conseguir uma interação produtiva entre o conhecimento da empresa e a nova tecnologia, que deve ser canalizada sob forma de grupos de trabalho que, ai sim, pode empreender o treinamento e o laboratório necessário ao pleno conhecimento do *software*.

Poder participar da definição de algumas informações que serão utilizadas e dos procedimentos necessários para um fluxo normal no dia-a-dia pelos próprios usuários finais gera uma integração excelente e aumenta em muito o comprometimento do grupo com o uso posterior das informações.

Sistemas MRP II modernos incorporam, segundo Lubben (1989), os conceitos trazidos de outras "escolas" de gestão industrial, como a de produção *Just-in-Time*, e vem abrangendo pouco a pouco funções da qualidade e funções específicas para uso de forma descentralizada na empresa. A arquitetura muda, mas o conceito de gestão continua o mesmo. Um banco de dados onde estão descritos os planos de trabalho, os produtos, os clientes, as listas de materiais, os processos de fabricação, o parque de fornecedores, a organização da produção e a qualidade da empresa certamente servirá de consulta em qualquer projeto de melhoria posterior, seja ela de qualidade total, de produtividade ou de

automação industrial, pois o MRP II constitui-se, na verdade, na própria base para a jornada em direção à excelência de uma empresa.

O princípio básico do MRP II é o do cálculo de necessidades líquidas, utilizando os conceitos de MRP citados anteriormente no tópico 4.5.1, acrescido de uma técnica de gestão que permite o cálculo, viabilizado pelo uso do computador, das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos de manufatura em relação a materiais, pessoas, equipamentos, entre outros, para que se cumpram os programas de entrega de produtos, com um mínimo de formação de estoques.

Segundo Corrêa & Gianesi (1993), o cálculo de necessidades dos componentes é feito a partir das necessidades dos produtos finais. Sumariando, seus principais aspectos são:

- Parte-se das necessidades de entrega dos produtos finais (quantidades e datas);
- Calculam-se "para trás", no tempo, as datas em que as etapas do processo de produção devem começar e acabar;
- Determinam-se os recursos, e respectivas quantidades, necessárias para que se execute cada etapa.

Tradicionalmente, a gestão de todos os itens de estoque, sejam componentes, semi-acabados ou produtos finais, era feita pelas empresas, com base em modelos convencionais, como os de ponto de reposição e lote econômico (Burbidge, 1990). Segundo esses sistemas, a compra ou produção de determinado item deveria ocorrer em determinada quantidade chamada "lote econômico", no momento em que o estoque abaixasse a determinado nível chamado "ponto de reposição".

Neste ponto, segundo Burbidge (1990), uma ordem de ressuprimento seria disparada para que o item começasse a ser montado, fabricado, ou pedido a um fornecedor, tratando os itens de estoque de forma indiscriminada como se fossem itens de demanda independente, e os itens de demanda dependente como se estivessem sujeitos a uma incerteza de demanda que na verdade não existe, uma vez que pode-se calcular a demanda como função da demanda de outro item. Além disso os modelos de "lote econômico" quando aplicados a itens de demanda dependente, fazem com que as ordens sejam colocadas de forma bastante independente da demanda de produtos finais. Isto significa

que às vezes uma pequena variação de demanda de determinado produto final possa repercutir na colocação de um grande número de ordens de compra e produção num mesmo período, podendo causar dificuldade adicional na administração da capacidade do sistema, já que várias ordens de produção podem estar competindo pelo mesmo recurso de produção.

Inicialmente, a lógica do cálculo de necessidades era aplicada apenas para o cálculo de necessidade de materiais. A idéia era partir das necessidades de produtos finais e das estruturas de produtos para calcular as necessidades de itens de demanda dependente, ou seja, componentes e materiais.

Funcionamento do MRP II

Os sistemas MRP II geralmente são disponíveis no mercado na forma de pacote computacional, sendo que tais pacotes guardam entre si grande similaridade quanto a sua estrutura e lógica de funcionamento.

Segundo Corrêa *et al* (1997), em geral, o MRP II possui cinco módulos principais:

- Módulo de Planejamento da Produção (*Production Planning - PP*);
- Módulo de Programa Mestre da Produção (*Master Production Schedule - MPS*);
- Módulo de Cálculo de Necessidades de Materiais (*Material Requeriments Planning - MRP*);
- Módulo de Cálculo de Necessidade de Capacidade (*Capacity Requeriments Planning - CRP*);
- Módulo de Controle de Chão-de-Fábrica (*Shop Floor Control - SFC*).

Além destes, há os módulos de atualização dos dados cadastrais, que se ocupam de alterações quanto aos dados de itens de estoques, estrutura de produtos, centros produtivos, roteiros de produção, entre outros. Os módulos principais se relacionam conforme o esquema geral demonstrado na Figura 04 .

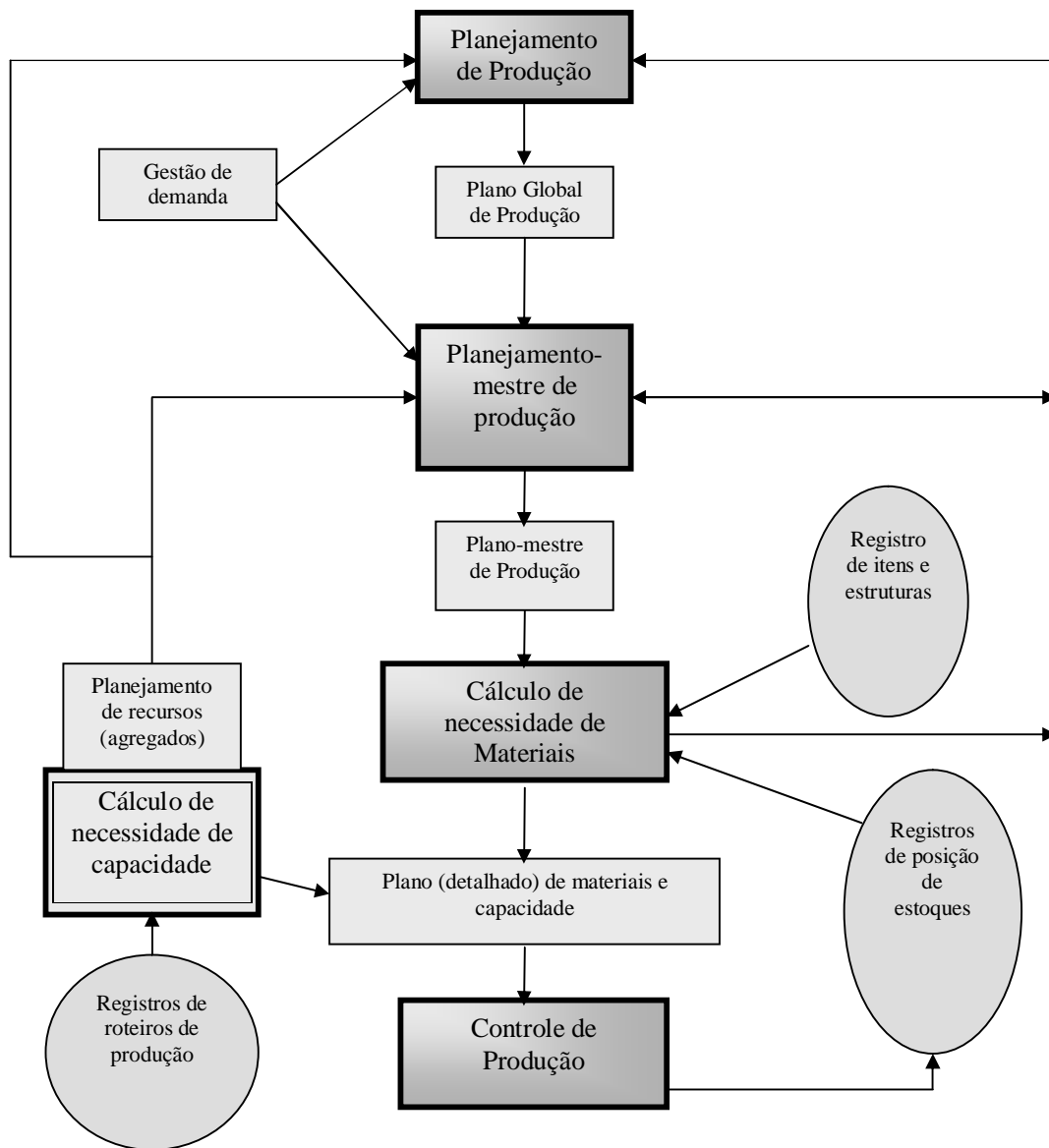


Figura 04 – Inter-Relações dos Principais Módulos de um Sistema MRP II Típico (Andersen Consulting, 1995).

Planejamento da Produção – PP: O módulo de planejamento da produção, segundo Corrêa & Giansi (1993), tem como objetivo auxiliar a decisão dos planejadores quanto aos níveis agregados de estoques e produção período a período, baseando-se também em previsões de demanda agregada (demanda do conjunto de produtos). É o nível mais agregado de planejamento de produção e por não apresentar dados detalhados, tem como

função principal o planejamento a longo prazo, que pode chegar em alguns casos em anos. Tais dados agregados sobre a produção de diferentes produtos são estimados neste módulo através de unidades de tempo agregado, volume de produção, faturamento, etc.

O planejamento da produção deve ser confrontado e consolidado com os planos de produção desagregados fornecidos pelos demais módulos, para que o planejador tenha certeza de que suas decisões desagregadas e detalhadas estão contribuindo com o atingimento das metas de produção de prazo mais longo.

Programa Mestre da Produção - MPS: é um plano para a produção de produtos finais, período a período e tem como *input* crítico a previsão de vendas. Segundo Corrêa & Gianesi (1993), o MPS deve levar em conta limitações de capacidade identificadas, de forma também agregada, assim como a convivência de utilizar a capacidade instalada, podendo determinar que alguns itens sejam produzidos antes do momento em que sejam necessários para venda, e outros itens podem não ser feitos, ainda que o mercado se disponha a consumi-los.

O MPS é o elo básico de comunicação entre os níveis mais agregados de planejamento com a produção. É definido em termos de especialização do produto e a partir dele é que são calculadas as necessidades de componentes, capacidade produtiva, entre outros recursos.

De acordo com Corrêa *et al* (1997), o MPS é a base para o estabelecimento de importantes compromissos entre os interesses de diversas funções dentro da organização. Com Vendas, por exemplo, um pedido para aumentar a produção de determinado produto final pode ser possível somente ao custo de sacrificar prazos de produção de outro produto, dadas as restrições de capacidade. Se não for possível reduzir a produção de nenhum item ou produto para acomodar o pedido, não há saída: é necessário que se altere o MPS.

Planejamento das Necessidades de Material - MRP: este é o principal módulo dentro do MRP II, baseia no registro básico que representa a posição e os planos com respeito à produção e estoques de cada item ao longo de um período de tempo.

Para Corrêa & Gianesi (1993), alguns conceitos empregados no MRP necessitam ser comentados nesta etapa são elas: Período, Necessidades Brutas, Recebimentos Programados, Estoque Projetado Disponível, Plano de Liberação de ordens, Tempo de Ressuprimento e Tamanho do Lote.

- Período (*Time Bucket*): Indica os períodos que o MRP vai considerar para o planejamento. Estes períodos podem variar de um dia até um mês, conforme o caso específico. O período que parece ser o mais utilizado é a semana.
- Necessidades Brutas (*Gross Requirements*): As quantidades que representam a utilização futura ou demanda do item em questão durante cada período.
- Recebimentos Programados (*Scheduled Receipt*): Ordens firmes, como por exemplo, as ordens já abertas de reposição de estoque para o item com recebimento programado para início do período.
- Estoque Projetado Disponível (*Projected Available Balance*): A posição e os níveis projetados de estoque do item, disponível ao final de cada período.
- Plano de Liberação de Ordens (*Planned Order Releases*): Ordens planejadas a serem liberadas no início de cada período.
- Tempo de Ressuprimento (*Lead Time*): É o tempo que decorre entre a liberação de uma ordem e a completa disponibilidade do material correspondente para utilização.
- Tamanho do Lote (*Lot-Size*): Idealmente, as ordens colocadas seriam do tamanho exato necessário, nem mais nem menos. Entretanto, a empresa pode optar por trabalhar com lotes de produção para fazer frente a eventuais custos fixos em relação à quantidade produzida (como por exemplo, os custos de preparação de máquina).

Cálculo das Necessidades de Capacidade - CRP: O planejamento da capacidade de produção é tão importante como o planejamento dos próprios materiais. De acordo com Corrêa *et al* (1997), os benefícios de um sistema de administração da produção não serão atingidos sem identificar futuras necessidades de capacidade com antecedência suficiente para se poder provê-la ou sem ser capaz de identificar possíveis ociosidades futuras. Capacidade de produção insuficiente pode deteriorar o desempenho de uma empresa em termos de cumprimento de prazos, assim como, capacidade de produção em excesso pode representar custo desnecessário. Conforme Corrêa & Gianesi (1993), os sistemas de administração do tipo MRP II, fazem uma avaliação prévia, chamada de *Rough-Cut Capacity Planning* cujo objetivo é localizar inviabilidade de determinado plano mestre de produção identificadas através de cálculos simples e agregados, permitindo se chegar a um plano de produção viável. Não encontrada nenhuma inviabilidade o plano-mestre é então

explodido pelo módulo MRP em termos de componentes, gerando-se ordens de compra e de produção para os itens particulares. Com base nestas informações, medidas gerenciais podem ser tomadas, no sentido de alterar as ordens de produção inviáveis para que uma situação de viabilidade em termos de disponibilidade de recursos produtivos seja atingida.

Controle do Chão-de-Fábrica - SFC: Responsável pelo sequenciamento das ordens, por centro de produção, dentro de um período de planejamento e pelo controle da produção, no nível de chão-de-fábrica. Conforme Corrêa e Gianesi (1993), no MRP II clássico, é este o módulo que busca garantir que o que foi planejado será executado de formas mais fiel possível aos planos.

Segundo estes autores, os sistemas de produção baseados em um arranjo físico funcional (recursos agrupados por função), denominados normalmente de produção do tipo *Job Shop*, são os tipos mais adequados para utilização do controle de chão-de-fábrica dos sistemas MRP II, em função do alto volume de informações de apontamentos necessários. Nestes sistemas os itens tem roteiros de produção variados, passando por diferentes partes da fábrica onde sofrerão a seqüência de operações definida pela tecnologia envolvida, normalmente também com longos *lead-times*, nível de material em processo alto e altos índices de utilização de equipamentos (com presença de filas de ordens para processamento nos recursos). Nesse sentido, segundo Lubben (1989), também parece haver uma tendência de as empresas fazerem os seus controles de chão-de-fábrica utilizando ferramentas mais simples que permitem decisões locais, como os sistemas do tipo *Kanban*.

Ainda, segundo Corrêa e Gianesi (1993), o uso dos módulos de controles de chão-de-fábrica dos sistemas MRP II de forma estrita (sem que o sistema seja muito alterado para adaptar-se ao usuário) tem sido bastante limitado, tanto no Brasil como no exterior. O alto volume de apontamentos necessários, informando ao sistema detalhada, freqüente e precisamente o que ocorre na fábrica, parece não ser compatível com a moderna visão gerencial de se eliminarem, tanto quanto possível, as atividades que não agregam valor aos produtos.

No nível de controle de chão-de-fábrica se acham as funções que mais se utilizam dos roteiros pelos quais as ordens tem de passar. Os roteiros são as seqüências de centros de produção ou máquinas pelas quais as específicas ordens tem de passar. Além

dos roteiros, também são necessárias informações cadastrais sobre os diversos centros de produção e suas capacidades. Todas estas informações devem estar presentes na base de dados do MRP II para permitir o uso do SFC.

As atividades do módulo de controle de chão-de-fábrica começam com a liberação da ordem de produção. Um tipo de informação crítica para o módulo de controle são as mudanças nos planos de materiais, como previsões de prazos e quantidades a entregar das ordens já abertas. Só de posse destas informações o estabelecimento de prioridades locais na fábrica pode ser feito de forma precisa e eficaz.

O módulo de controle de chão-de-fábrica usa algoritmos com base em regras de sequenciamento, para proceder ao carregamento detalhado das ordens nos recursos dentro de um período de planejamento e definir seqüências preferenciais para a execução das ordens nos centros produtivos.

Formas de Funcionamento do MRP II

Existem duas formas básicas de executar o planejamento de produção usando o MRP II: a forma Regenerativa e a *Net-Change*. Segundo Corrêa & Giansi (1993), estas formas diferem a maneira com que o sistema replaneja as necessidades de materiais a partir de mudanças no ambiente produtivo.

Na forma Regenerativa o sistema parte do programa mestre de produção e explode as necessidades de produtos em necessidade de materiais, com tempo de processamento considerável.

A forma *Net-Change* é diferente, sempre que ocorre uma alteração, este item é marcado pelo sistema servindo de base para que o processamento *Net-Change* recalcule as ordens apenas dos itens marcados, com um tempo muito reduzido já que apenas os itens que sofreram alterações foram recalculados.

Em geral as empresas utilizam as duas formas, de modo *Net-Change* diariamente e o regenerativo semanalmente.

O sistema também trabalha com mecanismos de exceção que são mecanismos gerenciais e permitem ao usuário lidar em seu dia-a-dia com uma quantidade de

informações reduzidas, uma vez que o sistema informa apenas aquelas ocorrências fora do planejamento que demandem ações gerenciais corretivas.

Vantagens e Limitações do MRP II

Uma das principais vantagens do MRP II é sua natureza dinâmica, condição que se torna importante a cada dia, num ambiente competitivo que é cada vez mais turbulento. Corrêa *et al* (1997) consideram que a lógica do MRP II permite que se trate de forma mais apropriada os itens de demanda dependente do que a lógica do ponto de reposição, principalmente nas situações em que as estruturas dos produtos sejam complexas, com vários níveis e vários componentes por nível e, as demandas sejam instáveis,.

MRP II é um sistema de informações integrado que põe em disponibilidade para um grande número de usuários grande quantidade de informações. Esta troca de informações, se bem aproveitada pode trazer inúmeros benefícios para a empresa. Entretanto, segundo Corrêa e Gianesi (1993), o sistema MRP II tem também importantes limitações que devem ser bem compreendidas por todos aqueles que por ventura estejam considerando a possibilidade de utiliza-lo. Algumas destas limitações serão discutidas a seguir:

- Por basear-se num pacote de computador grande, complexo, muitas vezes caro, não é fácil de adaptá-lo às necessidades da empresa usuária, por demandarem grandes esforços e despesas. Muitas vezes as empresas se vêem obrigadas a se adaptar ao sistema ao invés do contrário, o que nem sempre é recomendável.
- Embora uma quantidade muito grande de dados esteja disponível, estes dados também devem ser informados ao sistema de forma sistemática e exata, não se permitindo controles paralelos, já que o sistema depende visceralmente deles para seus procedimentos. Isto demanda que os envolvidos no sistema sejam bastante disciplinados em seus procedimentos de entrada de dados. Isto nem sempre é fácil de se obter e representa alterações na forma de trabalho das pessoas, que tendem a ser mais informais.

- MRP II, por ser um sistema passivo e centralizado não favorece que os operários engajem na melhoria do sistema produtivo, já que o MRP II assume as responsabilidades por grande parte das decisões, deixando os usuários na função de cumpridores do plano.

O MRP II privilegia os critérios de cumprimento de prazos e redução de estoques, muitas vezes a custas de outros critérios. O desempenho estratégico do sistema vai ser influenciado pelo fato de a empresa necessitar ou não de alto desempenho nos critérios que o MRP II privilegia.

4.5.3 – *Just-in-Time*

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

O principal conceito no JIT é produzir a partir da demanda, obtendo em cada estágio do processo produtivo os itens necessários, nas quantidades necessárias, e no momento necessário, caracterizando um sistema de produção "puxada" contrário ao "empurrado" tradicionalmente utilizado pelos outros sistemas. No Ocidente este conceito ficou conhecido como sistema *Kanban*, que significa "cartão" em Japonês, e é utilizado para autorizar a movimentação dos itens ao longo do processo produtivo.

Mais do que uma técnica de gestão da produção, o JIT pode ser considerado uma "filosofia" que inclui: a administração de materiais, gestão da qualidade, gestão de recursos humanos, organização do trabalho, etc.

Alguns outros conceitos são usados por Lubben (1989) para traduzir aspectos da filosofia *Just in Time*, entre eles:

- Produção sem estoques;
- Eliminação de desperdícios;
- Manufatura de Fluxo Contínuo;
- Esforço contínuo na resolução de problemas;

- Melhoria contínua dos processos.

O JIT tem como objetivo principal a melhoria contínua do processo produtivo, buscando mecanismos que visem reduzir o nível de estoques que tendem a camuflar problemas do sistema produtivo, de modo que estes fiquem visíveis e possam ser eliminados através de esforços concentrados e priorizados. Estes problemas classificam-se conforme Corrêa & Gianesi (1993) em três grandes grupos comentados a seguir:

1º grupo - Problemas de Qualidade: Quando alguns estágios do processo apresentam problemas de qualidade, gerando refugo de forma incerta, o estoque colocado entre esses estágios e os posteriores, permitem que esses últimos possam trabalhar continuamente, sem sofrer com as interrupções que ocorrem em estágios anteriores. Dessa forma, o estoque gera independência entre os estágios do processo produtivo;

2º grupo - Problemas de Quebra de Máquina: Quando uma máquina para por problemas de manutenção, os estágios posteriores que são alimentados por esta máquina teriam que parar, caso não houvesse estoque suficiente para que o fluxo de produção continuasse, até que a máquina fosse reparada e entrasse em produção normal novamente. Nessa situação, o estoque também gera independência entre os estágios do processo produtivo;

3º grupo – Problemas de Preparação de Máquina: Quando uma máquina processa operações em mais de um componente ou item, é necessário preparar a máquina a cada mudança de componente a ser processado. Esta preparação representa custos referentes ao período inoperante do equipamento, mão de obra requerida na preparação, à perda de material no início da operação, entre outros. Quanto maiores estes custos, maior tenderá a ser lote executado, para que estes custos sejam rateados por uma quantidade maior de peças, reduzido, por conseqüência, o custo por unidade produzida. Lotes grandes de produção geram estoques, pois a produção é executada antecipadamente à demanda, sendo consumida por esta em períodos subsequentes.

O estoque e o investimento que este representa podem ser simbolizados pela água de um lago que encobre as pedras que representam os diversos problemas do processo produtivo, conforme ilustrado na Figura 05. Desse modo o fluxo de produção (representado pelo barco) consegue seguir às custas de altos investimentos em estoque.

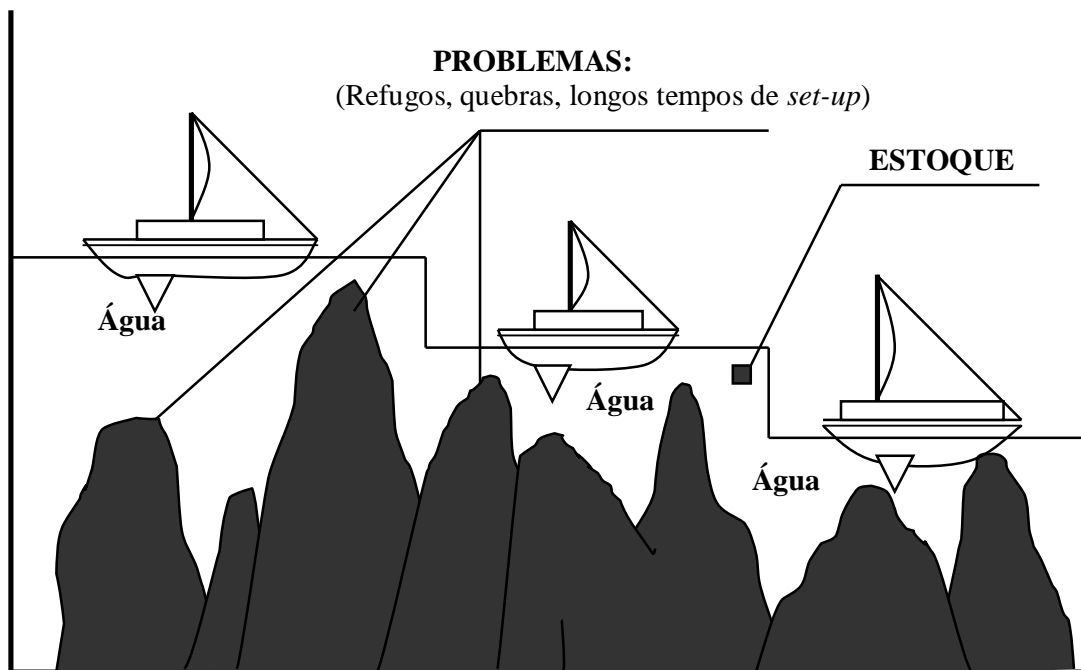


Figura 05 – Redução dos estoques para expor os problemas do processo (Corrêa & Gianesi - 1993).

Reduzir os estoques, segundo Corrêa e Gianesi (1993), assemelha-se a baixar o nível de água, tornando visíveis os problemas que, quando eliminados, permitem um fluxo mais suave da produção, mesmo sem estoques. Reduzindo-se os estoques gradativamente, tornando visíveis os problemas mais críticos da produção, ou seja, possibilita-se um ataque priorizado. A medida que esses problemas vão sendo reduzidos, eliminam-se mais e mais os estoques, localizando e atacando novos problemas escondidos.

JIT X Abordagem Tradicional

Segundo Corrêa & Gianesi (1993), o sistema JIT apresenta diversas diferenças de abordagem em relação aos sistemas tradicionais. Talvez a principal seja sua característica de "puxar" a produção ao longo do processo, de acordo com a demanda. Neste sistema, o material somente é processado em uma operação se ele é requerido pela operação subsequente do processo. Os sistemas tradicionais são sistemas que "empurram" a produção desde a compra de matérias-primas até os estoques de produtos acabados, onde as operações são disparadas pela disponibilidade de material a processar. Uma vez completada a primeira operação. O lote é "empurrado" para a operação seguinte, esperando

a sua vez de encabeçar a fila de lotes a serem processados de acordo com seu nível de prioridade.

Ainda conforme Corrêa & Gianesi (1993), outra característica importante do sistema JIT é o de ser um sistema "ativo" enquanto os sistemas tradicionais são sistemas "passivos". Na abordagem tradicional, os sistemas de gestão da produção assumem como dada uma série de características do processo produtivo como por exemplo, níveis de refugo, tempos de preparação de equipamentos, frequência de quebra de máquinas, entre outros. Dadas estas características, os sistemas de gestão tradicionais procuram minimizar os custos envolvidos no processo sugerindo ordens maiores, em função do índice esperado de peças defeituosas, sugerem a produção de lotes capazes de ratear os custos de preparação por uma quantidade maior de itens processados e sugerem excesso de capacidade para dar conta das paradas de máquinas por problemas de manutenção, caracterizando assim a passividade do sistema.

Para Lubben (1989) o sistema JIT, por outro lado, incentiva o questionamento e a melhoria daquelas características do processo que os sistemas tradicionais assumiam como dadas. Desse modo, os problemas do processo não são aceitos passivamente. Ao contrário, a eliminação desses problemas, que são encobertos pelos estoques gerados, constitui um benefício e um pressuposto para a utilização do sistema JIT. O objetivo de reprodução dos estoques, presente na filosofia JIT, é atingido pela eliminação das causas geradoras da necessidade de se manterem os estoques.

Conforme Corrêa & Gianesi (1993) os principais elementos que diferenciam o JIT das abordagens tradicionais são:

- **Estoques:** Na abordagem tradicional, os estoques são considerados úteis por proteger o sistema produtivo de problemas que podem causar a interrupção do fluxo de produção, dando independência a cada fase de modo que os problemas de uma fase não atinjam as fases subseqüentes, atuando como "amortecedores" de problemas existentes.

No JIT, por outro lado, estes autores afirmam que os estoques são considerados nocivos, também por ocuparem espaços e representarem altos investimentos em capital, mas, principalmente, por esconderem os problemas da produção que resultam em baixa qualidade e baixa produtividade. A presença de estoques tira a atenção da gerência para problemas sérios de qualidade e falta de confiabilidade de equipamentos

e fornecedores, problemas estes que a filosofia JIT procura eliminar. Ainda que, apesar do "conforto" dado pelos estoques, a gerência procura manter a atenção na eliminação dos problemas do processo, a presença de estoques dificulta a identificação desses problemas.

Ainda para Corrêa & Gianesi (1993), as empresas que empregam o JIT reconhecem a necessidade de algum estoque em processo para que a produção possa fluir, contudo, argumentam que essa necessidade é menor do que se considera. Manter a continuidade do fluxo de produção com pouco estoque em processo não é uma tarefa fácil. É necessário exercer uma tarefa certa pressão para que se produza sistemática e consistentemente, segundo as taxas de produção e os níveis de qualidade esperados, para que nenhuma etapa do fluxo seja interrompida por falta de material.

- **Tamanho dos Lotes:** Para Corrêa & Gianesi (1993), um dos principais pilares do JIT é a redução dos lotes de produção e de compra, determinando o seu tamanho através do balanço entre os custos com a manutenção dos estoques e os custos fixos, referentes à obtenção do lote (como os de preparação de máquinas, custos de processar pedidos de compra, etc.) . Um exemplo simples deste balanço é dado pela metodologia de determinação do lote econômico, ou como demonstrado na Figura 06, para ressuprimento por tempo-demanda.

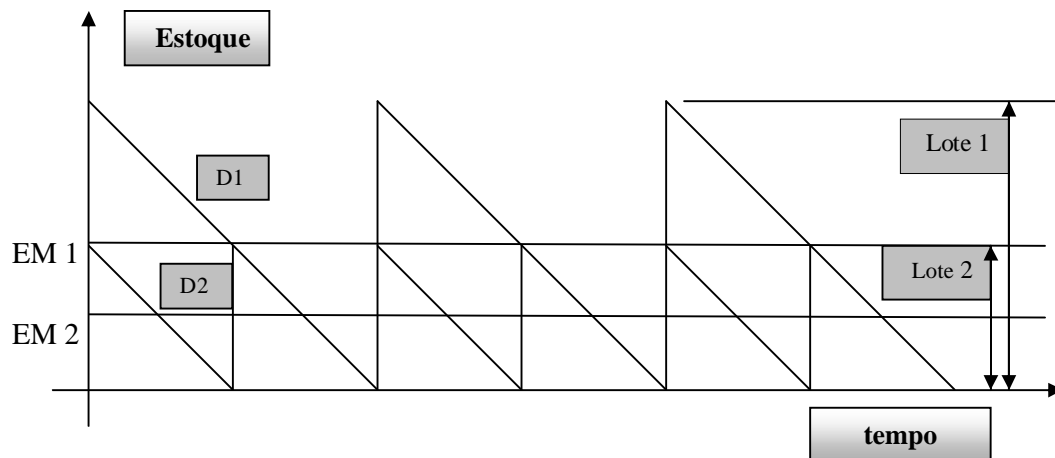


Figura 06 – Evolução do nível de estoques no tempo- hipótese de demanda constante (Corrêa & Gianesi, 1993).

Assumindo a demanda como sendo constante ao longo do tempo (D1), o nível de estoque diminui linearmente até que um novo lote de material é acionado, no momento que o nível de estoque vai a zero (Lote 1). A figura 06 mostra dois casos de ressurgimento, um com o lote 1 e outro com o lote 2, com quantidade igual à metade da quantidade do primeiro. Pode-se notar que, com o tamanho do lote 1, o estoque médio (EM 1) resultante é igual a metade do lote 1, ou seja, igual ao lote 2, e o número de ressurgimento do estoque é de três vezes, no horizonte de tempo analisado. Adotando-se os ressurgimentos dados pelo lote 2, o estoque médio resultante é a metade do lote 2, e o número de ressurgimentos é igual a seis, ou seja, o dobro do caso anterior. Como se vê, com lotes maiores, reduz-se a frequência de ressurgimento, mas mantém-se estoques médios maiores.

O custo de manutenção do estoque aumenta proporcionalmente ao tamanho do lote, pois, produzindo-se ou comprando-se lotes maiores, um estoque será formado para que seja consumido ao longo do tempo. O Custo de obtenção, sendo fixo, diminui com o tamanho do lote, pois é "rateado" pelo número de unidades. Dessa forma, o lote de obtenção do material é determinado através do balanço entre esses dois custos, conforme ilustra a Figura 07.

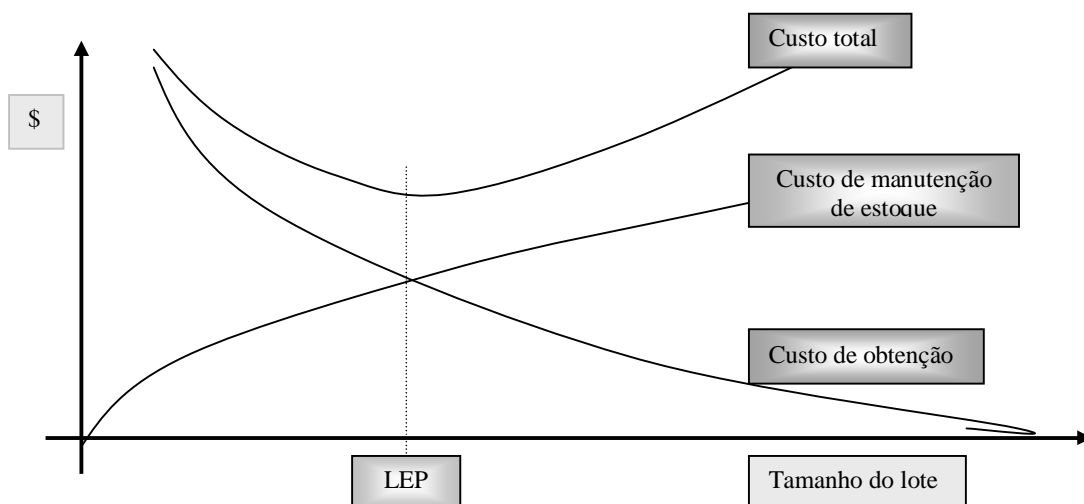


Figura 07 - Determinação do Lote Econômico (Corrêa & Gianesi, 1993).

- **Erros ou Defeitos do Sistema Produtivo:** A abordagem tradicional encara os erros como inevitáveis, devendo ser considerados no planejamento para que a operação não seja surpreendida. Dada a inevitabilidade da ocorrência de erros, a produção deve ser inspecionada e os itens defeituosos retratados em estações específicas, caso não seja possível, refugá-los. Para Corrêa & Gianesi (1993) a filosofia JIT, pelo contrário, não considera os erros como inevitáveis, assumindo explicitamente a meta de eliminá-los por completo. A situação pretendida de "zero defeito" pode ser inatingível, contudo, o estabelecimento desta meta é o que leva ao movimento de melhoria contínua, que pode resultar em índices reais de defeitos muito baixos.

Segundo estes autores, os erros e defeitos no JIT tem importância fundamental como fonte de informações para o aprimoramento contínuo, através da análise dos erros pode-se descobrir porque o processo ainda apresenta falhas e, com a investigação de cada defeito e a busca persistente de suas causas mais básicas, aprimorar o processo para que ele não produza mais falhas. Para Corrêa & Gianesi (1993), na busca de um sistema de prevenção que caminhe para um aperfeiçoamento contínuo, adotam-se geralmente conceitos baseados em :

- Abordagem participativa: permite que todos e que vários setores possam contribuir na busca de soluções;
 - Mudança organizacional: a empresa deve favorecer a visibilidade dos erros para sua fácil identificação.
- **Utilização da Capacidade:** É comum que as empresas considerem que um dos índices importantes de desempenho da fábrica seja a taxa de utilização dos equipamentos, fazendo com que os gerentes as mantenha sempre operando.

A filosofia JIT, de acordo com Corrêa & Gianesi (1993), coloca a ênfase da gerência do fluxo de produção, procurando fazer com que os produtos fluam de forma suave e contínua através das diversas fases do processo produtivo. Com este objetivo, não há sentido em priorizar o alto índice de utilização dos equipamentos, quando estes são analisados individualmente. O princípio já citado de "puxar" a produção a partir da demanda, ou seja, disparar a produção de determinado item em determinado centro de produção de acordo com as quantidades requeridas pelas operações seguinte garante que os equipamentos sejam utilizados apenas nos momentos necessários.

Neste ponto podem surgir questões como, problemas quando a demanda é muito variável no tempo ou ainda a variedade de produtos e componentes é muito grande, fazendo com que a demanda seja instável. Para Corrêa & Gianesi (1993), nestes casos produzir apenas segundo as necessidades exigiria capacidade muito acima da capacidade produtiva para garantir o atendimento aos picos de demanda ao mesmo tempo em que se teria períodos de alta ociosidade, resultando em taxas de utilização muito baixas. Isto faz com que se imponham alguns pressupostos para implementação do JIT, como uma demanda razoavelmente estável ao longo do tempo e uma faixa (*mix*) de produtos relativamente estreita. A ênfase no fluxo traduz-se em taxas de utilização de equipamentos geralmente mais baixas do que aquelas que se obtêm com a abordagem tradicional, exigindo certa capacidade em excesso.

- **Papel da Mão de Obra Direta e Indireta:** Segundo Corrêa & Gianesi (1993), a filosofia JIT impõe novo papel para a mão de obra direta e indireta na organização:

- A mão de obra direta da produção passa a ser responsável por atividades antes atribuídas a departamentos de apoio. Segundo o JIT, se a empresa pretende fazer as coisas certas da primeira vez, são os operários que as devem fazer, ou seja, eles são responsáveis pela qualidade dos produtos produzidos. São os operários que fabricam, montam, testam e movimentam os materiais, isto é, que executam todas as atividades responsáveis pela qualidade "embutida" no produto. Portanto, somente eles conhecem a fundo os problemas de se conseguir fazer certo da primeira vez.

- A mão de obra indireta tem o papel de apoiar, com conhecimento técnico mais sofisticado, o trabalho do pessoal de linha de frente do processo de aprimoramento do produto e do processo, ou seja, os operários. A identificação e resolução dos problemas cabe aos operários, sendo estas tarefas apoiadas e facilitadas pelos especialistas, ou como tem sido chamados, os facilitadores. Para este autor, nem todos os problemas poderão ser resolvidos diretamente pelos operários, de modo que a presença dos especialistas continua a ser fundamental, porém com outro enfoque: os especialistas em qualidade, método e processos, entre outros, deverão apoiar os operários em sua tarefa e não traçar as diretrizes e os métodos de trabalho para que sejam seguidos sem questionamento pela mão de obra direta, como manda a boa prática da abordagem tradicional.

Lubben (1989), considera que na manutenção dos equipamentos e instalações, o papel dos operários também é ampliado. Enquanto na abordagem tradicional a responsabilidade pela manutenção corretiva e preventiva é de uma equipe especializada que está na fábrica apenas para executar tais funções. Na filosofia JIT a ênfase dada prioritariamente à manutenção preventiva, é a execução de boa parte, pelos próprios operadores.

A idéia, segundo Lubben (1989), é que a manutenção preventiva simples, como: lubrificação, limpeza, entre outras, aliada a operação cuidadosa, suave e contínua dos equipamentos, é em boa parte responsável pela confiabilidade das máquinas. A atuação dos próprios operários na manutenção preventiva simples, causa menos e menores interrupções na produção, aumenta a responsabilidade da mão de obra em relação aos equipamentos que opera e aproveita o conhecimento do operário sobre a operação diária do equipamento, no trabalho de manutenção.

O Uso de JIT : Eliminando os Desperdícios

Eliminar os desperdícios significa analisar todas as atividades realizadas na fábrica e eliminar aquelas que não agregam valor à produção. Para Lubben (1989), entre as atividades exercidas na empresa podem ser identificadas sete categorias de desperdícios:

- **Desperdício de Superprodução:** O JIT considera um desperdício o hábito de produzir antecipadamente à demanda, para o caso de os produtos serem requisitados no futuro. A produção antecipada provém em geral de problemas e restrições do processo produtivo, tais como altos tempos de preparação de equipamentos, falta de coordenação entre as necessidades e a produção, grandes distâncias a percorrer com o material em função do arranjo físico inadequado, entre outros. Desse modo, segundo Lubben (1989), a filosofia JIT sugere que se produza somente o que é necessário no momento e, para isso, que se reduzam os tempos de *set-up*, que se sincronize a produção com a demanda, que se compacte o *layout* da fábrica, e assim por diante.
- **Desperdício de Espera:** Refere-se ao tempo em que o material espera para ser processado, formando filas que visam garantir altas taxas de utilização de equipamentos. A ênfase no JIT, segundo Lubben (1989), é dada no fluxo de materiais

e não nas taxas de utilização dos equipamentos, os quais somente devem trabalhar se houver necessidade.

- **Desperdício de Transporte:** A atividade de transporte e movimentação de materiais não agrega valor ao produto produzido e é necessária devido a restrições do processo e das instalações, que impõe grandes distâncias a serem percorridas ao longo do processamento, que podem ser reduzidos através da elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas.
- **Desperdício de Processamento:** O desperdício de processamento pode estar ocorrendo no próprio processo produtivo. Nesse sentido, segundo Lubben (1989), torna-se importante a aplicação das metodologias de engenharia e análise de valor, que consistem na simplificação ou redução do número de componentes ou operações necessárias para produzir determinado produto. Qualquer elemento que adicione custo e não valor ao produto é candidato a investigação e eliminação.
- **Desperdício de Movimento:** Os desperdícios de movimento estão presentes nas mais variadas operações que se executam na fábrica. Para Lubben (1989) as metodologias de estudos de métodos e estudo do trabalho visam alcançar economia e consistência nos movimentos, aumentando a produtividade e reduz os tempos associados ao processo produtivo. Técnicas estas que se justificam, pois o JIT é um enfoque essencialmente de "baixa tecnologia" apoiando-se em soluções simples e de baixo custo. Ainda que se decida pela automação, deve-se aprimorar os movimentos para somente então, mecanizar e automatizar, caso contrário, corre-se o risco de automatizar o desperdício.
- **Desperdício de Produzir Produtos Defeituosos:** Problemas de qualidade geram os maiores desperdícios do processo. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar material, mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação, armazenagem, inspeção, entre outros.

É comum adotar dispositivos à prova de falhas, os quais procuram evitar os erros comuns causados pelo homem, chamados de *Pokayoke*, são encontrados nas mais diversas formas e nas várias etapas do processo produtivo.

- **Desperdício de Estoque:** Como já comentado, além de ocultarem outros tipos de desperdícios, significam desperdícios de investimento e espaço. A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da

necessidade de manter estoques. Isto pode ser feito eliminando-se todos os outros desperdícios, como tempos de preparação de máquinas e os *lead times* de produção, sincronizando os fluxos de trabalho, reduzindo-se as flutuações de demanda, tomando as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade dos processos.

Além do esforço de eliminação dos desperdícios, para Corrêa & Giansi (1993), o JIT tem a característica de não aceitação da situação vigente ou mesmo de padrões arbitrários de desempenho. Na abordagem tradicional, as metas costumam ser estáticas, ao menos para determinado período, geralmente a ano final, após o que podem ser alterados visando aprimoramentos. As metas funcionam como padrões, com base nas quais é exercida a atividade de controle que procura minimizar os afastamentos que ocorrem em relação a estes padrões. O controle mantém o processo estável e mantém os resultados dentro das tolerâncias aceitáveis. As metas colocadas pelo JIT, segundo Weidmann & Schulz (1996), são nada menos que:

- Zero defeitos;
- Tempo zero de preparação;
- Estoque zero;
- Movimentação zero;
- Quebra zero;
- Lote produtivo unitário (uma peça de cada vez).

Embora pareçam ambiciosas, se não inatingíveis, aos olhos da abordagem tradicional, estas metas garantem o processo de esforços para melhoria contínua e não aceitação da situação atual.

Aspectos a Serem Considerados em um Projeto de Implementação de JIT

Alguns fatores são importantes e devem ser analisados criteriosamente, quando se pretende implementar o JIT. Segundo Corrêa & Giansi (1993), dentre estes fatores pode-se citar como principais:

- **Projeto para Manufatura:** o primeiro fator a ser considerado é que a adoção do JIT implica em um mercado que deve ser melhor focalizado, devendo-se aumentar a

variedade de produtos oferecidos, sem que ocorra um aumento proporcional da variedade dos processos, o que implica geralmente em aumento da complexidade e elevação dos Custos. O JIT enfatiza o denominado "projeto inteligente do produto", onde as etapas do produto e projeto do processo tem importância igual, devendo caminhar juntos no desenvolvimento do produto.

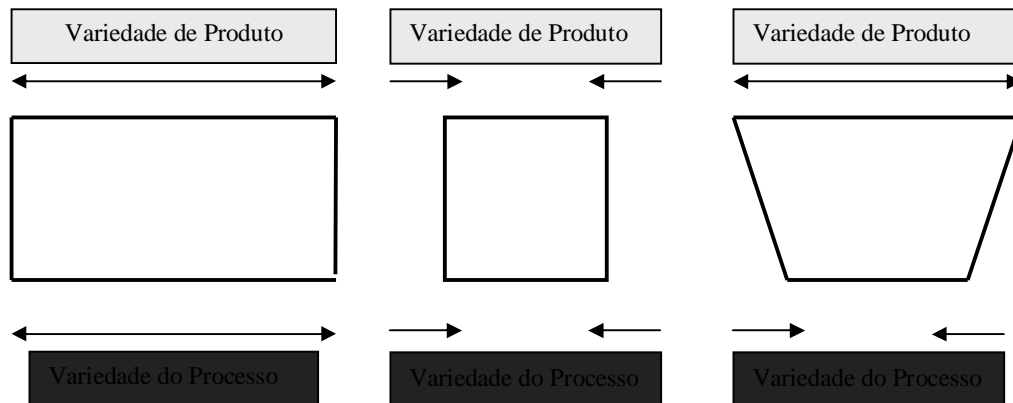


Figura 08 - Relação entre atividades de produto e processo, segundo abordagem tradicional e JIT (Adaptado de Corrêa & Gianesi, 1993).

De acordo com Corrêa & Gianesi (1993), alguns dos fatores que influenciam as modificações das relações entre atividades de produto e processo da abordagem tradicional para a abordagem JIT são:

- Aprimoramento tecnológico;
- Equipamentos flexíveis;
- Projeto adequado à montagem;
- Mão de obra flexível;

Pode-se associar algumas técnicas, adotadas pela filosofia JIT, ao projeto de adequação à manufatura e à montagem, conforme Corrêa & Gianesi (1993) estas técnicas são:

- Projeto modular: Redução do número de componentes e modularidade de componentes e sub-montagens;

- Simplificação: Deve-se trabalhar em um número mínimo de faces ou lado do produto.
- Movimentos: Preferencialmente de cima para baixo, evitando montagens laterais de baixo para cima.
- **Layout:** Como segundo aspecto, o *Layout* tradicional por processo ou funcional (Figura 09), resulta em complexos fluxos de materiais durante a produção, correspondendo aos diferentes produtos produzidos na fábrica. A movimentação é intensa e os recursos agrupados por função. A grande distância 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.

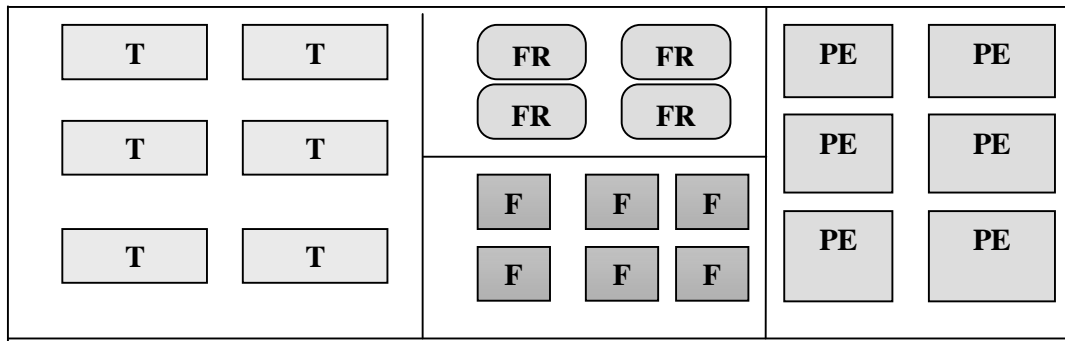


Figura 09 - Arranjo físico funcional ou por processo (Adaptado de Lubben, 1989).

O arranjo físico geralmente utilizado nas empresas que adotam o sistema JIT é o arranjo físico celular exemplificado pela Figura 10, sendo esta uma tentativa de linearizar o *lay-out* funcional ou de processo, favorecendo um melhor fluxo, reduzindo ao mínimo a movimentação de materiais, assim como as filas e os tempos gastos com preparação. O espaço é ocupado eficientemente reduzindo-se o estoque em processo limitando-o, no caso ideal, ao material que está sendo processado.

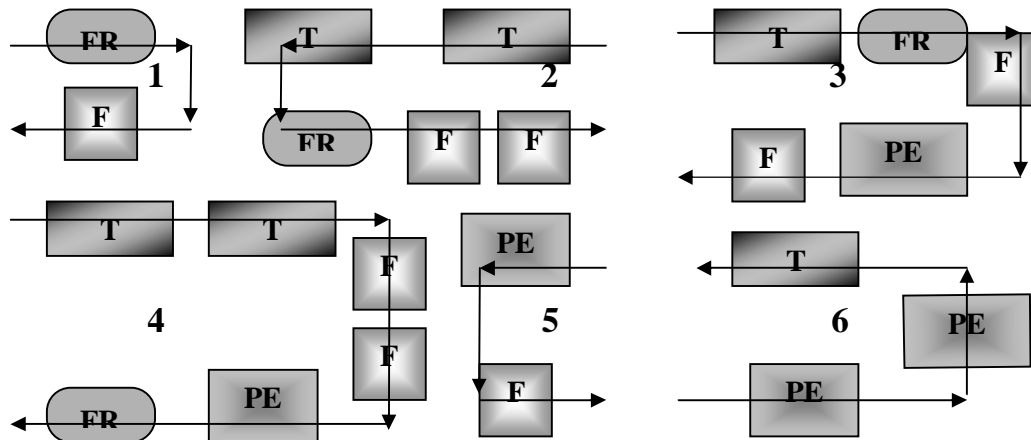


Figura 10 - Arranjo físico Celular (Corrêa & Gianesi, 1993).

Em geral, a forma das células obedece ao exposto na Figura 10, ou seja, em forma de "U". Segundo Corrêa & Gianesi (1993), o *layout* celular apresenta algumas vantagens:

- Menos estoque de produtos em processo;
- Menos custos de movimentação de material;
- Menos *lead-times* de produção;
- Planejamento da produção mais simplificado;
- Controle visual das operações;
- Menores tempos de preparação.

A célula de manufatura permite aplicação do conceito de foco, ou seja, maior conhecimento do trabalho por parte dos operadores da célula com conseqüente redução de custos operacionais e melhoria da qualidade, permitindo ainda que um número menor de operadores operem as máquinas (Figura 11).

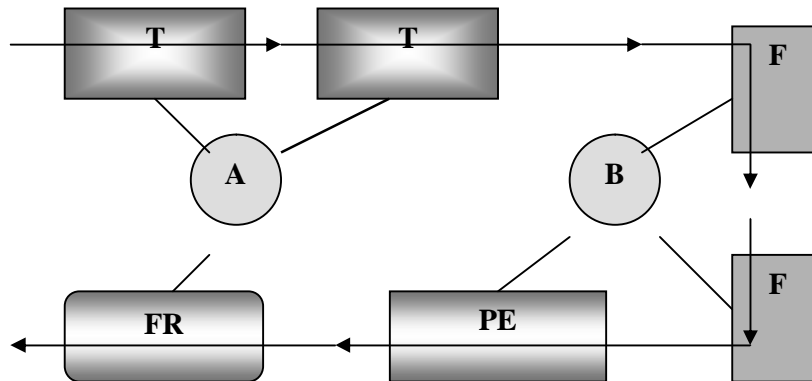


Figura 11 - Célula de manufatura com seis máquinas operadas por dois operadores (Lubben, 1989).

- **Redução de Tempos Envolvidos no Processo:** outro fator é a redução nos tempos envolvidas no processo, que tem como papel principal no JIT, resultando em aumento da flexibilidade de resposta do sistema produtivo. Para que ocorra esta redução dos tempos envolvidos no processo, os produtos, o sistema de manufatura e o processo de produção devem ser projetados de forma a facilitar o fluxo das ordens de produção, reduzindo conseqüentemente o "*lead-time*" que, segundo Lubben (1989), é composto basicamente de:
 - Tempo de tramitação de ordem de produção: deve estar no nível de chão de fábrica, podendo utilizar cartões ou outro tipo de comunicação;
 - Tempo de espera em fila: corresponde a mais de 80% do *lead-time*, devendo ser reduzido através da diminuição de lotes e tempos de preparação de máquinas;
 - Tempo de preparação do equipamento: deve-se buscar alternativas que visem diminuí-lo (*set-up* externo, treinamento, dispositivos de troca rápida, etc.)
 - Tempo de processamento: é o único que agrega valor ao produto, sendo que deve ser utilizado para que se produza sem erros;
 - Tempo de movimentação: deve ser reduzido, principalmente pela aplicação do *layout* celular.

- **Fornecimento de Materiais:** neste fator, para Corrêa & Gianesi (1993), os elementos mais importantes dentro da ótica do JIT, com relação ao fornecimento de materiais são:
 - Lotes de fornecimento reduzidos;
 - Recebimentos freqüentes e confiáveis;
 - Tempo de fornecimento reduzido;
 - Altos níveis de qualidade.

Dessa forma, o JIT engloba a gestão de toda rede de suprimentos do fornecedor de matéria-prima ao consumidor final, enfatizando principalmente a cooperação e integração.

Dentro desse espírito, para Lubben (1989), estabelecem-se os pontos a serem implantados com relação ao fornecimento de materiais, que são:

- Redução na base de fornecedores;
 - Informações comerciais compartilhadas;
 - Informações de projeto compartilhadas;
 - Redução de custos de aquisição;
 - Localização dos fornecedores.
- **Conceito de Qualidade:** como outro fator a ser considerado, a qualidade é um benefício gerado dentro do JIT, é um pressuposto para a sua implantação. O principal conceito é a atribuição da responsabilidade pela qualidade à produção.

Essa busca da qualidade no JIT deve ser encarada como um processo contínuo que busca também a redução dos custos totais da produção.

Para Lubben (1989) alguns pontos a serem considerados dentro do conceito de qualidade no JIT, são:

- Controle do processo;
- Inspeção 100%;
- Lotes pequenos;
- Verificação diária dos equipamentos; Etc.

- **Gerenciamento da Linha de Produção:** o fator a ser considerado neste aspecto é que as linhas de produção não são exclusivas do sistema JIT, tendo sido aplicadas em um número muito grande de empresas neste século. Contudo, o sistema JIT traz algumas diferenças na aplicação das linhas de produção, assim como na forma de gerenciá-las.

No sistema JIT, segundo Corrêa & Giansesi (1993), procura-se transformar o processo de produção fazendo-o aproximar-se do fluxo contínuo, principalmente, através do aprimoramento do projeto dos produtos utilizando componentes comuns e padronizados. Outra forma de definição do processo de produção está na modificação do *layout*, utilizando o conceito de células de manufatura e linhas, integrando toda a fábrica num fluxo contínuo de produção. Transforma-se praticamente todas as seções da fábrica em pequenas linhas de produção, produzindo continuamente e integrados entre si, por um sistema de programação, denominado sistema *Kanban*.

A ênfase dada no gerenciamento da linha de produção, está na busca de flexibilidade, que baseia-se principalmente na mão-de-obra. Nesta flexibilidade, os trabalhadores devem estar aptos e serem capazes de assumir mais de uma função em relação as atividades de uma linha de produção.

O gerenciamento da linha de produção a nível de chão de fábrica é desempenhado pelo encarregado da linha, que possui autonomia para modificar o balanceamento da linha, assim que percebe a ocorrência de gargalos, devido a mudanças nas características da demanda.

Conforme Lubben (1989), também aplicam-se algumas outras características de gerenciamento na administração das linhas de produção no sistema JIT, que são:

- Ênfase na manutenção preventiva dos equipamentos, procurando minimizar a ocorrência de paradas não previstas, reduzindo a necessidade de estoques entre os postos de trabalho, tais usuais nas linhas tradicionais;
- *Layout* em forma de "U", colocando os postos de trabalho bastante próximos entre si, evitando a necessidade de equipamentos caros de movimentação de materiais sujeitos a quebras e que limitam a flexibilidade das linhas;
- Utilização de equipamentos menores, em geral mais flexíveis;

- Desenvolvimento pela equipe de engenharia da fábrica, de um sistema de manutenção simples, podendo-se agregar novas unidades para ajustar a capacidade de demanda.

Planejamento, Programação e Controle da Produção para o JIT

Como citado e visto anteriormente, conforme Corrêa & Gianesi (1993), alguns dos objetivos e benefícios fundamentais do JIT são reduzir continuamente os custos, obter níveis crescentes de qualidade e dar flexibilidade ao processo para que possa se adaptar às variações da demanda. Esta flexibilidade é conseguida através da redução dos *lead times*, esperando-se obter um fluxo suave e contínuo de materiais pela fábrica. Foi dito também que a necessidade desta flexibilidade está limitada principalmente no que se refere a mudanças no *mix* de produtos, já que no sistema JIT toma-se o cuidado de:

- restringir a variedade de produtos produzidos, trabalhando-se com uma faixa de produtos limitada, em grandes lotes e ou,
- utilizar técnicas de projeto adequado à manufatura e à montagem, de modo que o mercado perceba certa variedade de produtos, enquanto a fábrica percebe a produção de uma gama restrita de componentes.

A transformação de todo o fluxo de produção em uma linha de fluxo contínuo, que inclua não só a montagem final dos produtos, mas também a fabricação de componentes e sub-montagens, não admite grandes variações de curto prazo no volume de produção. Contudo, para ajudar a produção a responder às variações possíveis da demanda a curto prazo, o sistema JIT procura adequar a demanda esperada às possibilidades do sistema produtivo, além de organizar este sistema de modo que variações pequenas de demanda a curto prazo possam ser acomodadas sem muito incômodo para o sistema de produção.

Segundo os mesmos autores, através desta técnica, as linhas de produção podem produzir vários produtos diferentes a cada dia, de modo a responder adequadamente à demanda do mercado. É fundamental para esta técnica a redução dos tempos envolvidos nos processos, principalmente os tempos de preparação e os tempos de fila, que devem ser desprezíveis. Desta forma, a fase de programação mensal da produção adapta a produção

de cada período às variações da demanda ao longo do ano, enquanto a programação diária adapta a produção diário às variações da demanda ao longo do mês.

A programação mensal é efetuada a partir do processo de planejamento mensal da produção que resulta em um Programa Mestre da Produção, expresso em termos de quantidades de produtos finais a serem produzidos a cada período. Este programa fornece também os níveis médios de produção diária, de cada estágio do processo, garantindo que hajam recursos suficientes para a execução do programa, além de alguma capacidade extra, necessária ao JIT.

O planejamento é baseado em previsões de demanda mensais, e o horizonte de planejamento depende de vários fatores característicos da empresa, como as incertezas da demanda e os *lead times* de produção, sendo três meses um valor normalmente utilizado. Com um horizonte de três meses, o *mix* de produção é sugerido, normalmente, com dois meses de antecedência e o plano detalhado é fixado ou "congelado" com um mês de antecedência ao mês corrente. Os programas diários são então gerados a partir deste programa mestre de produção.

Segundo Corrêa & Gianesi (1993), o "amacramento" da produção inclui duas dimensões: a distribuição homogênea da produção agregada mensal a cada dia, ao longo do mês, e a distribuição homogênea da produção mensal de cada produto, a cada dia, ao longo do mês. Assim pode-se definir um programa de modelos mesclados, como demonstrado na Tabela 01.

Tabela 01 – Produção mensal e diária de modelos mesclados (Corrêa & Gianesi, 1993).

Produtos	Ciclo (min)	Demanda Mensal	Demanda Diária	Horas por Dia
A	2,5	1.100	55	2,29
B	5	600	30	2,50
C	5	500	25	2.08
Total		2.200	110	6.68

O Sistema KANBAN

Segundo Corrêa & Gianesi (1993), *Kanban* é o termo japonês que pode significar cartão. Este cartão age como disparador da produção de centros produtivos em estágios anteriores do processo produtivo, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais. Os sistemas *Kanban*, inicialmente utilizados na fábrica da *Toyota* no Japão utilizavam dois cartões, um deles denominado *Kanban* de Produção e o outro de Transporte.

O *Kanban* de Produção, dispara a produção de um pequeno lote de peças de determinado tipo, em um determinado centro de produção da fábrica. Este cartão contém em geral, as seguintes informações: número da peça, descrição da peça, tamanho do lote, *container* padronizado, centro de produção responsável e local de armazenagem, conforme ilustra a Figura 12.

KP – Kanban de Produção N° da Peça: 1234	
Descr.: Rotor Tipo C	Lote: 12 Peças
C.P.: Célula J-32	Arm.: J-32

Figura 12 – *Kanban* de Produção (Corrêa & Gianesi,1993).

O *Kanban* de Transporte autoriza a movimentação do material pela fabrica, do centro de produção que produz determinado componente para o centro de produção que consome este componente. Este Cartão contém, em geral, as seguintes informações: número da peça, descrição da peça, tamanho do lote, centro de produção de origem, centro de produção de destino, conforme ilustra a Figura 13.

KT – Kanban Transporte N° da Peça: 1234	
Descr.: Rotor Tipo C	Lote: 12 Peças
C.P. de Origem: Cél. J-32	C.P. Dest.: Posto L-35

Figura 13 – *Kanban* de Transporte (Corrêa & Gianesi, 1993).

Para ilustrar o processo de puxar a demanda utilizando o sistema *Kanban*, pode-se utilizar como exemplo uma produção de rotores para bombas hidráulicas. Em determinado posto da linha de montagem de bombas, o operador monta os rotores nas caixas das bombas. Neste local o operador armazena determinada quantidade de rotores dos três tipos de bomba, para que possa utilizá-los, na medida do necessário. A seqüência dos passos está ilustrada na Figura 14.

1) O operador retira o último rotor de um *container* padronizado que se encontrava no seu posto de montagem.

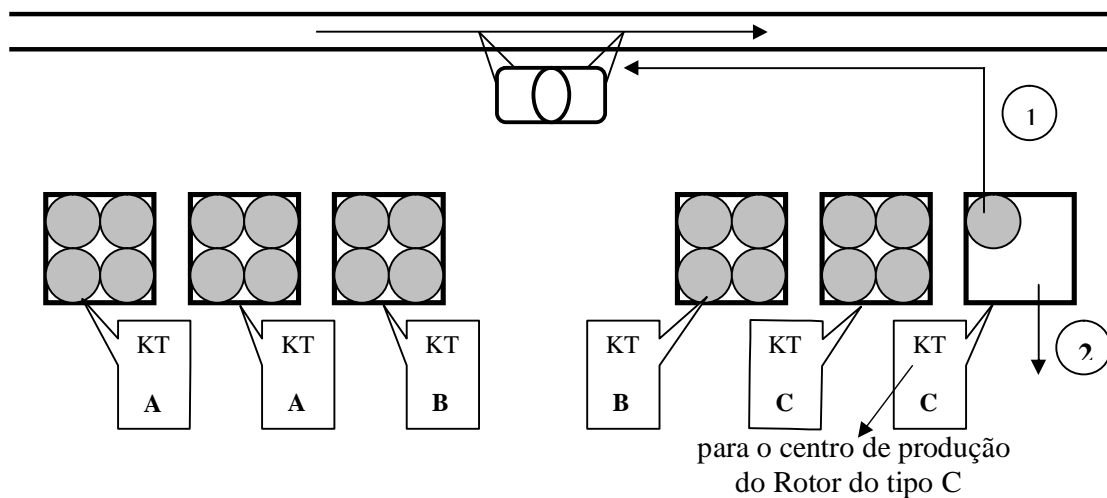


Figura 14 – O *Kanban* na linha de montagem (Adaptado de Corrêa & Gianesi, 1993).

2) O *container* tem preso a ele um *Kanban* de transporte (KT) que permite sua movimentação até o centro produtivo que finaliza a fabricação dos rotores. Funcionários responsáveis pela movimentação levam o *container* vazio e o *Kanban* de transporte ao centro produtivo marcado no cartão.

3) Funcionários responsáveis dirigem-se ao centro de produção de finalização dos rotores (J-32), deixam o *container* vazio e levam o *container* completo para a linha de montagem. O *Kanban* de transporte acompanha toda a movimentação.

4) O *Kanban* de produção que estava preso no *container* cheio de rotores é transferido para o painel de produção do centro J-32, para que um novo lote seja finalizado.

5) Para produzir um novo lote que irá repor o estoque consumido, o operador do Centro J-32 utiliza um *container* de peças semi-acabadas.

6) O operador libera o *Kanban* de transporte que estava preso no *container* de rotores semi-acabados, para transferir mais um lote de rotores semi-acabados do centro M-12 para o centro J-32.

7) Na Figura 15, funcionários dirigem-se ao centro de produção de fabricação dos rotores (M-12), deixam o *container* vazio e levam um *container* completo para o centro J-32. O *Kanban* de transporte acompanha toda a movimentação.

8) O *Kanban* que estava preso ao *container* cheio de rotores semi-acabados é transferido para o painel de produção do centro M-12, para que um novo lote de rotores seja fabricado.

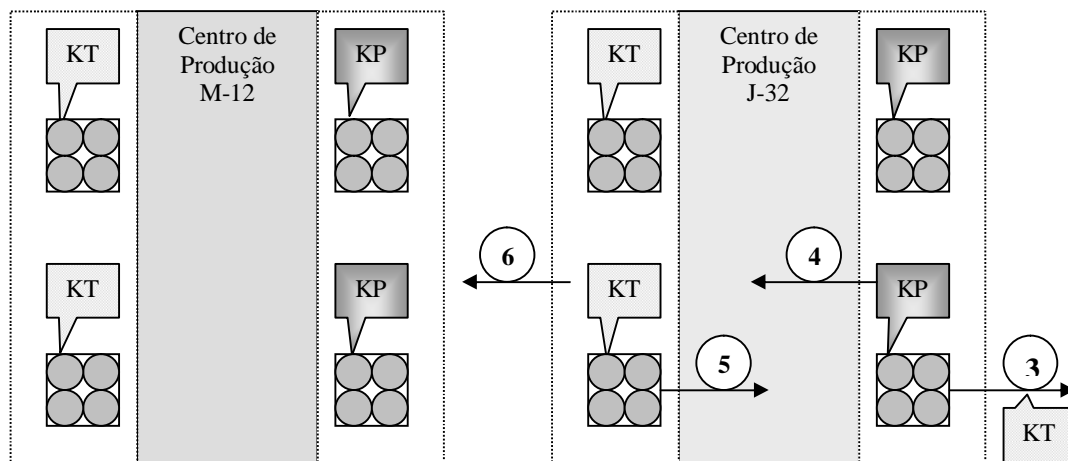


Figura 15 – O caminho do *Kanban* na fabricação (Corrêa & Gianesi, 1993).

9) Para produzir um lote de rotores que irá repor o estoque consumido, o operador do centro M-12 utiliza um *container* de rotores fundidos.

10) O operador libera o *Kanban* de transporte que estava preso ao *container* de semi-acabados, para transferir mais um lote de rotores fundidos do centro fornecidos do M-12.

11) O operador do centro J-32 termina o processamento no lote de rotores, prende o *Kanban* de produção ao *container* e deposita o conjunto no local de armazenagem.

Desse modo o *Kanban* coordena a produção dos diversos centros de produção. O *Kanban* de transporte circula entre os postos de armazenagem de dois centros contínuos. O *Kanban* de Produção circula entre um centro de produção e seu posto de armazenagem respectivo.

Vantagens e Limitações no Uso do JIT

Segundo Corrêa & Giansesi (1993), as vantagens do sistema de administração da produção *Just in Time* podem ser verificadas através de análise de sua contribuição aos principais critérios competitivos de uma Estratégia de Manufatura:

- **Custo:** A produção JIT busca reduzir os custos através da minimização dos estoques;
- **Qualidade:** Além do treinamento dos operários em todas as fases do processo, a inclusão da verificação da qualidade impede que um lote inteiro seja gerado de peças defeituosas, e a redução dos lotes minimiza o número de peças afetadas;
- **Flexibilidade:** A flexibilidade dos trabalhadores contribui para um sistema mais flexível em relação as variações do *mix* de produtos;
- **Velocidade:** A prática de diferenciar os produtos na montagem final a partir de componentes padronizados permite entregar os produtos em prazos mais curtos;
- **Confiabilidade:** É aumentada através da ênfase na manutenção preventiva e da flexibilidade dos trabalhadores. As regras do *Kanban* e o princípio da visibilidade permitem identificar rapidamente os problemas que poderiam comprometer a confiabilidade, permitindo a sua imediata resolução.

E ainda, segundo os mesmos autores, as principais limitações no uso do JIT estão ligadas a flexibilidade de faixa do sistema produtivo, no que se refere à variedade de produtos oferecidos ao mercado e variações de demanda de curto prazo, requerendo demanda estável para que se consiga um balanceamento adequado de recursos. No caso de demanda instável há a necessidade de manutenção de estoques de produtos acabados em um nível tal, que permita que a demanda efetivamente sentida pelo sistema produtivo tenha certa estabilidade.

A manutenção de estoque de componentes entre os centros de produção, no caso de variedade muito grande de produtos e componentes, não permite um fluxo contínuo para cada item, principalmente considerando-se a demanda de cada um contrariando uma série de princípios da filosofia JIT.

Finalmente, a redução dos estoques do sistema pode aumentar o risco de interrupção da produção em função de problemas de administração da mão-de-obra, como greves, por exemplo, tanto na própria fábrica como na de fornecedores. Da mesma forma, o risco de paralisação por quebras de máquinas também é aumentado.

4.5.4 – Teoria das Restrições (TOC) e Tecnologia da Produção Otimizada (OPT)

OPT é sigla para "*Optimized Production Technology*", um sistema de programação da produção (*software*) desenvolvido por um grupo de pesquisadores israelenses, no qual fazia parte o físico Eliyahu Goldratt, que acabou por ser o principal divulgador de seus princípios. Apesar de o nome pelo qual a técnica ficou conhecida sugerir que se trate de um método de otimização, segundo Corrêa & Giansi (1993), OPT não é uma técnica otimizante no sentido científico do termo. Nada garante que, por sua aplicação, se atinjam soluções ótimas, já que a técnica é baseada em uma série de procedimentos heurísticos, muito dos quais os proprietários dos direitos de exploração do sistema nem mesmo tornaram públicos até o momento.

O OPT, ao contrário do MRP II, não é uma técnica que tenha caído no domínio público, e qualquer empresa que se decida por adotá-la deverá fazê-lo através das empresas (uma nos EUA e uma na Inglaterra) que detêm os direitos de comercializá-la. O sistema, a exemplo do MRP II, é baseado no uso de um *software*. Entretanto, seus princípios diferem bastante dos princípios sobre os quais o MRP II se baseia.

Os Princípios do OPT

O OPT é um sistema de programação da produção que, segundo Corrêa & Giansi (1993), se compõe de pelo menos dois elementos fundamentais: sua "filosofia" - explicitada por seus nove princípios – e um *software* "proprietário".

A abordagem OPT, segundo Goldratt (1990), advoga que o objetivo básico das empresas é "ganhar dinheiro". Considera também que a manufatura deve contribuir com esse objetivo básico através da atuação sobre três elementos: fluxo de materiais passando através da fábrica (*Throughput*), estoques (*Inventory*), e despesas operacionais (*Operating expenses*).

Segundo o OPT, para a empresa ganhar mais dinheiro, é necessário que, no nível da fábrica, se aumente o fluxo e ao mesmo tempo se reduzam os estoques e as despesas operacionais. Segundo Goldratt (1990), alguns termos devem ser definidos conforme abordagem do OPT para evitar confusão com seus significados mais usuais:

- **Fluxo:** (*Throughput*) é a taxa segundo a qual o sistema gera dinheiro através da venda dos seus produtos. Deve-se notar que fluxo refere-se ao fluxo de produtos vendidos. Os produtos feitos, mas não vendidos ainda são classificados como estoques.
- **Estoque:** (*Inventory*) quantificado pelo dinheiro que a empresa empregou nos bens que pretende vender. Refere-se ao valor apenas das matérias-primas envolvidas. Não se inclui o valor adicionado ou o "conteúdo de trabalho" pois são consideradas despesas operacionais.
- **Despesas operacionais:** (*Operating expenses*) o dinheiro que o sistema gasta para transformar estoque em fluxo.

Se uma empresa atingir simultaneamente os objetivos de aumentar o fluxo, reduzir o estoque e reduzir a despesa operacional, estará também melhorando seu desempenho nos objetivos de aumentar o lucro líquido, o retorno sobre investimento e o fluxo de caixa.

No sentido de maximizar o atingimento deste objetivo, o sistema OPT questiona e nega alguns pressupostos que a administração de produção tradicional tem considerado como postulados, principalmente em relação ao aspecto da programação de atividades. Segundo Corrêa & Gianesi (1993), o OPT considera que existem quatro áreas que mereceriam ser repensadas: tipos de recursos; preparação de máquina; tamanho de lotes e os efeitos das incertezas.

- **Tipos de Recursos:** recursos podem ser entendidos como qualquer elemento necessário à produção de um produto, como pessoas, equipamentos, dispositivos,

instrumentos de medição, espaço, etc. O OPT considera que primeiro é necessário entender muito bem o inter-relacionamento entre dois tipos de recursos que estão normalmente presentes em todas as fábricas: os recursos-gargalos e os recursos não-gargalos.

O recurso-gargalo, por definição, fica ocupado durante todo o tempo de sua disponibilidade, como consequência, contrariando a abordagem tradicional de se balancear a capacidade e então tentar estabelecer um fluxo de materiais suave, se possível contínuo, o OPT advoga contra o balanceamento da capacidade e a favor de um balanceamento do fluxo de produção na fábrica. Dá-se ênfase no fluxo de materiais e não na capacidade dos recursos. Isto só pode ser feito identificando-se os gargalos do sistema, que são os recursos que vão limitar o sistema como um todo.

Segundo Goldratt (1990), no OPT todos os recursos não-gargalos do sistema de produção devem ser programados com base nas restrições do sistema. Este princípio normalmente não é considerado pelas formas de programação da produção convencionais.

- **Preparação de máquinas:** outro pressuposto que o OPT nega é o de que há benefícios iguais em se reduzir os tempos de preparação (*set-up*) dos recursos de produção, sem importar se o recurso em questão é um recurso-gargalo ou um recurso não-gargalo. Por definição, o tempo disponível num recurso-gargalo é dividido em dois componentes: tempo de processamento e tempo de preparação. Num recurso-gargalo, se uma hora do tempo de preparação é economizada, uma hora é ganha no tempo de processamento, ou seja, o recurso-gargalo ganha disponibilidade de processar material. Além disso, uma hora ganha para processamento num recurso-gargalo não é apenas uma hora ganha no recurso em particular, mas uma hora de fluxo ganho em todo o sistema produtivo, já que é o recurso-gargalo que limita a capacidade de fluxo o sistema global.

OPT busca manter os lotes de produção tão grandes quanto possível nos recursos-gargalo, para minimizar o tempo gasto com a preparação destes recursos e, portanto, aumentar a capacidade do fluxo.

Quando programando recursos, portanto, é importante o reconhecimento de que em operações que envolvem máquinas-gargalo, é importante economizar tempo com preparação de máquina, isto é, tanto através da redução do tempo gasto por

preparação, como através da redução do número total de trocas, permitindo assim que o fluxo aumente. Entretanto, numa operação que envolve recursos não-gargalo, não há benefícios tão evidentes da redução dos tempos de preparação. De fato, haveria até a conveniência de se usar parte do tempo ocioso para fazer maior número de preparações, pois assim os tamanhos dos lotes seriam menores e ajudariam a diminuir o estoque em processo e as despesas operacionais, tronando o fluxo de produção mais suave.

- **Tamanho dos lotes:** segundo Goldratt (1990), na filosofia OPT a lógica anunciada anteriormente sugere que o cálculo do lote econômico não deveria ser aplicada da forma como tem sido tradicionalmente. O cálculo do lote econômico tradicional tem por hipótese que os custos de preparação de máquina por peça declina à medida que o tamanho do lote processado aumenta, isto não seria válido sempre, se é verdade que uma hora ganha num recurso não-gargalo não representa o mesmo que uma hora ganha num recurso-gargalo. Ganhar uma hora em um recurso-gargalo não é apenas ganhar uma hora de tempo de um preparador de máquina ou uma de produção em uma máquina, mas significa ganhar uma hora para todo o sistema.

Outro ponto sugerido pelo OPT como importante, a respeito de tamanho de lotes de produção, é a diferença entre os tamanhos de lote vistos do ponto de vista do fluxo de materiais e do ponto de vista do recurso. Exemplificando, o tamanho de um lote de um fluxo de produção numa linha de produção contínua ou dedicada, pode ser visto como lote de uma unidade (um), pois os produtos são movidos de um a um, de uma estação de trabalho para a próxima. Do ponto de vista do recurso, o tamanho do lote é "infinito", pois a linha é dedicada e uma quantidade de produtos muito grande vai ser produzida antes que a linha seja interrompida para que se a prepare para a produção de um produto diferente. De acordo com Goldratt (1990), no OPT é necessário considerar a questão dos tamanhos de lotes segundo estas duas perspectivas:

- a perspectiva do recurso: relacionada com o que se chama no OPT de "lote de processamento";
- a perspectiva do fluxo: relacionada com o que se chama no OPT de "lote de transferência.

No OPT, o lote de transferência é sempre uma fração do lote de processamento. O lote de processamento é aquele tamanho de lote que vai ser processado num recurso antes que este seja reprocessado para processamento de outro item. Já o lote de transferência é a definição do tamanho dos lotes que vão ser transferidos para as próximas operações.

Para Corrêa & Gianesi, (1993), ao contrário do OPT, muitos sistemas de programação da produção tradicionais assumem que há um só tamanho de lote para cada item, ou seja, consideram que o lote de transferência é sempre igual ao lote de processamento. Alguns sistemas tradicionais consideram também que este tamanho de lote deve ser o mesmo para todas as operações que processam o produto. No OPT, ao contrário dos sistemas tradicionais, o tamanho dos lotes de processamento é uma função da situação da fábrica e pode variar de operação para operação. Estes tamanhos de lotes são estabelecidos pela sistemática de cálculo do OPT, que leva em conta os custos de carregar estoques, os custos de preparação, as necessidades de fluxo de determinados itens, os tipos de recursos, entre outros.

- **Os efeitos das incertezas:** eventos incertos vão sempre ocorrer em sistemas complexos como são os sistemas de produção. Segundo Corrêa & Gianesi (1993), Como é muito difícil antecipar onde, no sistema, os eventos vão ocorrer, é necessário que o sistema esteja protegido em seus pontos frágeis ou críticos. Além disso a produção de um item pode envolver várias operações de processamento e transporte de materiais.

Na maioria destas operações o tempo de execução varia segundo uma distribuição estatística, ou seja, o tempo de execução de uma mesma operação varia a cada vez que a operação é executada, Isto significa que, no planejamento da produção, quando se usam tempos de processamento ou os *lead times*, para determinada operação, na verdade, estão sendo consideradas as médias, ou valor esperado, dos tempos de processamento ou *lead times*, os quais estão sujeitos a uma flutuação estatística.

Estas flutuações podem dever-se a incertezas na operação, falta de consistência do operador, limites da capacidade do equipamento, quebras de equipamentos, entre outras. Por mais que se possa controlar boa parte desta flutuação estatística, via treinamento do operador, uniformização de métodos de trabalho, automação de tarefas,

melhor manutenção preventiva, entre outras, é impossível para os sistemas de produção eliminar a componente aleatória dos tempos de execução de suas operações. Portanto, em todos os processos produtivos, as flutuações estatísticas existem, em maior ou menor grau, e afetam pelo menos boa parte das operações executadas. Tanto os eventos incertos, como a flutuação estatística somada a existência de eventos dependentes podem prejudicar o cumprimento de programas, é importante que o sistema se proteja, segundo os autores, agindo em seus recursos mais críticos, ou seja, seus recursos-gargalo.

Os gargalos definem o fluxo do sistema produtivo porque são os limitantes da capacidade, conforme já comentado. Entretanto são também os principais condicionantes dos estoques, pois estes são dimensionados e localizados em pontos tais que consigam isolar os gargalos de flutuações estatísticas propagadas por recursos não-gargalos que os alimentam. Cria-se, por exemplo, um estoque antes da máquina-gargalo de modo que não repercuta em parada do gargalo por falta de material. Isto é feito criando-se um *time buffer* antes do recurso-gargalo. Desta forma se qualquer atraso ocorre com os recursos que alimentam o recurso-gargalo, este pode ser absorvido por este tempo de segurança.

- **Lead-times e prioridades:** o OPT, ao contrário do MRP, considera que os tempos de fila são dependentes de como a programação é feita. Se determinada ordem ganha prioridade por qualquer motivo em uma fila aguardando por determinada operação, esta ordem vai ficar um tempo menor na fila. Como o tempo de fila é um dos principais componentes dos *lead-times* dos itens, fica evidente que os *lead-times* vão ser diferentes, conforme a forma com que se dá o sequenciamento das ordens.

Segundo Corrêa & Gianesi (1993), o OPT aborda o problema de forma distinta, considerando de forma simultânea a programação de atividades e a capacidade dos recursos-gargalos. Considerando as limitações de capacidade dos recursos-gargalos, o sistema OPT, então decide por prioridades na ocupação destes recursos e, com base na seqüência definida, pode calcular, como resultado, os *lead-times* e, portanto, pode programar melhor a produção.

Os defensores o OPT argumentam que a programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultaneamente e não seqüencialmente.

Os *lead-times* são um resultado da programação e não podem ser assumidos a prior. E esta característica faz com que os programas gerados pelo OPT sejam mais realísticos que os programas gerados pelo MRP.

Pode-se concluir então, conforme Corrêa & Giansesi (1993), que o OPT obedece a nove princípios básicos:

- (1) Balanceia o fluxo e não a capacidade;
- (2) A utilização de um recurso não-gargalo não é determinada pelas suas disponibilidades, mas por alguma outra restrição do sistema (por exemplo um gargalo);
- (3) Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos;
- (4) Uma hora ganha num recurso-gargalo é uma hora ganha para o sistema global;
- (5) Uma hora ganha num recurso não-gargalo não é nada, é só uma miragem;
- (6) O lote de transferência pode não ser e freqüentemente, não deveria ser, igual ao lote de processamento;
- (7) O lote de processamento deve ser variável e não fixo;
- (8) Os gargalos não só determinam o fluxo do sistema todo, mas também definem seus estoques;
- (9) A programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultaneamente e não seqüencialmente. *Lead times* é um resultado da programação e não podem ser assumidos a prior.

Os nove princípios do O.P.T. são, por si só, tão intuitivos como úteis para as organizações que pretendam atingir o objetivo principal que o OPT contempla, "ganhar dinheiro". Dessa forma, a aplicação de alguns desses princípios pode auxiliar o processo de tomada da decisão e, até certo ponto, prescindir do uso do *Software* OPT. Enquanto, alguns dos princípios não podem ser aplicados, como aqueles relativos ao tamanho dos lotes, sem o uso do *Software*. Portanto, parece claro que, para que uma empresa possa aproveitar as vantagens plenas que o sistema oferece, deverá fazer uso do aplicativo.

Um dos pontos considerados fortes a respeito do sistema OPT é seu sistema de programação de atividades, que combina algoritmos de programação finita para a frente e programação infinita para trás para gerar os programas de atividades para os vários recursos produtivos da empresa.

Vantagens e Limitações do OPT

Segundo Corrêa & Giansi (1993), em levantamento recente, usuários reportam reduções de *lead-times* na ordem de 30% e de estoques da ordem de 40% a 75%. O OPT também parece ser um sistema que facilita a flexibilidade do sistema produtivo de alterar seu *mix* de produção, já que variações de *mix* podem ser avaliadas pela característica do OPT de trabalhar como um simulador da passagem das ordens na fábrica.

O OPT auxilia as empresas a focalizarem suas atenções em seus problemas por considerar que os recursos-gargalo são merecedores de especial atenção, e como estes são em menor número, não há necessidade de dispensar esforços e sim concentrá-los na resolução de problemas que possam comprometer o desempenho destes recursos-gargalos.

O OPT pode ser usado com um simulador de fábrica, por trabalhar com a lógica de um simulador. Também por força de um simulador que considera as restrições de capacidade, os *lead times* de produção do OPT não tem de ser assumidos a priori, mas são, na verdade, o resultado do processo de simulação.

Ainda, segundo os autores, o OPT tem suas limitações por ser um sistema que centraliza a tomada de decisões. Restra pouca área de manobra para os operadores. Isto pode não favorecer um maior comprometimento da força de trabalho como os objetivos da empresa. O OPT é um *software* "proprietário", uma verdadeira "caixa preta" e não é barato. Isto significa que a empresa que o adota estará concordando em se tornar de certa forma dependente de um fornecedor.

O OPT requer que se mudem alguns pressupostos que, por muitos anos, se cristalizaram na maioria das fábricas ocidentais. Isto deve levantar resistência de sua adoção por parte de pessoas mais resistentes à mudança. Um ponto que pode levantar polêmica são as novas medidas de desempenho propostas; o esforço no sentido de melhorar o desempenho do sistema nas novas medidas pode fazer com que o desempenho em medidas operacionais tradicionais, como o de ocupação de máquinas, seja prejudicado.

4.5.5 - LEITSTAND: Integração entre Planejamento e Controle da Produção

Os sistemas MRP II implantados hoje, oferecem um bom suporte ao gerenciamento do processo de Suprimentos/Compras, entretanto, eles tem certas restrições para o efeito gerenciamento da fábrica. Entre as diversas atividades da manufatura distingue-se o planejamento e o controle da produção, envolvidas em um balanceamento no tempo, entre a demanda e capacidade (Adelsberger & Kanet, 1991).

O planejamento é responsável por fixar o nível de capacidade do sistema, definir datas e níveis de produção para produtos acabados e seus componentes. O controle da produção tem uma função puramente reativa, relegado a tarefa de realizar a qualquer custo as ordens liberadas para o chão da fábrica.

Por outro lado a transação de dados com o chão-de-fábrica, não deve se restringir tão somente a coleta de informações de produção, operadores e máquinas. É necessário que, também em sentido contrário, informações de planejamento exato cheguem até os operadores na produção.

Para Adelsberger & Kanet (1991), esta comunicação entre os dois lados tem provado ser difícil. Uma solução aderente aos objetivos do CIM (*Computer Integrated Manufacturing* - Manufatura Integrada por Computador), é a integração das informações relativas a capacidade e carregamento do sistema produtivo entre o planejamento e o controle da produção. O MRP passa a utilizar parâmetros de *lead time* e tamanho de lote de reposição consistentes com a capacidade e o carregamento da produção. A base desta solução é a revisão das ordens liberadas pela MRP, que não são mais alocadas diretamente às estações de trabalho, mas são revistas, observando-se o carregamento e a capacidade do sistema produtivo.

Segundo Adelsberger & Kanet (1991), este conceito de revisão de liberação de ordens é uma tecnologia de informações, particularmente observada na Alemanha, denominada "Tecnologia *Leitstand*" para completar o espaço entre o MRP e a coleta de dados, considerada adequada à função de integração.

LEITSTAND Como Gerenciamento Fino da Produção

Utilizados como ferramenta única de programação ou complementando os sistemas tradicionais de PCP, o *leitstand* funciona como sistema de gerenciamento fino da produção, proporcionando previsibilidade e transparência ao chão-de-fábrica. Considerando a disponibilidade finita dos recursos necessários, tais como material, máquinas e meios de produção é elaborado um planejamento realista. Opcionalmente, através de terminais de coleta de dados, permite-se o controle da produção em tempo real e a realimentação do sistema, tornando o planejamento interativo.

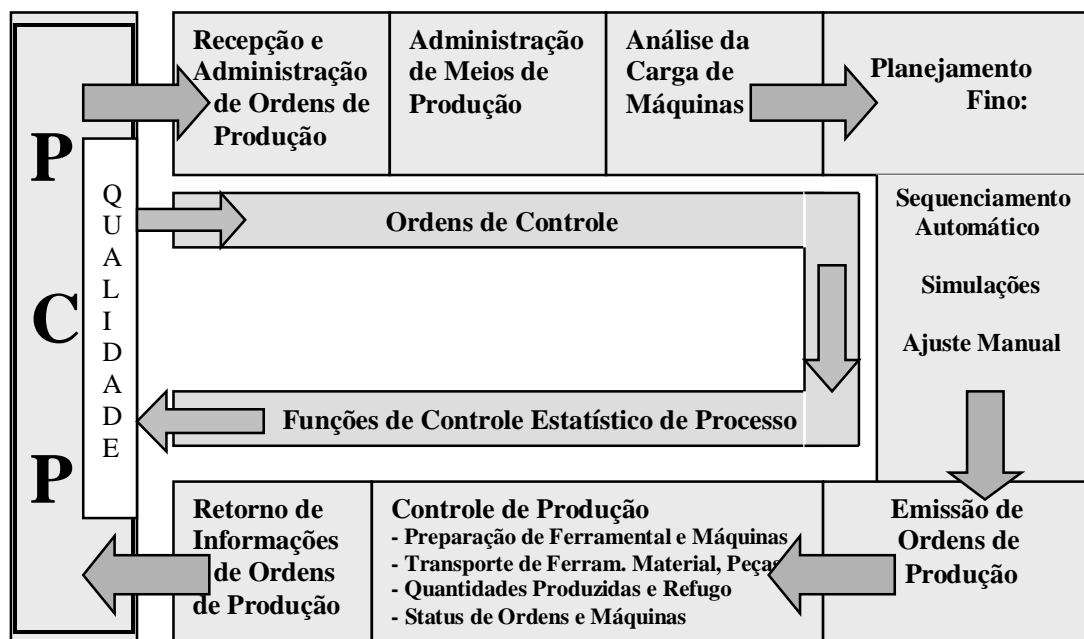


Figura 16 – Interação do MRP II com o Gerenciamento Fino da Produção (Humaita, 1995).

Na Figura 16 pode-se observar o fluxo de informações dentro do *leitstand*, onde as ordens geradas pelo MRP II e liberadas pelo PCP são alocadas em um "pull" de ordens que é periodicamente acessado, despachando-se as ordens que serão efetivamente realizadas no chão de fábrica. A política de despacho, considera as datas de entrega das tarefas e um limite de carregamento de cada estação de trabalho, ou apenas das estações que são gargalos de produção.

Na seqüência da Figura 15, considerando ainda a disponibilidade finita dos recursos necessários, a administração dos meios produtivos tais como materiais, máquinas e meios de produção permite-se através de terminais de coleta de dados, realimentar o

sistema, com informações de disponibilidade real destes meios de produção, assim, uma ocorrência de manutenção em determinado equipamento é considerada para o cálculo da carga, o que no MRP II não é levado em conta na simulação da capacidade.

O *lead time* de fabricação é um parâmetro constante para análise da carga de máquinas utilizado no planejamento da produção, em tese, obtido a partir da variabilidade dos tempos de fluxo. Segundo Adelsberger (1991), o tempo de fluxo e a produtividade aumentam a partir da observação das curvas de operação das estações. Por ser o tempo de fluxo uma variável aleatória, igual ao instante de tempo decorrido desde a alocação da ordem de fabricação até a sua finalização, com a análise da carga de máquinas, garante-se uma determinada taxa de serviço de uma determinada fila de ordens de fabricação completada em um menor tempo. O resultado é um controle da variabilidade da produção, traduzindo-se em um programa de produção realista, reduzindo o congestionamento de chão de fábrica, menor estoque de materiais em processo, e melhor desempenho nos prazos de entrega.

O planejamento fino permite o seqüenciamento das ordens de produção nas máquinas com base em algoritmos de otimização pré - determinados, considerando a disponibilidade de recursos definidos na administração dos meios de produção, simulando as várias situações de planejamento. Permite-se ainda a monitoração da produção em tempo real, através da coleta de dados operacionais e de máquinas, com conseqüentes realimentação do planejamento.

Arquitetura e Benefícios do *LEITSTAND*

Segundo Humaita (1995), o *leitstand* é uma arquitetura composta dos seguintes componentes:

- Interface gráfica, que possibilita a representação visual, por gráficos de Gantt, do despacho das ordens de fabricação;
- Editor do despacho, que possibilita ao operador manipular o despacho dos recursos da produção;
- Módulo de avaliação, permite a análise das características de desempenho de cada programa de produção;

- Módulo de geração automática, que fornece automaticamente uma possível solução de partida para o usuário;
- Gerenciador de banco de dados, para manipulação da base de dados interna e para comunicação com o ambiente, das informações necessárias do planejamento e controle da produção, dados de engenharia (tempos de processamento, *set-up*, roteiros de fabricação), e dados do chão de fábrica (calendário, *status* dos recursos, etc.).

Ainda segundo Humaita (1995), dentre os benefícios obtidos com a utilização do sistema pode-se citar:

- Aumento da Confiabilidade dos prazos;
- Otimização dos recursos da fábrica;
- Aumento da flexibilidade de produção;
- Redução do tempo total de fabricação;
- Redução do material em processo.

A habilidade de planejamento e controle da manufatura em termos de materiais, capacidade e lucratividade, necessita da implantação incremental como uma extensão lógica de informações sobre carregamento e capacidade do sistema produtivo. A redução da variabilidade na produção é o principal resultado desta abordagem, possibilitando ainda ao MRP realizar sua vocação de ser efetivamente um sistema JIT.

O planejamento centralizado dos sistemas MRP e MRP II não suprem o conceito de "fábricas dentro de uma fábrica" o qual descreve um ambiente distribuído em áreas de manufatura autônomas como as células, sistemas flexíveis de manufatura (FMS), etc. Uma segmentação do processo de produção necessita de um suporte computacional dedicado para enfrentar as necessidades individuais e objetivos de cada uma dessas áreas distribuídas de produção. O planejamento distribuído e sistemas de controle baseados na "tecnologia *leitstand*" satisfazem essas necessidades.

5 - ERP – COMO UMA EVOLUÇÃO / EXPANSÃO DO MRP II

Um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) tem a pretensão de suportar todas as necessidades de informações para tomada de decisão gerencial de um empreendimento como um todo. Segundo Corrêa *et al* (1997), este termo tem sido usado como o estágio mais avançado dos sistemas tradicionalmente chamados MRP II. Um ERP é composto basicamente de módulos que atendem às necessidades de informação para apoio à tomada de decisões. Pode-se dizer que um ERP apoia as áreas de distribuição física, custos, recebimento fiscal, faturamento, recursos humanos, finanças, contabilidade, entre outros ligados à manufatura, todos integrados entre si a partir de uma base única de dados.

Como explicado no Capítulo 4, o conceito onde se apoiam os sistemas MRP II nasceu do que hoje é conhecido como o módulo MRP – o cálculo de necessidades de materiais. A partir daí, foram agregados os módulos de programação mestre de produção (MPS), cálculo de necessidade de capacidade (CRP), controle de fábrica (SFC), controle de compras (PUR) e, mais recentemente o *Sales & Operations Planning* (SOP). O sistema deixou de atender, então, apenas às necessidades de informações referentes ao cálculo de necessidades de materiais para atender às necessidades de informação para a tomada de decisão gerencial sobre todos os outros recursos de manufatura.

O MRP passou, então, à denominação de MRP II significando um sistema de planejamento de recursos de manufatura e, outros módulos integrados ao módulo MRP II continuaram a ser agregados pelos fornecedores de sistemas e oferecidos ao mercado: um recebimento físico tinha que ser obrigatoriamente informado ao sistema para efeito do MRP II. Restavam ainda o recebimento fiscal e as transações contábeis que são gerados a partir dos fatos físicos, dessa forma os fornecedores de sistemas gradualmente vão agregando mais e mais módulos com o objetivo de ampliar o escopo dos produtos vendidos e, quando os fornecedores passam a considerar que suas soluções integradas são suficientemente capazes de suportar as necessidades de informação para todo o

empreendimento, passam a se autodenominar, não mais de sistemas MRP II mas de sistemas ERP.

Segundo Corrêa *et al* (1997), embora as melhores alternativas disponíveis de sistemas ditos ERP do mercado tenham um escopo que lhes permitiria chamarem-se ERPs, não podemos ainda, com segurança, afirmar que uma solução tenha sido sucesso completo no uso por um usuário que tenha passado a usar todos os seus módulos. Isto porque além do tempo insuficiente para que uma empresa implantasse todos os módulos, no Brasil em particular, a maioria das soluções ERP mais robustas (muitas de *software houses* e fornecedores estrangeiros) ainda passa por um grande esforço de tropicalização, ou, em outras palavras, adaptação dos módulos originais às particularidades brasileiras. Um exemplo é o módulo de recebimento fiscal, onde dificilmente a solução original de um pacote ERP estrangeiro se encaixa perfeitamente às necessidades dos usuários brasileiros, que enfrentam problemas como uma legislação complexa e em constante alteração.

A conveniência de se adotar maior ou menor escopo de módulos do ERP, com base nas particularidades da situação, requer uma análise bastante cuidadosa dos custos e benefícios, em função da necessidade de gerenciamento das interfaces dos módulos existentes, já adaptados, o que nem sempre é simples, podendo requerer rotinas de tradução dos dados que podem ser mais ou menos complexas, dependendo do nível de incompatibilidade entre os dois sistemas envolvidos.

A medida e o escopo de adoção das soluções ERP, até certo ponto, são uma decisão gerencial. Entretanto, segundo Corrêa *et al* (1997), a tendência parece claramente indicar que as estruturas dos ERPs serão utilizadas como sistemas de informações das empresas como uma grande base de dados corporativos para apoio à tomada de decisão, principalmente operacional.

Essa grande base de dados, depois de estabelecida, pode ser manipulada por várias lógicas. Para determinadas empresas, a lógica de MRP II pode ser mais interessante para determinada fábrica ou setor, e já para outra fábrica ou setor, pode ser interessante adotar uma lógica de programação finita. No entanto, ainda segundo Corrêa *et al* (1997), algumas empresas temem que a adoção do ERP, com todos os seus custos decorrentes, pode ser um esforço vão, na medida em que "uma nova lógica pode surgir", obsolescendo completamente a solução adotada.

Segundo Corrêa *et al* (1997), como hoje o escopo de abrangência dos sistema ERP supera em muito a abrangência dos sistemas MRP II, as empresas optam não iniciar a implantação dos ERPs pelos módulos de manufatura, mas pelos módulos administrativo-financeiros, deixando claro o por que muitas empresas que tradicionalmente não se consideravam necessitar de uma solução MRP II para apoiar seus processos decisórios de logística têm, com sucesso, optado e implantado sistemas com lógica MRP II / ERP.

Isso se explica pelas vantagens adicionais que os sistemas ERP vieram a representar e que hoje talvez seja a principal motivação de grande número de empresas: a integração entre as várias áreas e setores funcionais da organização, todas compartilhando de uma mesma base de dados única e não redundante. A configuração dos módulos mencionados dá-se conforme o diagrama da Figura 17.

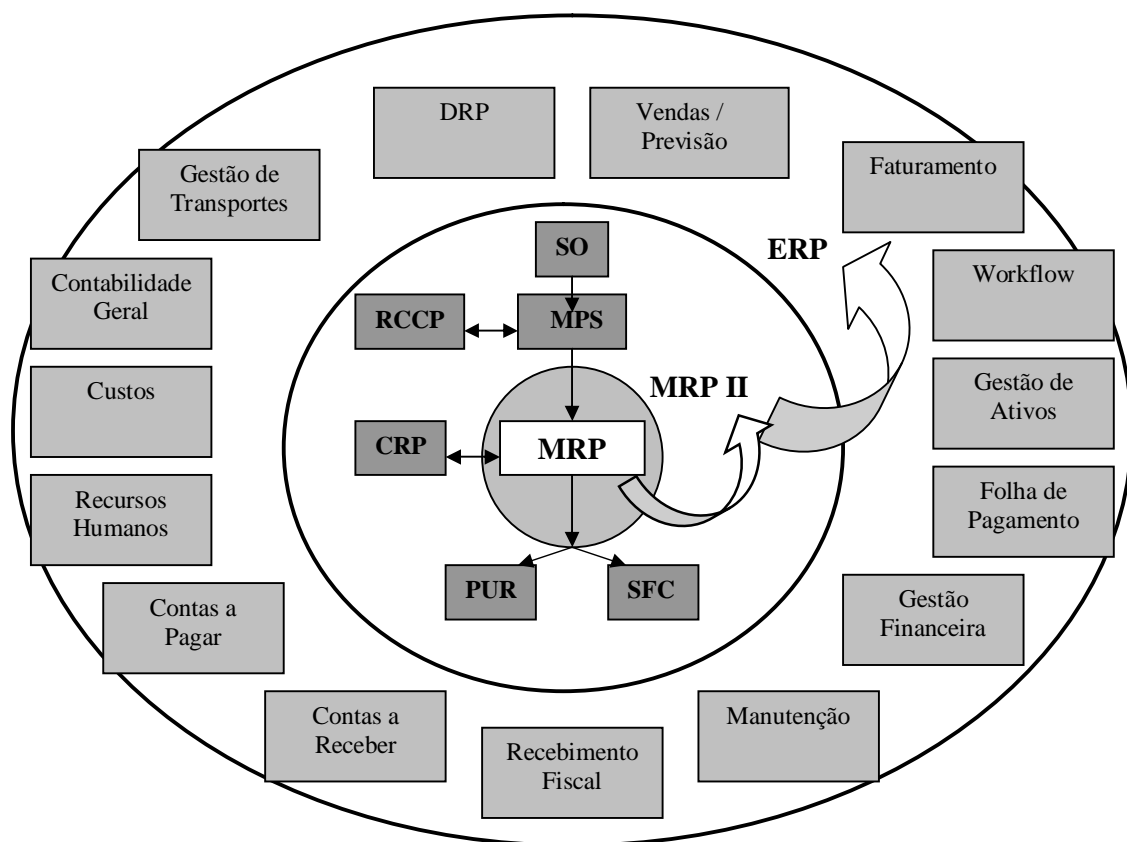


Figura 17– Estrutura conceitual ERP, e sua evolução desde o MRP (Corrêa *et al*, 1997)

Conforme Corrêa *et al* (1997), atualmente, embora com diferenças de nomenclaturas, os ERPs mais avançados possuem módulos integrados, como demonstra a Figura 17 e, que abrangem os escopos detalhados a seguir:

5.1 – Operações e *Supply Chain Management*

- Previsões / Análises de Vendas (*Forecasting / Sales Analyses*): Auxilia a função de previsão de vendas da empresa. Em Geral esses módulos trazem alguns modelos matemáticos simples para correlações e extrapolações como médias móveis, amaciamento exponencial e correlações por mínimos quadrados. Os módulos de análises de vendas, em geral, também permitem levantamentos estatísticos de vendas históricas por período, por cliente, por região, entre outros.
- Listas de Materiais (*BOM – Bill Of Material*): Módulo responsável pelo apoio às estruturas de produtos da organização. A substituição de componentes e mudanças de engenharia em geral devem fazer-se refletir no sistema MRP II / ERP. O módulo de lista de materiais apoia esta função. Em geral, traz substituição em massa de componentes, geração de estrutura de produtos baseadas em outra já existente e outras que se destinam a facilitar o processo de entrada dos dados de atualização.
- Programação Mestre de Produção / Capacidade Aproximada (*MPS - Master Production Scheduling / RCCP - Rough Cut Capacity Planning*): Trata-se especificamente do MPS, já citado no Tópico 4.5.2, referindo-se à gestão da capacidade, contemplando o RCCP.
- Planejamento de Materiais (*MRP – Planning Material Requirements*): módulo para planejamento das necessidades de material, visto anteriormente no Tópico 4.5.1
- Planejamento Detalhado de Capacidade (*CRP – Capacity Requirements Planning*): é o planejamento da capacidade de produção, visto anteriormente no Tópico 4.5.2
- Compras (*Purchasing*): o módulo de compras visa apoiar com informações o processo decisório da função de suprimentos dentro da empresa. Auxílio em cotações, emissão e gestão de pedidos de compras, *follow-up*, manutenção de cadastro de fornecedores, acompanhamento e desempenho de fornecedores, acompanhamento e desempenho de compradores são algumas das funções apoiadas pelo aplicativo.
- Controle de Fabricação (*SFC – Shop Floor Control*): responsável pelo sequenciamento das ordens e pelo controle da produção, como já visto no Tópico 4.5.2

- Controle de Estoques (*Inventory*): apoia a função de controle de inventários. Posições de níveis de estoque, transações de recebimento, transferências, baixas, alocações de materiais produtivos, assim como a gestão de materiais não produtivos também é feita no âmbito deste módulo, utilizando lógicas de ponto de reposição, revisão periódica ou outra. Procedimentos necessários para garantir uma boa acurácia dos registros de posições de estoques, como rotinas de inventário rotativo também em geral são apoiados por este módulo.
- Engenharia (*Engineering*): se encarrega de apoiar a função de engenharia no que se refere a suas interfaces com o processo de planejamento, controle das mudanças de engenharia, controle de números de desenhos, controle de mudanças de processos produtivos e roteiros de fabricação, tempos referentes aos processos produtivos entre outros.
- Distribuição Física (DRP – *Distribution Requirements Planning*): os processos operacionais de gestão da demanda estão, de alguma forma, relacionados aos clientes, normalmente envolvem forte participação da área comercial (vendas e marketing). Por outro lado, algumas informações geradas nesta função, como a previsão de vendas, são fundamentais ao processo de planejamento, ao mesmo tempo que informações importantes para os clientes, como os prazos de entregas, são geradas na área de planejamento, fazendo esta área ter muito interesse na gestão da demanda.
- Gerenciamento de Transporte (TM – *Transport Management*): apoia a tomada de decisão em relação ao transporte de produtos acabados, suportando as funções de cadastramento e controle de fornecedores de serviços de transporte, alocação de veículos a rotas, montagem de cargas em veículos, entre outras.
- Gerenciamento de Projetos (*Project Management*): as empresas que trabalham com grandes produtos, não repetitivos ou por encomenda, trabalham "por projeto". Cada projeto tem início bem definido, um grande número de atividades não repetitivas inter-relacionadas e um final bem definido. Neste caso é necessário um apoio para a gestão da rede de atividades, normalmente com lógica CPM ou PERT (*Critical Path Method* ou *Program Evaluation and Review Technique*). Esse apoio é provido pelo módulo de gestão de projetos, que trabalha naturalmente integrado com os outros módulos do ERP.

5.2 – Gestão Financeira / Contábil / Fiscal

- Contabilidade Geral: contempla todas as funções tradicionais necessárias para atender a contabilidade geral.
- Custos: apoia a apuração de custos de produção integrado com o módulo que gera as transações físicas que originam as transações de custos. Podemos, em geral, apurar custos-padrão, custos efetivos, sendo que em algumas soluções apoiam inclusive as empresas que decidem adotar a lógica de custeio por atividade (ABC).
- Contas a Pagar: apoia o controle das obrigações e pagamentos devidos pela empresa, cadastro de fornecedores, entre outros.
- Contas a Receber: controla as contas a receber, cadastro de clientes, controle de situação creditária de clientes, prazos, entre outras.
- Faturamento: apoia a emissão e controle de faturas e duplicatas emitidas, e apoia também as receitas fiscais referentes à venda de produtos.
- Recebimento Fiscal: apoia as transações fiscais referentes ao recebimento de materiais.
- Contabilidade Fiscal: apoia as transações da empresa nos seus aspectos de necessidade de cumprimento de requisitos legais.
- Gestão de Caixa: módulo financeiro de apoio à gestão (planejamento e controle) dos embolsos e desembolsos da empresa.
- Gestão de Ativos: apoia o controle dos ativos na aquisição, manutenção, baixas da empresa.
- Gestão de Pedidos: apoia na administração dos pedidos de clientes. Aprovação de crédito, controle de datas, entre outras.
- Definição e Gestão dos Processos de Negócio (*Workflow*): módulo de apoio à empresa no sentido de mapear e redefinir seus processos administrativos.

5.3 - Gestão de Recursos Humanos

- Pessoal (*Personnel*): controla o efetivo de pessoal da empresa, tratando de aspectos como alocação dos funcionários em seus centros de custos, programação de férias, currículos, programação de treinamento, avaliações, entre outras. Inclue também a Folha de Pagamentos (*Payroll*) controlando a folha de salários da empresa.

6 – IMPLEMENTAÇÃO DE UM ERP EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS

6.1 - Considerações Gerais

A implementação de um sistema é freqüentemente confundida com um simples processo de instalação de um novo *software*. Esse equívoco encontra, também em empresas de autopeças justificativas em vários aspectos:

- parte preponderante do processo será a escolha e instalação de um aplicativo desenvolvido por uma fornecedora de *software*;
- os maiores gastos em investimentos tangíveis estarão na aquisição e instalação do *software*;
- o "produto" material que geralmente a empresa recebe do fornecedor do sistema é um conjunto de manuais e de CD-ROM;
- devido às razões citadas, muitas vezes o projeto de implementação é, organizacionalmente, alocado à área de "informática e sistemas".

Essa interpretação errônea do processo de implementação de um sistema ERP acaba levando, no mínimo, a uma sub-utilização do sistema, resultando em ganhos medíocres para a empresa, ou até a uma total deterioração do sistema adquirido, com a perda do investimento realizado.

Quando o objetivo principal a ser alcançado é a melhoria do desempenho da empresa e não apenas substituir um *software* aplicativo, implantar um sistema ERP na empresa significa modificar profundamente os métodos de trabalho em todas as suas áreas e, mais que isso, significa mudar o comportamento de cada um dos funcionários, diante de suas atividades específicas e frente às relações funcionais com os demais participantes do processo produtivo, em toda sua extensão.

Impondo a existência de uma única base de dados para alojar e disponibilizar toda e qualquer informação relevante dentro da empresa, um sistema ERP leva a uma grande interdependência funcional e, em conseqüência, obriga também a uma extrema integração entre as funções – alta direção, planejamento, vendas, produção, finanças, etc.

Não poderão mais coexistir sistemas locais, individuais ou informais de coleta e processamento de informações que se sobreponham; cada informação deverá ser única, com uma fonte claramente identificada, fonte esta responsável pela qualidade e disponibilidade da informação para todas as outras funções da empresa.

A implementação de um sistema de informações geralmente automatiza os procedimentos e, para garantir efetiva melhora de desempenho, é preciso rever os procedimentos que serão automatizados para impor um novo processo de trabalho, resultado do redesenho dos processos antigos. A grande maioria dos procedimentos normalmente sofrerá mudanças para atender às novas condições de trabalho e todas as pessoas deverão aceitar e passar a trabalhar dentro das novas normas, e para isso deverão ser intensamente treinadas. Algumas funções eventualmente deixarão de existir, apesar de não ser este o objetivo principal da maioria das implantações.

A implantação propriamente dita de um sistema ERP é apenas uma das etapas contidas num processo mais extenso, de atividades a serem executadas pela empresa, para alcançar os novos níveis desejados de desempenho. O processo completo abrange o redesenho do sistema de planejamento da empresa, ao menos num nível macro, a análise das alternativas de *software* disponíveis, a escolha e contratação do pacote *software*-consultoria-treinamento mais adequado, a implantação de um novo sistema em si e o aprimoramento contínuo do sistema.

Pode-se sintetizar um processo de implementação de um sistema ERP em uma empresa através do diagrama representado na Figura 18. Analisando o esquema desta Figura, evidencia-se a importância estratégica da fase de implantação no extenso processo de mudanças numa empresa.

Em geral a prática seguida, por grande número de empresas brasileiras, não segue o esquema demonstrado pela Figura 18, como sugerido por Corrêa *et al* (1997), muitas vezes a escolha do fornecedor de *software* é a primeira atividade levada a cabo, sem o prévio redesenho do novo sistema de planejamento desejado para o período pós-implantação. O resultado dessa inversão metodológica mostra-se durante a implantação, quando normalmente é necessário um grande esforço de customização do *software* já adquirido e um intenso trabalho da equipe de implantação e consultores na tarefa de parametrização do sistema.

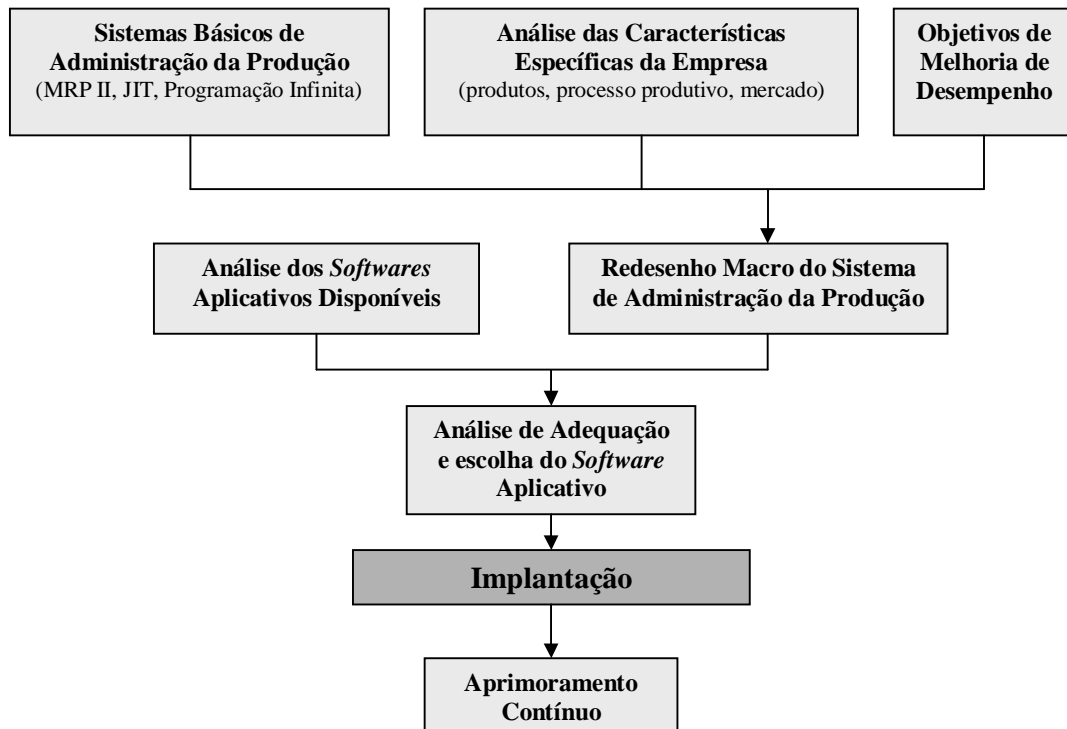


Figura 18 – Síntese do Processo de Implantação de um Sistema ERP (adaptado de Corrêa *et al*, 1997)

6.2 – Estudo de Caso: Implementação de um ERP em uma Empresa de Autopeças

O objetivo deste tópico é descrever soluções adotadas em uma empresa de autopeças que, ao longo do tempo sempre buscou o aprimoramento na qualidade e desenvolvimento tecnológico dos produtos. Frente a um mercado cada vez mais globalizado e a concorrência internacional, esta empresa percebe que embora proprietária de "*know-how*" concentrado na fabricação de produtos tecnologicamente perfeitos, para manter-se competitiva, necessita tomar decisões para mudanças organizacionais e do sistema de gerenciamento do processo produtivo.

A empresa em questão é uma multinacional com matriz na Alemanha, que iniciou suas atividades em 1941 como fabricante de filtros para sistemas de lubrificação e de alimentação do ar e do combustível para motores, filtros para máquinas e outros equipamentos. Durante todo esse tempo manteve grande preocupação em concentrar todo o "*know-how*" exclusivamente na fabricação de filtros, e graças a essa dedicação foi

adquirido através de seus produtos tecnologicamente perfeitos, o reconhecimento do mercado que a levou a condição de um dos maiores fabricantes de filtros do mundo. Acompanhando passo a passo o desenvolvimento industrial globalizado, a empresa vem ampliando suas instalações em diversos países.

No Brasil, iniciou suas atividades em 1965 e atualmente sua unidade fabril ultrapassa 40.000 m² de área construída, onde são fabricadas anualmente 2 milhões de filtros completos com índice de nacionalização de 100%. No início da década de 90, por decisão governamental, quebram-se as barreiras com relação e entrada de produtos estrangeiros no país, terminando com a proteção da produção nacional que passa a concorrer então com produtos tecnologicamente avançados com preços mais competitivos nos mais diversos setores industriais.

No setor automobilístico, a ANFAVEA (Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores) desenvolveu o Programa Nacional de Desenvolvimento da Produtividade e Qualidade, que levou as empresas montadoras a reverem suas técnicas e sistemas administrativas de produção, assim como também a um "chamamento" de seus fornecedores à participação destas mudanças.

A empresa em questão participou então, juntamente com outras, de um rol selecionado pelas montadoras, no desenvolvimento de vários programas de melhorias em busca de soluções para o problema, coincidentemente em várias das unidades tanto da Europa como na América do Sul. Como objetivo, essas empresas deveriam adotar medidas que resultassem numa redução de custos gradativa ao longo dos anos, sem prejuízo à qualidade dos produtos e serviços.

Este trabalho, contudo, tende em direcionar as análises e comentários ligados principalmente às questões de Planejamento, Programação e Controle da Produção, mantendo o foco nos módulos dos sistemas diretamente relacionados ao Gerenciamento de Materiais e do Planejamento da Produção, por serem esses considerados essenciais dentro da Estratégia de Manufatura.

A metodologia utilizada para a apresentação e condução do trabalho neste estudo de caso é predominantemente descritiva, baseada em três momentos distintos, conforme ilustra a Figura 19:

- antes da implementação do ERP;

- durante a fase preparatória para a implementação do ERP; e
- depois da implementação do ERP.

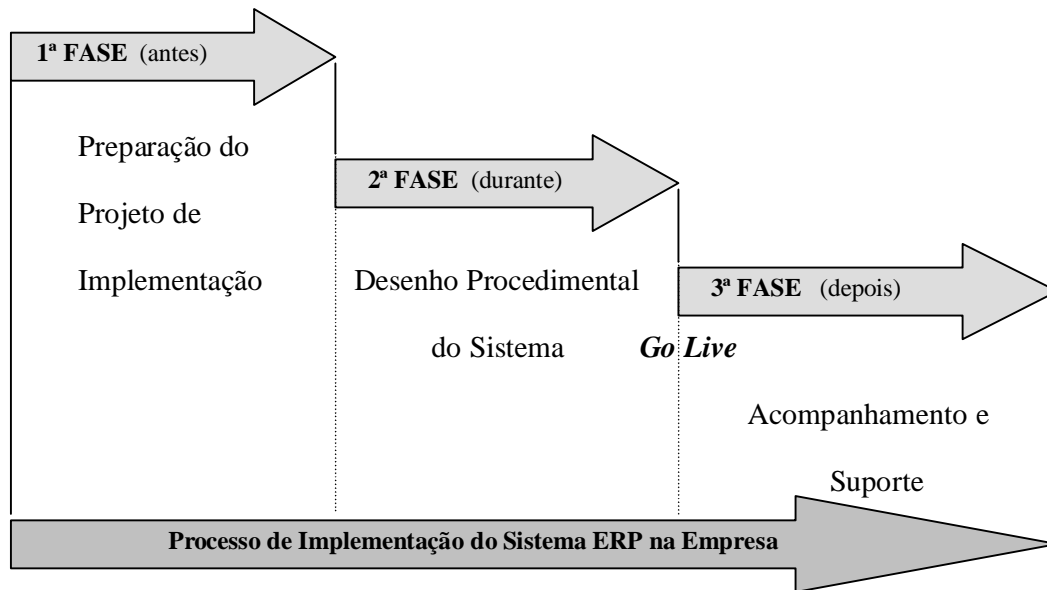


Figura 19 – Metodologia de apresentação e condução do estudo de caso.

Processos Produtivos da Empresa

Na primeira fase, para permitir a elaboração do desenho do processo de implementação fez-se necessário um reconhecimento da situação, descrita a seguir:

Situação Encontrada: Para obtenção de seus produtos, a empresa conta com recursos de desenvolvimento do produto à partir da necessidade de inovação ou modificações percebidas para atendimento das necessidades de seus clientes. Com o produto definido são providenciados os recursos e os meios necessários para a produção com planejamento do processo produtivo.

Os processos produtivos desta empresa envolvem o uso de diversas tecnologias entre as quais destacam-se:

- Conformação de chapas de aço por corte, dobra, repuxo e soldagem;

- Moldagem de termoplásticos de engenharia por injeção;
- Fundição e usinagem de não-ferrosos (alumínio);
- Processamento Têxtil para obtenção de feltros;
- Tratamento superficial por processamento químico, pintura ou galvanoplástia;
- Processamentos mecânicos de montagem de produtos.

As atividades no processo produtivo eram desenvolvidas em *layout* tipicamente departamental definidas por processo e os fluxos eram complexos dada a dependência do processamento os itens em diversos departamentos. Os fluxos e as dependências do processo com balanceamentos distintos requeriam a existência de estoques em processo gerando almoxarifados de semi-acabados, almoxarifados de matérias-primas e de produtos acabados.

Planejamento e Programação das Necessidades de Materiais: o planejamento da produção era feito com base nas necessidades de demanda para as empresas montadoras e para o mercado de reposição. Estas demandas eram fixadas a nível mensal com projeção futuras trimestrais, permitindo-se inclusões ou exclusões de itens dentro do mês em função de alterações nas programações das montadoras por motivos diversos, que envolviam desde a falta de cumprimento dos prazos de entrega de fornecedores, cancelamento de pedidos dos seus clientes, até erros no planejamento da produção ou suprimentos de itens comprados.

Todas as necessidades de demanda eram repassadas pelas áreas de vendas para a área produtiva através do PCP, após tradução dos códigos dos clientes para os códigos internos da empresa.

Conhecendo as necessidades de demanda, o PCP, utilizando a estrutura do produtos, fazia a explosão das necessidades de materiais definindo o programa de entregas de itens e da matéria-prima para a área de compras e, emitia as Ordens de Fabricação e as Ordens de Montagem para os setores da produção, liberando-as mês a mês para execução.

O planejamento das necessidades de materiais era feito com auxílio de um módulo informatizado, parte de um sistema de grande porte centralizado, no qual existia previamente cadastrada toda a estrutura do produto formando os dados mestres para controle contábil dos produtos, estoques e necessidades de materiais (MRP).

Planejamento e Programação da Produção: o planejamento e programação da produção era feito como anteriormente citado, liberando-se as ordens mês a mês administrando-se a disponibilidade de recursos diretamente no nível de chão de fábrica. Com a necessidade de produção definida pelas ordens recebidas. O responsável do setor produtivo fazia a sua distribuição procurando atender as prioridades estabelecidas pelos clientes, informado através do PCP.

Controle da Produção: uma vez executadas as ordens de produção, eram registradas as movimentações através de lançamentos no sistema quando da entrada nos almoxarifados, ou por emissão de relatórios diários das áreas ou setores produtivos para o PCP.

A complementação dos itens nos almoxarifados de semi-acabados e os registros de entrada e liberação dos materiais comprados, permitiam ao PCP coordenar no dia a dia a montagem dos conjuntos de produtos finais assim como a liberação de entrega na Expedição para os Clientes.

Análise Crítica: Com a situação encontrada constatou-se que o sistema de administração da produção exigia a manutenção de estoques tanto de matérias-primas, semi-acabados como de produtos finais a níveis mensais, o que fazia com que seu volume represente a ocupação de área nobre da empresa equivalente a aproximadamente 50% do total disponível. Qualquer perspectiva de crescimento requereria investimentos na ampliação das suas instalações.

A condição de estocagem de grandes volumes, tornava difícil a correta rotatividade dos itens, impedindo que se consuma principalmente os itens mais antigos, assim como a conclusão do seu consumo no caso de haver qualquer tipo de modificação no produto, obrigando a periodicamente se revisar os estoques sucateando aqueles já degradados ou obsoletos em função das modificações.

O volume de informações e a necessidade de *follow-up* diário envolvia grande quantidade de mão de obra, que por sua vez estava sujeita a erros que resultavam em constantes paradas de linhas ou máquinas de produção.

As alterações de programação solicitadas pelos clientes em geral não eram atendidas prontamente, pois certamente os produtos em processo seriam interrompidos no meio dos fluxos aumentando os seus estoques, além de interferir na organização do setor

gerando conflitos pessoais pelas animosidades causadas, prejudicando o clima motivacional dos colaboradores.

Busca de Alternativas: Face as novas situações de mercado, onde o atendimento ao cliente, objetivos das unidades e das Estratégias dos Negócios ocupavam lugar de destaque, mudanças nos Sistemas de Gestão da Produção eram emergências para esta empresa.

Com relação às mudanças nos Sistema de Gestão da Produção, o Comitê Diretivo da empresa definiu pela busca e implementação de um Sistema que deveria contemplar:

- Utilização de sistema que contemple as necessidades Corporativas, uma vez que a troca de informações entre as Unidades possuem características estratégicas globais;
- Uma filosofia de administração enfocando constantemente a eficiência e integração da manufatura com as demais funções das unidades, utilizando o processo mais simples possível;
- Dedicção ao processo de esforçar-se continuamente para minimizar os elementos que restrinjam a produtividade;
- Eliminar toda atividade desnecessária que traga custos indiretos, que não acrescente valor para o produto ou empresa, desnecessários no sistema operacional para o cliente.

Princípios Básicos: A alternativa escolhida deveria contemplar os princípios básicos para política interna, onde:

- Cada funcionário ou posto de trabalho é tanto cliente como fornecedor;
- Clientes e fornecedores são uma extensão do processo de manufatura;
- Procurar continuamente a simplificação;
- É mais importante prevenir problemas do que resolve-los;
- Obter ou produzir algo somente quando for necessário.

Pressupostos para implantação: O *layout* da empresa, tipicamente departamentalizado e definido por processo requeria um estudo para racionalizar os fluxos dos produtos. Em função disto, deu-se a oportunidade de através da definição de famílias de produtos, identificadas por similaridade e tecnologia aplicada, dividir a fábrica formando pequenas

unidades. Estas pequenas unidades ou Minifábricas, como foram denominadas, deveriam oferecer oportunidades de administração da matéria-prima até a exposição do produto acabado, simplificando o trabalho e integrando as diversas atividades.

Este conceito já aplicado anteriormente, foi descrito por Skinner (1974), referindo-se aos problemas das fábricas centralizadas (ou fora de foco), oferecendo a idéia do estabelecimento de fábricas dentro de uma fábrica (ou minifábricas) como uma solução potencial, prática esta já consagrada há muito tempo no Japão. Nos anos 80, centenas de empresas internacionais demonstraram substanciais melhorias pela criação de minifábricas dentro da fábrica.

Algumas das vantagens obtidas com a criação de minifábricas dentro da fábrica, citadas por Salermo (1991), podem ser:

- Excelente comunicação;
- Serviços de apoio são focalizadas onde são realmente necessários;
- Aproximação maior da administração e das áreas de apoio aos problemas da produção;
- Administração e área de apoio focalizadas, passam a atuar, além dos limites departamentais;
- Valorização dos trabalhos em equipe;
- Valorização dos profissionais, que passam a participar diretamente das decisões nas minifábricas.

Composição das Minifábricas: O agrupamento das áreas de produção foi feito por semelhança de produto e tecnologia aplicada, buscando a maximização dos fluxos do processo, (desde o desenvolvimento do produto, dos fornecedores, da aquisição até a entrega dos produtos acabados nos almoxarifados de vendas). Com um número médio de funcionários variando entre 150 e 200 pessoas, foram focalizados os seguintes funções: Projetos; Processos (Técnicos de Planejamento do Processo); Programação e Controle da Produção; Compras; Recebimento / Armazenagem; Orçamentos / Análise de Custos; Qualidade; Ferramentaria; Manutenção; Expedição.

Desta forma contemplou-se tanto aos requisitos para o Sistema de Gestão, quanto aos pressupostos para implantação. Ocorrendo a formação de um "Time Técnico-

Administrativo", composto por um gerente da minifábrica e os representantes dos recursos focalizados, buscando as soluções e melhorias em equipes, promovendo uma administração participativa e transparente.

Sistema de Programação: Dentro de cada minifábrica definiu-se pelo uso de sistema híbrido MRP II + JIT . O Objetivo desta escolha esta associada à simplificação da programação da produção com significativa redução no volume de papéis. Empregou-se então a técnica japonesa de gestão de materiais e produção, onde a produção de determinado item é puxada pela sua necessidade através dos cartões Kanban. Este conceito se aplica perfeitamente para os produtos de demanda continuada, produzindo somente quando e quanto necessário, facilitando no objetivo de redução dos estoques.

No Kanban, o estoque intermediário foi definido na forma de supermercado que se caracteriza por:

- Retirada do necessário pelo cliente, na quantidade e na hora que ele necessita;
- fornecedor repõe no supermercado somente o que foi consumido;
- Toda movimentação ocorre sem emissão de documentos (pegue-leve) sendo estes itens considerados "fantasmas" na estrutura do produto, inibindo a emissão da ordem no sistema MRP II;
- A administração do supermercado é feita pela produção dentro da minifábrica.

Em função das necessidades de planejamento de materiais e recursos, para médio e longo prazo, a empresa optou por manter os dois sistemas, sendo o Kanban para programação diária e o M.R.P. para o planejamento dos materiais.

A partir dos requisitos e princípios básicos definidos, os trabalhos tendem a orientar-se na aplicação dos conceitos e técnicas da filosofia JIT, com utilização de um *software* robusto e de qualidade que suporte com sucesso um sistema MRP II.

6.3 - A Escolha do Sistema (*Software*)

Experiências anteriores da empresa demonstraram que o ponto crucial para implantação com sucesso de qualquer sistema não está na sua lógica em si e nem mesmo

ao aplicativo escolhido. A um *software* de qualidade tem-se que unir mais três condições essenciais, todas ligadas ao processo de implementação:

- O comprometimento da alta direção com os objetivos da implantação – significa não apenas o envolvimento e o apoio, mas também o entendimento, por parte da alta direção, dos pressupostos necessários à implantação, da filosofia do sistema, do necessário comprometimento dos recursos, da prioridade que o processo de implantação deve ter, do claro estabelecimento dos objetivos da implantação, entre outras. Esse comprometimento pode ser refletido em determinadas situações, como do uso do tempo para participações de reuniões de acompanhamento, resolução pronta de conflitos e até, em determinadas situações específicas, de tarefas executivas, ou como o comprometimento do tempo de outros recursos importantes da organização, redirecionados de suas atividades de linha normais para a participação de atividades do projeto de implantação.
- O treinamento intensivo e continuado em todos os níveis – qualquer sistema de gestão apenas sugere decisões, as quais serão definitivamente tomadas por pessoas que devem estar preparadas para isto, tanto no que se refere aos conceitos por trás da filosofia de gestão adotada, quanto ao que se refere aos procedimentos específicos de operação.
- O gerenciamento adequado do processo de implantação – significa entre outros:
 - (1) elaboração de um plano detalhado de implantação, que representaria o "mapa" que norteará as atividades de implantação;
 - (2) o acompanhamento e controle da execução das atividades para garantir uma aderência mínima ao plano estabelecido;
 - (3) procedimentos de auditoria, correção e garantia futura da qualidade da informação do sistema, estrutura de produtos, dados de estoques, roteiros, entre outros.

Entendendo as condições essenciais do processo de implantação, a empresa (corporação) realizou um trabalho de pesquisa identificando os principais sistemas comercialmente disponíveis no mercado assim como também as empresas de consultoria para suporte ao processo de implantação. As principais observações deste trabalho foram:

- grau de maturidade e a sofisticação dos sistemas variam consideravelmente, bem como os respectivos preços. Em geral, os sistemas com soluções proprietárias fechadas são sensivelmente mais caras;
- em função da rapidez no desenvolvimento pela qual a área de informática vem passando, na forma de lançamentos e novas versões, novos produtos e até conceitos, estas informações merecem ser revistas com frequência;
- uma grande parte dos sistemas encontra-se integrada a bancos de dados, notadamente *Informix, Oracle, Ingress, Progress*. Em relação ao sistema operacional, geralmente os sistemas mais sofisticados "rodam" em Unix e os mais simples em DOS, o ambiente de interface com o usuário no padrão *Windows* não encontra-se disponível em todos os sistemas, porém o trabalho de desenvolvimento está sendo realizado na maioria dos casos;
- a customização é necessária em países diferentes dos do fornecedor do sistema e podem custar ao usuário tempo e recursos financeiros relativamente altos;
- nem todos os representantes dos fornecedores dos sistemas estão capacitados a dar suporte tanto na análise de adequação da solução a potenciais clientes quanto na própria implantação e apoio técnico aos aplicativos, principalmente quando a aplicação ocorre fora o país de origem do sistema.

Após avaliação e observação aos pontos relacionados, a escolha da empresa direcionou-se para um sistema já consagrado e testado em uma de suas unidades que, demonstrou permitir o atingimento dos seus objetivos estratégicos principalmente, no tocante a integração com as diversas unidades da corporação.

6.4 – O Processo de Implantação

Embora se tratasse de um projeto de abrangência ampla na empresa, com o qual cada funcionário precisaria envolver-se, os elementos com papéis mais ativos do projeto de implantação foram organizados formando uma estrutura que pode ser representada pela Figura 20, e é descrita a seguir:

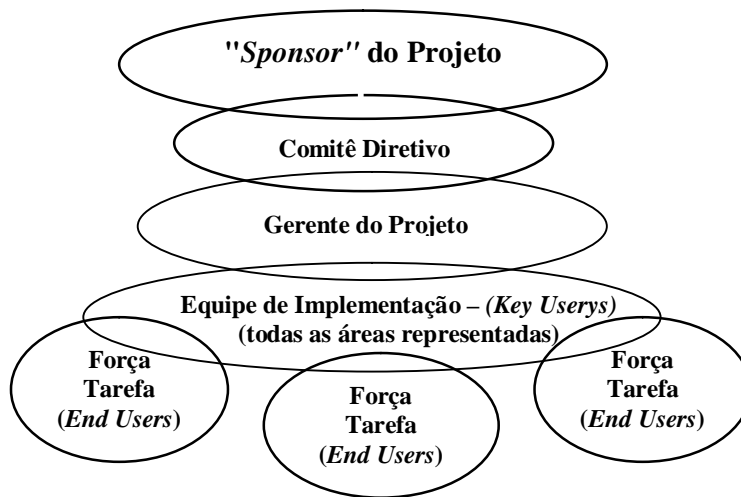


Figura 20 – Estrutura da Equipe de Implantação (Adaptado de Corrêa *et al*, 1997)

Sponsor do Projeto – Refere-se ao alto executivo que, em última análise, detém a responsabilidade de mais alto nível pelo sucesso da implantação do ERP, deve manter seus pares da alta direção comprometidos e entusiasmados com o projeto. Tipicamente, é o *chairman* das reuniões do *steering committee* (comitê diretivo). É para ele que o gerente do projeto se reportava diretamente, sendo a mais freqüente voz da alta direção e de extrema importância para o projeto.

Comitê Diretivo (*Steering Committee*) – Formado por toda diretoria, os gerentes das diversas áreas da empresa, o *sponsor* e o gerente do projeto. O comitê diretivo teve como função assegurar recursos e comprometimento dos diversos setores e processos com os objetivos do projeto ERP. O gerente do projeto, o *sponsor* e os membros da equipe de projeto poderiam sozinhos assegurar o sucesso da implantação, o comitê diretivo o pôde.

Para isso, os membros do comitê diretivo se reuniam uma ou duas vezes por mês, durante aproximadamente uma hora e meia, para o acompanhamento e o controle do *status* do projeto. O gerente do projeto tinha a função de fazer a ligação entre o comitê e a equipe de implantação relatando inicialmente o andamento do projeto desde a última reunião, em relação ao programa, especialmente naqueles pontos em que ocorriam atrasos para os quais se apresentavam planos de contingências alternativos para trazer o projeto de volta ao programa, identificando possíveis recursos adicionais necessários. Cabia aos membros do comitê tomar decisões para permitir ao projeto seguir em seu curso.

Gerente do Projeto – O gerente do projeto era o elemento chave do processo, ele liderava a equipe de implantação no nível operacional, em todos os seus aspectos. Para tanto, algumas características eram requeridas, ao longo do processo de implantação:

- Ter dedicação em tempo integral ao projeto;
- Ser de dentro e ter experiência na empresa;
- Ter *background* da área de operações e o perfil dos usuários;
- Ter boas habilidades interpessoais, de liderança e de negociador;
- Ter bom trânsito nos setores que fazem interface com o projeto;
- Ter conhecimentos básicos em gestão de mudança organizacional e aprimorar-se nesta área.

O gerente de projeto deve assumir a responsabilidade de identificar possíveis atrasos de atividades individuais e sua repercussão nos prazos do processo como um todo e, dividir então com a equipe de projeto e com o comitê de direção a responsabilidade da cobrança dos responsáveis e possíveis planos contingências de recuperação. A divisão da responsabilidade pela cobrança é importante para que não se desgastem rapidamente as relações entre o gerente do projeto e os responsáveis mais diretos pela execução das atividades, mantendo assim um bom relacionamento e um bom trânsito em todas as áreas que fazem interface com o projeto.

Equipe de Implantação (*Key Users*)– Composta de elementos representantes de todas as funções envolvidas na implantação ou que podem ser afetadas por ela. As funções que necessariamente devem estar representadas são: comercial, manufatura (produção), planejamento, compras, materiais, qualidade, financeira, contabilidade, custos, engenharia do produto e engenharia de processos. As atividades principais da equipe de implantação foram:

- Relatar o desempenho real conforme o programa do projeto;
- Identificar problemas e obstáculos ao sucesso da implantação;
- Ativar as forças-tarefas para resolver os problemas identificados e executar as tarefas;
- Tomar decisões operacionais quanto à alocação de recursos;
- Representar todos os futuros usuários (*end users*) do novo sistema, garantindo o atendimento a suas necessidades nos processos de tomada de decisão ao longo da implementação;
- Fazer recomendações, quando apropriado, ao comitê diretivo;

- Fazer o possível para realizar um implantação suave, rápida e de sucesso.

6.5 - Atividades de Implantação do Projeto ERP

Como macro atividades básicas pode-se elencar a preparação do projeto de implantação, o programa de treinamento, o desenho procedimental do sistema, a revisão dos processos lógicos, a garantia da acurácia da base de dados, elaboração de procedimentos e o "corte" do sistema antigo e "entrada" do novo sistema.

Preparação do Projeto de Implantação: também denominada pela empresa como 1ª fase, tinha como propósito desenvolver o planejamento inicial e a preparação do projeto de implementação do ERP. Esta fase contemplou a constituição da equipe de implantação e os demais elementos da estrutura organizacional, o estabelecimento da "missão" do projeto (*engagement*), a elaboração do plano de implantação e do cronograma detalhado do projeto. A missão do projeto de implantação deve ser um documento gerado a partir do consenso da alta direção e que define o que se pretende com a implantação do sistema ERP, em que aspectos se deseja melhoria de desempenho e em que prazo, que nível de recursos deseja-se comprometer com o projeto. Fez parte também desta fase a elaboração de um estudo de custos e benefícios da implantação, para que se pudesse ter não somente uma boa idéia dos investimentos necessários como também garantir o comprometimento com a obtenção dos benefícios.

No caso da empresa em questão, na unidade instalada no Brasil, o projeto foi denominado como "Projeto Apollo", através da escolha por sugestões com a participação de todos os funcionários. Estabeleceu-se, em documento, a missão (*engagement*) para implantação do sistema ERP com arquitetura cliente / servidor, em plataforma *Intel/Windows NT*, utilizando uma metodologia acelerada, isto é, com programa enxuto e dedicação em tempo integral dos participantes do projeto. A Tabela 02 apresenta um comparativo entre uma implantação tradicional e uma implantação acelerada.

Tabela 02 – Comparativo entre implantação tradicional e acelerada

PONTOS CRÍTICOS	TRADICIONAL	ACELERADO
DURAÇÃO	1 a 2 anos	6 a 12 meses
CUSTO	US\$ 1,5 a 2,5 M	US\$ 0,9 a 1,5 M
RECURSOS DO CLIENTE (<i>key users</i>)	Médio	Alto
ABORDAGEM	Velocidade Média	Rapidez
USO DE PADRÕES	Médio	Alto
SUORTE EM INFRA- ESTRUTURA	Médio	Alto
COMUNICAÇÃO	Reuniões	Visual
REUNIÕES	Formal	Informal
LIMITE DE TEMPO DAS TAREFAS	Flexível	O escopo é flexível para adequar-se ao prazo
EDUCAÇÃO	Documentação	Entendimento
DOCUMENTAÇÃO	Detalhada	Interativa
CONTROLE	Rígido, pelos gerentes de projeto	Sob controle da equipe
DECISÃO E INFORMAÇÃO	Lento	Na média em um dia

O documento que estabeleceu a missão para a implantação do ERP na empresa estipulava:

- Adotar ferramenta computacional própria;
- Atualizar a plataforma tecnológica existente, oferecendo flexibilidade aos processos decisórios, tendo em vista as necessidades do negócio para os próximos anos;
- Otimizar os processos de negócio, tomando por base os modelos de referência existentes no produto oferecido, mediante o realinhamento das práticas e procedimentos administrativos; e
- Viabilizar a gestão distribuída do negócio da empresa, adotando uma visão integrada de processos.

Duração: Provavelmente, o compromisso com prazo seja o mais importante fator para o sucesso da metodologia acelerada de implantação. Os gerentes de projeto tem que estar atentos com relação a participação de cada profissional envolvido, não se tem tempo para retrabalhar as atividades. Qualquer desvio no cronograma, era comunicado formalmente ao grupo, para que se defini-se um plano de ação imediata e, se o problema persistisse, o fato então era levado para interferência do comitê de direção.

Custo: para adoção da proposta da metodologia acelerada, a empresa necessariamente adota os seus princípios de implementação, isto é, reduzindo despesas e eliminando atividades que não agregam valor ou que adicionam custos desnecessariamente.

Recursos Internos da Empresa: para garantia do sucesso do projeto, alocam-se os profissionais com maior experiência, com uma dedicação de 3 dias por semana na fase de prototipação e, integral durante a realização quando se necessita de respostas rápidas no trabalho de refinamento dos protótipos.

Abordagem: o ambiente focaliza-se na rapidez da decisão. Desencorajando reuniões longas e o excesso de perfeccionismo, assim como a geração de documentos volumosos, dando preferência pelo entendimento dos principais fatores críticos para o sucesso do projeto. A atitude deve ser sempre positiva, com os profissionais tendo poder de decisão.

Uso de Padrões: a empresa adotou o uso de funcionalidades existentes no produto ERP. Utilizando os modelos de referência como base para desenvolver propostas de realinhamento, evitando assim o desenvolvimento de melhorias ou adaptações em programas que requeiram futuras interfaces.

Suporte em Infra-Estrutura: para disponibilização de recursos optou-se pelos recursos existentes no centro de prototipação, dando preferência para ferramentas (plataforma) e rede que fossem consideradas como padrão de mercado, incluindo facilidades de comunicação e reuniões com infra estrutura adequada.

Comunicação: dada preferência a indicadores visuais que sinalizem o andamento das tarefas.

Limite de Tempo das Atividades: o projeto de implementação somente seria compatível com o prazo estabelecido, se houvesse flexibilidade do escopo de funcionalidades. Para tanto, a equipe de implantação otimizou a alocação de recursos a fim de garantir a viabilidade do projeto, para isso foi determinante a manutenção tanto de consultores como da equipe em tempo integral na realização das tarefas.

Educação: os profissionais da empresa receberam treinamento formal dos cursos oferecidos relativos ao sistema ERP do fornecedor ou de outras empresas com reconhecimento no mercado. A dinâmica dos trabalhos fortaleceu o espírito de equipe contribuindo decisivamente para os resultados esperados do projeto.

Controle: a opção por uma estrutura de controle valoriza a responsabilidade das equipes de cada módulo, persegue a política de resultados facilitando o trabalho de todos os profissionais, oferecendo recursos computacionais, adotando metodologia consagrada e mantendo as avaliações periódicas do andamento do projeto.

Decisão e Informação Requerida: toda definição às questões pendentes que a equipe não está conseguindo resolver devem ocorrer no prazo máximo de 48 horas.

Como escopo do projeto a implantação deve contemplar os módulos de:

- Finanças (*Finance – FI; Cash Management – CM; Asset Management - AM*);
- Controladoria (*Controlling–CO; Cost Center Accounting–CCA; Product Costing– PC; Profitability Analysis – PA; Internal Order – IOC; Profit Center Accounting - PCA*);
- Gerenciamento de Materiais (*Material Management-MM; Warehouse Management-WM*);
- Gerenciamento da Qualidade (*Quality Management – QM*);
- Planejamento e Controle da Produção (*Production Planning and Control – PP; Engineering Change Management - ECM*);
- Vendas e Distribuição (*Sales and Distribution – SD; Logistics Information System – LIS*).

A formação da equipe de projeto obedeceu o organograma representado pela Figura 21, com atribuições de cada função já detalhadas anteriormente.

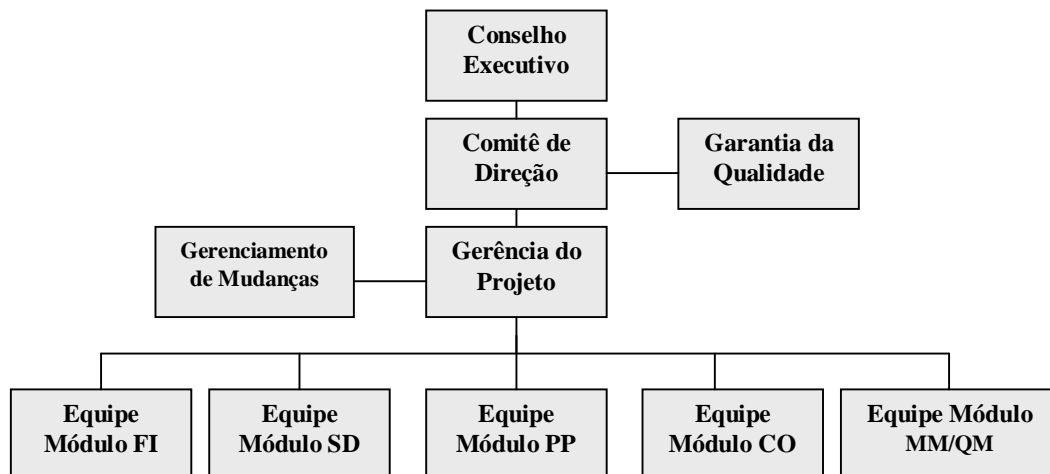


Figura 21– Organograma da Equipe de Projeto da Empresa.

Programa de Treinamento: Como metodologia de treinamento contratou-se, através de consultoria especializada, prestação de serviço de "*change management*" com objetivo de facilitar a implementação da nova ferramenta de gestão de negócio. Neste serviço estaria incluso treinamento comportamental, divulgação, pesquisas de opinião e, construção do trabalho em equipe. Por estar diretamente relacionado à aspectos humanos, a carga dos trabalhos, a frequência e o seu conteúdo foi definido e dirigido pelas necessidades levantadas nas constantes reuniões entre consultoria e equipe de projeto ou com os usuários finais. A princípio, para trabalhos de *change management* foram necessários treinamentos semanais com um dia de duração.

Na 1ª fase realizaram-se os treinamento conceituais dos principais módulos do sistema para os níveis gerenciais, e na 2ª fase os treinamentos operacionais para toda equipe do projeto, visando propiciar a todos um bom nível de conhecimento.

A atividade de treinamento é uma das principais responsáveis pelo grau de sucesso na implantação de sistemas em empresas, independentemente da qualidade, potência ou adequação do *software* adquirido. O treinamento, em todos os níveis, é fundamental para quebra das resistências naturais a toda e qualquer mudança. Por outro lado, somente o claro entendimento do processo de mudanças que irá ocorrer poderá dar a necessária confiança à equipe no processo de planejamento e, por conseguinte, evitar a manutenção ou surgimento de sistemas individuais paralelos ao novo sistema implantado.

O auxílio de especialistas externos restringe-se a determinados níveis hierárquicos da organização: alta direção, alta e média gerência e supervisores, por esses terem um razoável poder de assimilação de novos conceitos e técnicas e transporta-los para o seu ambiente de trabalho. A grande parcela de funcionários deve receber treinamento ministrado por elementos da própria empresa, normalmente da equipe de implantação, que ao se transformarem em especialistas internos na filosofia do sistema, conseguem transmitir de uma forma mais adequada os conceitos, fazendo a necessária tradução para a realidade da empresa. A Figura 22, sintetiza as diferentes necessidades de treinamento dos diversos níveis da estrutura organizacional.

ALTA ADMINISTRAÇÃO	⇒	Impacto na competitividade Entendimento da filosofia Necessidade de comprometimento
GERÊNCIA INTERMEDIÁRIA	⇒	Entendimento da filosofia Necessidade de comprometimento Novo processo de decisão
EQUIPE DE PROJETO	⇒	Entendimento da filosofia Requisitos da implantação Difusão dos conceitos
FORÇAS TAREFA	⇒	Entendimento da filosofia Requisitos da implantação Mudanças de processos
DEMAIS FUNCIONÁRIOS	⇒	Entendimento da filosofia Mudanças na forma de trabalhar Eliminando resistências

Figura 22 – Necessidade de treinamento na estrutura organizacional

Desenho Procedimental do Sistema: É o conjunto de procedimentos que definem os vários níveis do sistema, seus processos de decisão e fluxos de informações. Em outras palavras, é a descrição dos grandes blocos dos processos, a relação entre eles, as responsabilidades, as lógicas dos processos de decisão, as informações necessárias e as informações resultantes para apoio às decisões; além disso, como decorrência, a definição adequada de requisitos de customização e a redefinição dos importantes parâmetros do sistema, que traduzirão as especificidades da empresa para o sistema ERP, tendo implicações diretas em seu desempenho.

Nesta fase, também denominada de 2ª fase pela empresa, foi formalizado o desenho dos processos com a descrição das principais características do negócio, tomando por base as definições estratégicas corporativas e das unidades de negócios. Para formalizar o desenho deste processo foi efetuada uma análise e avaliação dos requisitos funcionais existentes nos processos mapeados e proposto um realinhamento, em certos casos, adequando-os aos modelos do sistema. Também foram identificadas as interfaces dos dados prevendo-se a quantidade de usuários e dimensionando a futura necessidade de equipamentos. Os principais resultados deste trabalho foram:

- A definição das estruturas organizacionais do ERP que atendam as necessidades de negócio da empresa;
- A identificação dos requisitos funcionais dos processos de negócio, tomando por base os modelos de referência;

- A determinação das necessidades de interfaces para transferência de dados (temporárias e permanentes), escolha de relatórios, desenvolvimento de melhorias e, análise de aderência do produto ERP;
- O refinamento do escopo relativo ao cronograma (*baseline*) do projeto;
- A instalação do ambiente de prototipação, com a definição de regras de utilização, incluindo rotinas de "*back-up*" das bases de dados;
- A realizações de reuniões de acompanhamento e posicionamento para o comitê de direção.

Ao final desta fase, cada equipe do módulo deve formalizar o cumprimento do cronograma previsto, como também os resultados esperados encaminhando-os ao grupo da garantia da qualidade (*quality assurance*).

Nesta fase, em relação a equipe de projeto relacionada com o módulo PP, é que foram descritos os grandes blocos do processo de planejamento, a relação entre eles, as responsabilidades, as lógicas dos processos de decisão, as informações necessárias e as informações resultantes para apoio às decisões, traduzindo as especificidades da empresa para o sistema MRP II. A Figura 23, mostra as principais condicionantes da elaboração de um desenho procedimental para o sistema de planejamento da empresa.

A elaboração do desenho procedimental do sistema de planejamento parte da filosofia básica de planejamento que a empresa decidiu adotar, no caso a filosofia MRP II, denominada dentro do sistema ERP adotado como módulo PP. Entretanto essa filosofia básica também serviu de pano de fundo para a elaboração do desenho procedimental refletindo as características específicas da empresa.

As características específicas consideradas foram as suas prioridades competitivas em relação ao mercado, seu processo produtivo, as características das estruturas de seus produtos, as especificidades de seus fornecedores, suas necessidades internas de informação para tomada de decisões. O desenho deveria contar com a possibilidade de se compor com outras filosofias de planejamento, como a do *just in time* ou da programação com capacidade finita, chegando-se a uma filosofia híbrida com características diferentes para produtos diferentes ou para níveis de planejamento diferentes, como foi a decisão da empresa.

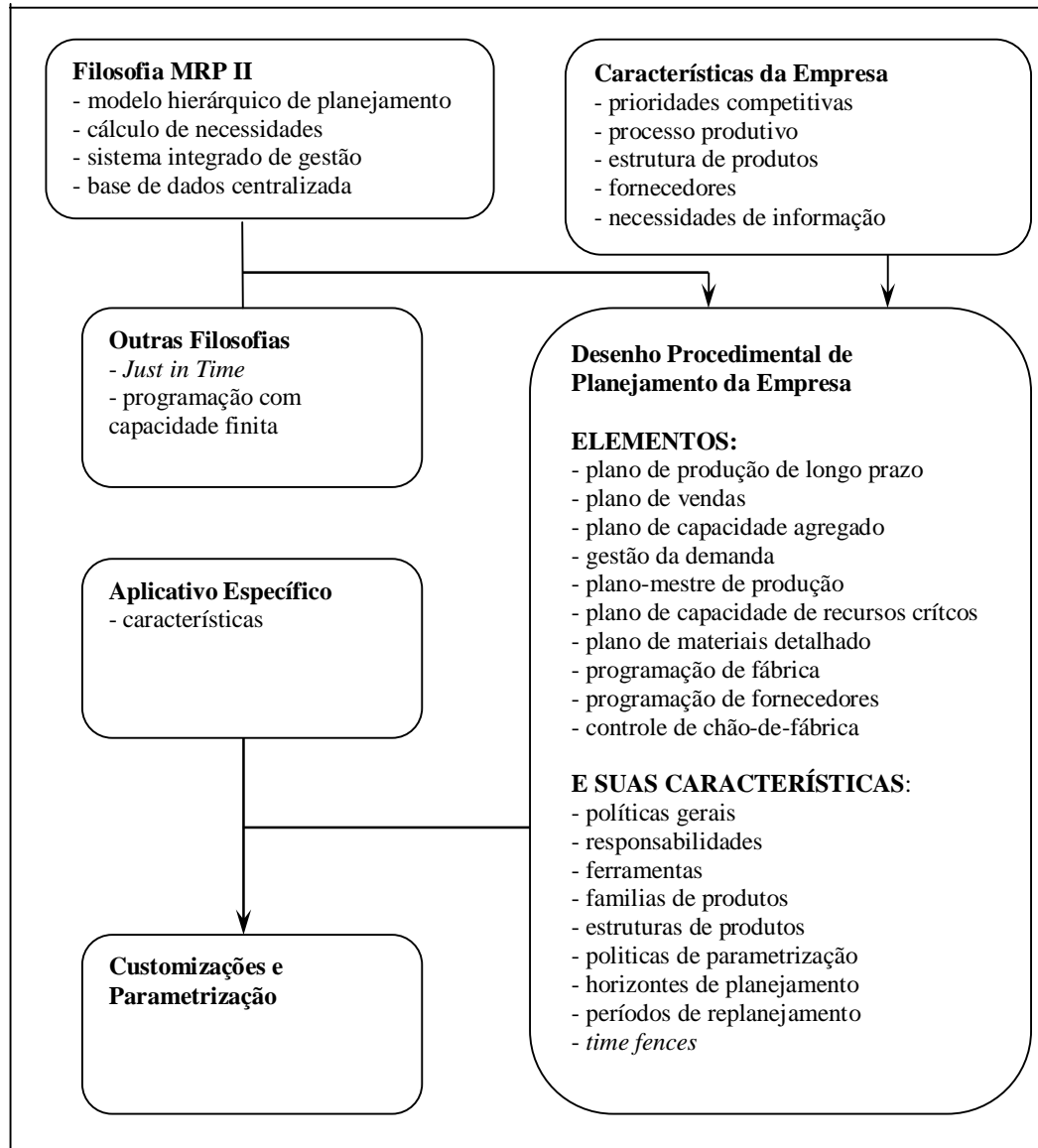


Figura 23 –Desenho Procedimental do sistema de planejamento da empresa.

Portanto os principais blocos do sistema de planejamento considerados para esta empresa no desenho procedimental foram:

- o plano de produção agregado de longo prazo, o plano de vendas e a gestão da demanda configurados no módulo SD (*Sales and Operations Planning – SOP*) incluindo a sistemática de tomada de decisões que integra as diversas áreas funcionais

da empresa, em torno do planejamento da produção (manufatura, marketing, finanças, controladoria, engenharia e desenvolvimento do produto);

- a previsão de vendas agregada e detalhada;
- o plano mestre de produção, englobando os materiais e capacidade de produtos finais, a gestão da demanda de curto prazo, a promessa de entrega, entre outros;
- o plano de materiais e capacidade detalhados;
- a programação de curto prazo de fábrica e de fornecedores;
- controle de chão de fábrica.

Para cada um desses blocos do desenho procedimental, foram definidos explicitamente, as informações necessárias de entrada, as informações resultantes desejadas do processo de decisão, assim como a sua lógica incluindo suas principais características, entre elas:

- as políticas gerais;
- a definição de responsabilidades pelas informações e pelo processo de decisão;
- as ferramentas a serem utilizadas;
- a modelagem do sistema produtivo, e de seus produtos, características de estruturas de produtos, roteiros de fabricação, itens fantasmas, centros produtivos, entre outros;
- parâmetros básicos como horizontes de planejamento, períodos de replanejamento, e períodos de congelamento (*time fence*);
- as políticas de parametrização do sistema.

O desenho procedimental do sistema de planejamento constituiu-se assim numa ferramenta fundamental para garantir que o processo de planejamento contribuía efetivamente para o atendimento dos objetivos estratégicos do sistema produtivo, principalmente no que se refere às necessidades de velocidade de entrega, confiabilidade de entrega, flexibilidade e custo.

Os principais resultados esperados nesta fase foram:

- configuração e confirmação dos protótipos definidos para a etapa *baseline* do projeto;

- realização dos testes integrados, com enfoque nos processos de negócio, tanto no nível de relacionamento entre os módulos, como num contexto de ciclos completos (*end-to-end*);
- verificar a acurácia da base de dados, estabelecendo medidas de tolerâncias dos dados, principalmente dos estoques, assim como garantir a acurácia das estruturas de produtos, roteiros de fabricação (tempos de fabricação);
- desenvolvimento e testes das interfaces de transferência de dados (temporárias e permanentes);
- elaboração ou adaptação de relatórios e documentos;
- desenvolvimento do material de treinamento do usuário final;
- estabelecimento da política de autorização de acesso ao sistema

Ainda nesta fase foram feitas as revisões dos processos lógicos, verificando a coerência do sistema com os processos logísticos da empresa assim como eventuais modificações de *layout* com modificações ou formações de células de manufatura, para que o sistema trabalhe sobre um ambiente mais racional e alinhado às necessidades de desempenho competitivo da empresa.

Preparação Final: Em determinado momento, durante o processo de implantação, chega o momento em que o antigo sistema, inclusive o de planejamento, seria abandonado. O momento de passagem de um sistema para outro reveste-se de uma enorme importância, pois o antigo sistema, bem ou mal, funcionava, enquanto que o desempenho do novo ainda guarda dúvidas. Uma vez desligado, o antigo sistema não poderia mais ser utilizado, mesmo porque os procedimentos que lhe davam suporte teriam sido abandonados e substituídos pelos novos.

Para minimizar os riscos, antes do corte definitivo do sistema antigo, a realização de procedimentos de testes-piloto do novo sistema (*software*), dos recursos humanos e o piloto real devem fazer parte do plano de implementação. Portanto, nesta fase estão previstas as atividades preparatórias para a colocação do sistema em produção, incluindo o treinamento dos usuários finais (*end users*) e os testes de volume e "stress" do sistema prototipado.

Os principais resultados esperados nesta fase foram:

- treinamento dos usuários finais;
- testes exaustivos do sistema com o objetivo de avaliar o desempenho operacional;
- desenvolvimento de um plano de "*cut over*" que defina a estratégia de operacionalização do sistema na produção;
- desenvolvimento de planos de contingência, se for necessário.

No módulo PP, especificamente, foi necessário a elaboração de um plano de trabalho visando a padronização dos procedimentos entre as diversas minifábricas da empresa. Para que fossem garantidas as informações contábeis dos materiais em estoques, em processo e produtos acabados, não permitiu-se a existência desses nos recebimentos ou em processo. Todos os materiais deveriam estar armazenados logicamente, ou como materiais comprados (matéria-prima ou peças) ou como produtos acabados. Assim, deveria se realizar um inventário de tudo que se encontrava em processo encerramento das ordens pendentes e providenciar a transferência dos materiais para estes estoques.

Entrada do Sistema Novo (*Go Live and Support*): a colocação de um sistema em produção deve ser monitorado pelo gerente do projeto, de modo permanente, por meio de atividades de auditoria e controle com periodicidade semanal ou mensal. O gerente deve auditar mensalmente *in loco*, os produtos finais das atividades mais importantes (acurácia dos dados de estoques ou das estruturas, por exemplo) e, semanalmente o cumprimento dos prazos intermediários e gastos associados, compará-los com os planejados e explicar todos os desvios.

Estes desvios devem ser avaliados com a equipe de implantação em reuniões semanais de acompanhamento, discutidas suas causas e medidas necessárias a serem tomadas pelo gerente ou pelo comitê diretivo.

Atualmente, as principais atividades da equipe de projeto se constituem em:

- dar suporte contínuo ao ambiente produtivo, apoiando os trabalhos de correção;
- fazer o gerenciamento e resolução dos problemas operacionais, juntamente com os usuários finais (*end users*), num trabalho conjunto de acerto final.

6.6 – Expectativas e Resultados

Cada vez mais a participação na implementação de qualquer mudança, seja organizacional ou de sistemas, beneficia os participantes com a agregação do conhecimento e a sensação de avanço. Isto, faz com que os profissionais das empresas que freqüentemente são submetidos a provas deste tipo, passem a encarar estes processos como parte de suas atividades, descaracterizando por completo o mito das "resistências", capacitando e valorizando o fator humano dentro dos processos.

Durante as fases do projeto de implantação do sistema ERP nesta empresa, especificamente, no ambiente produtivo onde se faz presente a aplicação de um sistema MRP II, fez-se um trabalho de levantamento dos processos e respectivas atividades, dentro do módulo PP, para análise da situação atual e que seria então a referência para a fixação dos objetivos e possibilitar a medição dos resultados alcançados pós implantação do sistema. Este trabalho consistiu na identificação dos processos e atividades que corresponderiam ao módulo PP do sistema ERP em implantação.

Como já mencionado anteriormente, a empresa replanejou sua estrutura organizacional com relação ao sistema produtivo antes de iniciar a implantação do novo sistema de gestão. A fábrica fora dividida em diversas minifábricas, identificadas por famílias de produtos e similaridade de processos, observando-se o segmento de mercado ao qual elas predominantemente atendem, formaram-se as divisões de negócios: atendimento às montadoras (*Original Equipment Manufacturer – OEM*) e, atendimento ao mercado de reposição (*After Market – AM*).

A Tabela 03, a seguir, resume as principais funções e atividades relacionando-as com a carga de tempo ocupada em cada processo e respectivas atividades, assim como o grau de informatização da situação antes e após implantação.

Tabela 03 - Processos administrativos e grau de utilização de informatização.

Processo / Atividades	Horas / mês		Grau de Informatização			
	(antes)	(depois)	(antes) P	I	(depois) P	I
Compras	294	259	5%	0%	72%	0%
Compras Produtivas (itens existentes)	64	52	25%	0%	90%	0%
Compras Improdutivas (meios existentes)	130	117	0%	0%	80%	0%
Compras Produtivas / Improdutivas (itens / meios novos)	100	90	0%	0%	50%	0%
PCP	374	342	15%	31%	100%	0%
Programação e Controle da Produção	200	180	29%	57%	100%	0%
Administração de Materiais	174	162	0%	0%	100%	0%
Projeto do Produto	180	180	70%	13%	70%	13%
Desenvolvimento e Projeto de Produtos Novos	105	105	70%	0%	70%	0%
Modificações de Projeto de Itens Existentes	75	75	70%	30%	70%	30%
Métodos e Processos	510	465	11%	14%	54%	14%
Desenvolvimento do Processo de Fab. para Novos Produtos	160	150	14%	0%	40%	0%
Modificações de Processos devido a Alterações do Produto	130	115	17%	0%	90%	0%
Otimização de Processos Atuais / Novos Processos	80	75	17%	0%	30%	0%
Manutenção dos Meios Produtivos	140	125	0%	50%	50%	50%
Qualidade	446	430	8%	18%	38%	20%
Desenvolvimento da Qualidade (PAPP)	173	168	6%	17%	30%	40%
Auditoria da Qualidade	60	60	0%	10%	0%	10%
Assistência ao Cliente	60	57	0%	0%	30%	0%
Assistência ao Fornecedor	40	36	0%	0%	30%	0%
Manutenção da Qualidade	33	35	0%	90%	90%	0%
Inspeção de Recebimento	80	74	30%	20%	70%	20%
Orçamentos e Análise de Custos	225	182	0%	67%	70%	20%
Análise de Custos / Orçamentos para Modificações de Produto	115	97	0%	67%	70%	20%
Análise de Custos / Orçamentos para Novos Produtos	110	85	0%	67%	70%	20%
Outros Processos	1120	1108	17%	4%	32%	3%
Gernciamento das Atividades	200	162	17%	0%	70%	0%
Trabalhos em Grupos / Reuniões	780	818	17%	0%	17%	0%
Controle de Projetos	140	128	17%	33%	60%	20%
Total	3149	2966	15%	15%	53%	8%

I = Atividades Informatizadas

P= Automação de Escritório

A análise realizada tomou uma das minifábricas da divisão AM como modelo-piloto, sendo que as expectativas e resultados podem ser extrapolados para as demais. A minifábrica em questão, possui uma equipe administrativa onde estão focalizadas as funções que compreendem a área industrial da empresa (gerenciamento operacional da produção, supervisão de desenvolvimentos para novos e modificações de produtos, projeto e desenvolvimento do produto, planejamento do processo produtivo, planejamento, programação e controle da produção, compras, qualidade, orçamentos e análises de custos).

Assim, de forma bastante integrada, dentro do mesmo ambiente como local de trabalho, desenvolve-se o espírito de trabalho em equipe. Também fazem parte de cada minifábrica as equipes de manutenção dos meios produtivos (ferramentaria, manutenção mecânica e elétrica), coordenadas pelo responsável da função de planejamento dos processos, e as equipes de recebimento e armazenagem dos materiais, coordenados pelo responsável da função de PCP.

Apesar da estrutura organizacional enxuta, as ferramentas disponíveis para o trabalho eram muito limitadas e como se pode observar na Tabela 03, o uso de sistemas de automação de escritório (planilhas ou *softwares*) isolados era uma prática usual. Como expectativas principais e resultados, nas minifábricas, com a utilização do novo sistema explorando-se as potencialidades do módulo PP (MRP II), pode-se relacionar:

- redução dos tempos dedicados à manutenção dos dados nos atuais sistemas;
- disponibilização da mão de obra especializada para dedicação em processos de melhoria;
- aumento da produtividade, estimada em 10%;
- redução dos tempos de liberação dos materiais para o uso;
- redução dos tempos de paradas de linhas de produção por falta de componentes ou problemas de sequenciamento na programação;
- redução dos estoques de materiais em estoque e em processo;
- aumento do giro de estoque;
- redução dos *lead times* de fabricação dos produtos;

- melhoria na performance de atendimento ao planejamento de vendas.

Os dados "após implantação" da Tabela 03, foram verificados com o sistema em operação durante os dois primeiros meses. Pode-se observar uma redução direta dos tempos de dedicação para cumprimento dos diversos processos na ordem de 6% , e que boa parte do tempo ainda foi transferido para atividades em equipes / reuniões. Isto porque, com uma maior disponibilidade, a preocupação com assuntos de melhorias pode receber uma maior dedicação, atendendo assim uma das principais expectativas do projeto.

Percebeu-se também uma sensível redução no número de horas extraordinárias normalmente realizadas, principalmente nas atividades de compras e PCP, isto em função da maior simplicidade operacional das tarefas dentro do atual sistema e, da integração das informações, reduzindo os freqüentes *follow-ups* para certificação da existência dos materiais "em casa" e alertas aos fornecedores.

Eliminaram-se as paradas freqüentes de linhas, que chegavam a representar até 7% do tempo disponível do período, assim como o volume de material em processo – facilitado o manuseio e eliminando perdas do processo. Como conseqüência houve um aumento de produtividade de 24,8 para 25,9 peças / homem hora, nesta minifábrica, sem que fosse alterada qualquer rotina do processo de montagem ou, se aumentasse o velocidade de trabalho dos montadores.

A liberação dos materiais do recebimento passou a acontecer no máximo 8 horas após o seu recebimento, contra esperas superiores a 48 horas, e o giro de estoque aumentou de 1,8 para 2,4 giros, neste curto período, esperando-se atingir a casa dos 3,0 giros assim que melhorar a performance nos fornecedores quanto aos prazos de entregas.

Em face da prematuridade com que estas análises foram realizadas, as expectativas de se alcançar resultados bem mais significativos, não só no âmbito de minifábrica mas também para a unidade e para a corporação, são evidentes. Porém, o alcance dos objetivos do projeto implantado não deve ser considerado um ponto terminal mas, apenas, o cumprimento da primeira etapa de um processo contínuo. De nada servirão os esforços despendidos se não forem mantidas as condições ideais para o funcionamento do sistema e o seu máximo aproveitamento pela empresa.

7 - CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Os dados levantados através deste trabalho permitem que se chegue a algumas conclusões que não podem ser generalizadas, porém, não impossibilitam que possam ser vistas como fortes tendências dentro do atual contexto das indústrias localizadas fora dos grandes centros industriais no território brasileiro.

A empresa estudada, assim como outras, praticamente não tem definidas estratégias formais, o entendimento das estratégias competitivas e de manufatura concentra-se em uma minoria (dirigentes e executivos da alta gerencia) e, não necessariamente fazem parte do conteúdo da política da empresa. Existem entretanto programas de ações predominantemente na linha das estratégias competitivas, como por exemplo, o programa de implementação de procedimentos referentes à gestão da qualidade.

A integração entre a manufatura, unidade de negócios e a corporação é algo que formaliza-se no momento, em função das necessidades de abertura da economia brasileira e, vem trazendo boas perspectivas no tocante ao desenvolvimento de processos produtos e serviços, ou seja, sem contudo estarem sendo colocados como programas pertencentes a uma estratégia formal.

As mudanças pelas quais as empresas vêm passando provocam significativas mudanças nas atividades de planejamento e no conteúdo das funções na organização das mesmas. Como consequência destas mudanças, algumas atividades acabam absorvendo outras. Na empresa estudada, por exemplo, para a função PCP, além da logística industrial (controle de estoques, controle da produção e planejamento das necessidades de materiais), também estão agregadas as responsabilidades de compras, denominando-se "suprimentos".

A necessidade de se ter informações customizadas e os altos custos operacionais dos sistemas de grande porte (*mainframe*), aliados aos últimos desenvolvimentos na área da microinformática, aparentemente decretaram o fim do seu

uso. A maioria das empresas vem optando em implantar sistemas operacionalizados em rede de microcomputadores e com processamento descentralizado.

Muitas vezes, apesar de constatada a adequação de um ERP para uma determinado sistema produtivo, seu uso pode ficar comprometido por uma implantação deficiente. Particularmente nos sistemas apoiados por um *software* os números de insucessos na implantação não são muito animadores, reforçando-se então a necessidade de observação de uma série de pontos cruciais durante sua implantação. Dentre eles têm-se 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 da empresa estudada, o *software / hardware* utilizados e a acuidade dos dados do sistema.

Após a implantação, tudo o que de alguma maneira influencia o desempenho do sistema deve ser não só mantido mas constantemente atualizado e melhorado. Além disso, é intrínseco a um *software* a disponibilização periódica pelo fornecedor de novas versões a serem incorporadas, o que demanda eventuais customizações e revisões de procedimentos e a manutenção dos treinamentos.

Como sugestões para futuros trabalhos ou pesquisas, algumas questões que merecem um aprofundamento maior e que certamente vem em muito contribuir para o atingimento dos objetivos das estratégias empresariais, estão relacionadas abaixo:

- Quais as reais implicações dos sistemas ERP nas organizações?
- Como deve ser o gerenciamento das mudanças (*change management*) para viabilizar o ERP?
- O que e como medir os investimentos na implementação de um sistema ERP (*return of investment – ROI*)?
- Quais são os reais ganhos de competitividade para empresas e para as corporações que adotam um ERP?
- Os objetivos estratégicos da corporação ficaram melhor "alinhados" após a implementação de um ERP?

Com relação às atividades de PCP para as quais se convergiu o tema deste trabalho, entende-se que elas tem que estar sempre inseridas no contexto das estratégias de manufatura, reconhecendo-se que somente dessa maneira poderão agir como meios de

auxiliar a atingir os objetivos pré estabelecidos. A constante redução na utilização dos sistemas de grande porte (*mainframe*) na execução das atividades da empresa e a intenção de se trabalhar com sistemas menores, descentralizados e customizados, parecem ser reflexos da nova realidade industrial brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ABERNATHY, W. J. & CLARK, K. B., KANTROW, A. M. *The new industrial competition*. Harvard Business Review: 1981. p. 68 – 81.
- ADELSBERGER, H. & KANET, J. *The Leitstand – a new tool for Computer-Integrated Manufacturing*. Production and Inventory Management Journal, First Quarter, 1991.
- ANDERSEN CONSULTING *Reengenharia de Negócios – Seleção e Desenho Funcional de Sistemas Aplicativos*. São Paulo: Relatório Final, 1995. 252p.
- BURBIDGE, J. L. *Production Control: a universal conceptual framework*. Production Planning & Control, 1990. v. 1, n. 1 p. 3 – 16.
- BRITO, G. F. A. & PAROLIN, J. E. *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. São Paulo: Atlas, 1984. v. 2, 315p.
- CABRINI, S. L. & MAESTRELLI, N. C., VANALLE, R. M. *Preparação da produção (Modelo para processos de produção baseado na cultura Kaizen)*. Santa Barbara d'Oeste: EME, 1998. p. 162 – 171.
- CANO, W. *Reflexões sobre o Brasil e a nova (des)ordem internacional*. Campinas: Editora da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 1991. p. 13 - 48.
- CLARK, K. B. & HAYES, R. H. *Recapturing America's Manufacturing Heritage*. California Management Review, 1988. p. 09 – 33.
- CORRÊA, H. L. & GIANESI, I. G. N. *Just in Time, MRP II e OPT –Um enfoque estratégico*. São Paulo: Atlas, 1993. 186p.
- CORRÊA, H. L. & GIANESI, I. G. N. *Competitividade de Classe Mundial: Estratégias de Manufatura para a Competitividade e Gestão da Rede de Suprimentos*. São Paulo: Revista Politécnica, 1994. p. 65 – 69.
- CORRÊA, H. L. & GIANESE, I. G. N. & CAON, M. *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. São Paulo: Atlas, 1997. 361p.
- CSILLAG, J. M. *O significado do mundo do ganho*. São Paulo: Revista de administração de empresas, 1991. p. 61 – 68.

- DOOL, W. & VONDERENSE, J. *The Evolution of Manufacturing Systems: Towards the Post-Industrial Enterprise*. *Omega: The International Journal of Management Science*, 1991. v. 19, n. 5, p. 401 – 411.
- DRUCKER, P. E. *The coming of the new organization*. Harvard Business Review: 1988. p. 45 – 52.
- FAVARIN, M. L. & PIRES, S. R. I. *Prioridades competitivas da manufatura na indústria de autopeças*. Santa Barbara d'Oeste: EME, 1998, p. 191 – 201.
- FINE, C. H. & HAX, A. C. *Manufacturing Strategy: Methodology and all Illustration*. *Interfaces*, 1985. v. 15, n. 6, p. 28 – 45. *apud* PIRES, S. R. I. *Gestão Estratégica da Produção*. São Paulo: Editora Unimep, 1995. 269p.
- FLEURY, A. *Qualidade, Produtividade e Competitividade: Abordagem Comparativa entre França e Brasil*. São Paulo: Revista de Administração, 1994. v. 29, n. 2, p. 20–31.
- FLEURY, A. *Novas Tecnologias, Capacitação Tecnológica e Processo de Trabalho: Comparações entre o Modelo Japonês e o Brasileiro*. São Paulo: Revista de Administração, 1994. p. 33 – 47.
- FERRO, J. R. *O futuro da engenharia automotiva brasileira*. São Paulo: Revista Tecnologia Automotiva, 1999. Artigo técnico p. 04 – 05.
- FUSCO, J. P. A. *The true relationships between manufacturing strategy and the adoption of ISO 9000 series*. São Paulo: Revista de Administração de Empresas – FVG, 1994. p. 54 – 63.
- GEDANTE, S. S. *Como vencer os desafios da economia global*. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1994. 164p.
- GOES, J. E. L. *Desmistificando o planejamento estratégico*. São Paulo: ABIPEÇAS NOTÍCIAS, 1999. p. 6.
- GOLDRATT, E. M. *A Meta – Administração dos gargalos de produção*. São Paulo: IMAM, 1986. 221p.

- GUPTA, S. M. & BRENNAN, L. *Implementation of Just-in-time methodology in a small company. Production planning and control. European Journal of Operational Research*, v. 6, n. 4, 1995. p. 358 – 364.
- HAYES, R. H. & CLARK, K. B. *Why some factories are more productive than others. Harvard Business Review*: 1986. p. 66 – 73.
- HAYES, R. H. & JAIKUMAR, R. *Manufacturing's Crisis: New Technologies , Obsolete Organizatios. Harvard Business Review*: 1988. p. 77 – 85.
- HIRATA, H. & FERREIRA, C. G. & MARX, R. & SALERMO, M. S. *Alternativas Sueca, Italiana e Japonesa ao Paradigma Fordista: Elementos para uma Discussão sobre o Caso Brasileira. DS/IEA-USP; CNRS/Paris, França*: 1991. p. 157 – 177.
- HUMAITÁ, S. I. *Leitstand – Gerenciamento Fino da Produção. São Paulo: Revista Institucional*, 1995. p. 04 – 12.
- HUMPHREY, J. *Adaptando o "Modelo Japonês" ao Brasil. São Paulo: Revista de Administração*, 1990. p. 237 – 257.
- JAIKUMAR, R. *Postindustrial Manufacturing. Harvard Business Review*, November – December, 1986. p. 69 – 76. *apud PIRES, S. R. I. Gestão Estratégica da Produção. São Paulo: Editora Unimep*, 1995. 269p.
- JAQUETTO, E. J. & PIRES, S. R. I. *QDF: Como um instrumento de suporte a uma estratégia competitiva. Santa Barbara d'Oeste: EME*, 1998. p. 208 – 217.
- KOONTZ, H. & O'DONNELL, C. *Princípios de Administração. São Paulo: Livraria Pioneira Editora*, 1979. 506p.
- LEI, D. & SLOCUM JR, J. W. *Global Strategy, Competence-Building and Strategic Alliances. California Management Review*: 1992. p. 81 – 97.
- LINS, H. N. *A Reestruturação da economia mundial e o projeto neoliberal para o Brasil. São Carlos: Editora da UFSC*, 1992. p. 154 – 170.
- LUBBEN, R. T. *Just in Time – Uma estratégia Avançada de Produção. São Paulo: McGraw-Hill*, 1989. 302p.
- MACHLENE, A. M. & SCHOEPS, W. *Manual de Administração da Produção. Rio de Janeiro: Editora Campos*, 1989. vol. 1.

- MAYER, R. R. *Administração da produção*. São Paulo: Editora Atlas, 1972. v. 01, 388p.
- MAYER, R. R. *Administração da produção*. São Paulo: Editora Atlas, 1972. v. 02, 323p.
- NEVES, S. R. C. & VANALLE, R. M. *Uma relação entre a estratégia de produção e o PCP*. Santa Barbara d'Oeste: EME, 1998. p. 172 – 181.
- PIRES, S. R. I. *Gestão Estratégica da Produção*. São Paulo: Editora Unimep, 1995. 269p.
- PORTER, M. E. *Competitive Strategy*. New York: Free Press, 1980. *apud* PIRES, S. R. I. *Gestão Estratégica da Produção*. São Paulo: Editora Unimep, 1995. 269p.
- PORTER, M. E. *Competitive Advantage – Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press, 1985. 557p. *apud* PIRES, S. R. I. *Gestão Estratégica da Produção*. São Paulo: Editora Unimep, 1995. 269p.
- PORTER, M. E. *From Competitive Advantage to Corporate Strategy*. Harvard Business Review: 1987. p. 43 – 59.
- PORTER, M. E. *Vantagem competitiva – Criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Editora Campos, 1992. p. 01 – 186.
- PORTER, M. E. *Estratégia competitiva – Técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. Rio de Janeiro: Editora Campos, 1997. p. 49 – 61; 130 – 184.
- QUINN, J. B. et al *The Strategic Process – Concepts, Contexts and Cases*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall International, 1988. 998p. *apud* PIRES, S. R. I. *Gestão Estratégica da Produção*. São Paulo: Editora Unimep, 1995. 269p.
- REIMER, G. *Material Requirements Planning and Theory of Constraints: can they coexist? A case study*. Texas: Production and Inventory Management Journal, 1991.
- SÁ, C. *Excellence in action*. São Paulo: Symnetics Informática Industrial, 1998. 08p.
- SALERMO, M. S. *Trabalho e organização na empresa industrial integrada e flexível*. São Paulo: Artigo - Escola Politécnica da USP, 1991. p. 54 – 74.
- SARKIS, J. *Production and Inventory Control Issues in Advanced Manufacturing*. University of Texas at Arlington: 1991. v. 32, n. 1
- SEMLER, R. *Virando a Própria Mesa*. São Paulo: Editora Best Seller, 1988. 2744p.

- SILVA, A. V. *Sistemas de indicadores de produtividade e desempenho*. São Paulo: Revista Tecnologia Automotiva, 1997. 18p.
- SKINNER, W. *Manufacturing – Missing Link in Corporate Strategy*. Harvard Business Review: 1969. p. 136 – 144.
- SKINNER, W. *The Focused Factory*. Harvard Business Review, 1974. p. 113 – 121.
- SIMON, A. T., AGOSTINHO, O. L. *Estágios de passagem da Estrutura Convencional para a Flexível*. São Paulo: Revista Máquinas e Metais, 1994. p. 164 – 197.
- SOLVANY, M. A. & BASCARIOLI, N. *Just in time – Na prática, uma experiência bem sucedida*. São Paulo: 1994. 242p.
- SPENCER, M. *Using "The Goal" in na MRP System*. Production and Inventory Management Journal, Fourth Quarter, 1991.
- SPENCER, M. & COX, J. *Optimum production technology (OPT) and the theory of constraints (TOC): analysis and genealogy*. International Journal of Production Research, 1995. v. 33, n. 6.
- TAUILE, J.R. *Flexibilidade dinâmica, cooperação e eficiência econômica: anotações*. São Paulo: Revista de Economia Política, 1994. v.14. p. 85-99.
- UMEBAYASHI, E. T. & PEREIRA, N. A. *A utilização de jogos de empresas como instrumento de ensino da gestão da produção*. Santa Barbara d'Oeste: EME, 1998. p. 129 – 136.
- WEIDMANN A. & SCHULZ, H. *Production Engineering – Processes of Small-lot and Single Unit Production*. Alemanha: Technical University Darmstadt, 1996. p. 135 – 140.
- WHARTON, T. & REID, R. *Manufacturing Planning and Control: How well ar we doing?* Production and Inventory Management Journal, Third Quarter, 1991.
- WHEELWRIGHT, S. C. *Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link*. Harvard Business Review: Strategic Management Jornal, 1984. v. 5, p. 77 – 91.
- WOMACK, J. P. & JONES, D. T. & ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. São Paulo: Editora Campos, 1992. 312p.