

UTILIZAÇÃO DO MRP COMO FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO E CONTROLE
DA PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS –
ESTUDO DE CASO

Vinicius Rodrigues Esteves

MONOGRAFIA SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DE CURSO DE ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PRODUÇÃO.

Aprovada por:

Prof. Rodrigo Martins Brum

Prof. Eduardo Breviglieri Pereira de Castro, D.Sc.

Prof. Marcos Martins Borges, D.Sc.

JUIZ DE FORA, MG - BRASIL

JULHO DE 2007

ESTEVES, VINICIUS RODRIGUES

Utilização do MRP como Ferramenta para
o Planejamento e Controle da Produção em
uma Indústria de Embalagens Plásticas
Flexíveis – Estudo de Caso

[Juiz de Fora] 2007

X, 63. 29,7 cm (EPD/UFJF, Graduação,
Engenharia de Produção, 2007)

Monografia – Universidade Federal de Juiz
de Fora, Departamento de Engenharia de
Produção.

1. Planejamento e Controle da Produção
2. MRP / MRP II

I – EPD/UFJF II – Título (Série)

“Não basta ter belos sonhos para realizá-los. Mas ninguém realiza grandes obras se não for capaz de sonhar grande. Podemos mudar o nosso destino, se nos dedicarmos à luta pela realização de nossos ideais. É preciso sonhar, mas com a condição de crer em nosso sonho; de examinar com atenção a vida real; de confrontar nossa observação com nosso sonho; de realizar escrupulosamente, nossa fantasia. Sonhos, acredite neles.” (Lenin)

Dedico este trabalho aos meus pais, que acreditaram e continuam acreditando em meus sonhos, lutando junto comigo para que eu consiga realizá-los.

AGRADECIMENTOS

À Deus, presente em todos os momentos de minha vida;

À minha família, meu Pai, minha Mãe e minha irmã, que estiveram ao meu lado durante esta jornada sempre me dando forças para alcançar meus objetivos;

À Universidade Federal de Juiz de Fora;

Ao Professor Rodrigo Brum, orientador e amigo, pela disponibilidade em aceitar orientar este trabalho e em transmitir seus conhecimentos;

Aos professores Clóvis Neumann e Cândida Bosich, pelo auxílio de grande importância durante a realização deste trabalho, pela paciência e conhecimentos transmitidos;

Aos professores Eduardo Breviglieri e Marcos Borges, pela participação na banca e pelas sugestões e colaborações dadas no sentido de melhorar este trabalho;

Aos demais professores do curso pelo conhecimento transmitido durante os anos de graduação, em especial aos professores do departamento de engenharia de produção;

À diretoria da empresa pelo total apoio e pela confiança depositados na realização deste trabalho.

Aos funcionários da empresa onde foi realizado o trabalho pela colaboração;

Aos amigos do XV de Produçicaba, pelo apoio e alegria;

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho o meu muito obrigado;

Resumo da monografia apresentada à Coordenação de Curso de Engenharia de Produção como parte dos requisitos necessários para a graduação em Engenharia Produção.

UTILIZAÇÃO DO MRP COMO FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO E CONTROLE
DA PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS –
ESTUDO DE CASO

Vinicius Rodrigues Esteves

Julho/2007

Orientador: Rodrigo Martins Brum

Curso: Engenharia de Produção

O advento das tecnologias computacionais e a globalização do comércio têm provocado mudanças nos sistemas produtivos das empresas, acirrando a concorrência independentemente do setor no qual estas empresas se encontram. A fim de ganhar competitividade, muitas empresas têm modificado suas técnicas de gerir a produção, o que está se tornando um diferencial. Os clientes, atualmente, esperam cada vez mais produtos de alta qualidade a preços mais baixos e com entrega mais rápida. Algo que tem contribuído sistematicamente na melhoria de tais técnicas é a implantação e utilização de sistemas de Planejamento e Controle da Produção. O presente trabalho apresenta um estudo de caso realizado em uma empresa, no setor de embalagens plásticas, e tem por objetivo a análise da utilização de um sistema de planejamento e controle de produção, o MRP (*Material Requirements Planning* – Planejamento das Necessidades de Material), que visa à otimização do sistema produtivo através do cálculo correto das necessidades de material e através da redução dos atrasos de entrega de pedido. Os benefícios adquiridos pela empresa com a utilização deste sistema foram identificados e os resultados apresentados mostraram que a empresa obteve um ganho de competitividade ante suas concorrentes.

Palavras-chave: Sistema Produtivo, Planejamento e Controle da Produção, Sistemas MRP/MRP II, Competitividade.

Abstract of monograph presented to Department of Production Engineering as a partial fulfillment of the requirements for the undergraduate degree.

UTILIZATION OF THE MRP AS TOOL FOR PRODUCTION PLANNING AND CONTROL IN
AN FLEXIBLE PLASTIC PACKING INDUSTRY – CASE STUDY

Vinicius Rodrigues Esteves

July/2007

Advisors: Rodrigo Martins Brum

Department: Production Engineering

The advent of computational technologies and the commerce globalization have motivated changes in the companies' productive systems, making the competition more intense irrespective of the sector in which these companies are. In order to gain competitiveness, many companies have modified their techniques to manage the production, what is becoming a differential. The customers, nowadays, expect products of higher quality lower prices and quicker delivering. Something that has systematically contributed for the improvement of such techniques is the introduction and use of Production Planning and Control systems. The present work shows a case study held in a company, of the plastic packing sector, and it has as goal the production planning and control system use analysis, the MRP (Material Requirements Planning), which aims to the optimization of the productive system through the correct calculation of the material requirements and through the reduction of the delivery request delays. The benefits acquired by the company with the use of this system had been identified and the presented results had shown that the company got a competitiveness gain up against competitors.

Key-words: Productive System, Production Planning and Control, MRP/MRP II Systems, Competitiveness.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2. OBJETIVOS	1
1.2. JUSTIFICATIVAS	2
1.3. ESCOPO DO TRABALHO	2
1.4. METODOLOGIA	2
CAPÍTULO II – O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO E OS SISTEMAS MRP/MRP II	4
2.1. OS SISTEMAS PRODUTIVOS	4
2.1.1. Classificação de Sistemas Produtivos	5
2.2. A ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES	8
2.3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	9
2.3.1. O Planejamento Estratégico da Produção	10
2.3.2. O Planejamento Agregado da Produção	12
2.3.3. Programa Mestre de Produção	14
2.3.4. Controle das Atividades de Produção	15
2.4. SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	16
2.5. SISTEMAS MRP/MRP II	19
2.5.1. Conceitos usados no MRP	20
2.5.2. Princípio Básico de Funcionamento do MRP	21
2.5.3. MRP II	23
2.5.4. Pontos Fundamentais do Sistema MRP/MRP II	26
CAPÍTULO III – DESCRIÇÃO DO SETOR DE EMBALAGENS PLÁSTICAS, DA EMPRESA E DO PROCESSO PRODUTIVO	28
3.1. EVOLUÇÃO DA EMBALAGEM	28
3.2. O SETOR DE EMBALAGENS PLÁSTICAS	29
3.3. A EMPRESA	34
3.4. PROCESSO PRODUTIVO	35
3.4.1. Extrusão	36
3.4.2. Impressão	37
3.4.3. Corte e Solda	39

3.4.4. Rebobinadeira	39
3.4.5. Acabamento	39
CAPÍTULO IV – IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA MRP	40
4.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	40
4.2. IDENTIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO	41
4.3. O SISTEMA MRP UTILIZADO.....	45
4.3.1. Dados Necessários ao Sistema MRP Utilizado.....	46
4.3.2. Funcionamento do Sistema MRP Utilizado.....	48
4.4. RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA MRP.....	55
CAPÍTULO V – CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de Sistema de Produção	5
Figura 2 – Visão histórica do desenvolvimento do PCP	10
Figura 3 – Desenvolvimento de Estratégias no Planejamento Estratégico	11
Figura 4 – O MPS no sistema de PCP	14
Figura 5 – Aplicação dos sistemas de acordo com as variáveis	19
Figura 6 – Relações entre itens “pais” e itens “filhos”	21
Figura 7 – Princípio Básico de Funcionamento do MRP	22
Figura 8 – O Sistema MRP	22
Figura 9 – Fluxograma de Funcionamento do MRP II	24
Figura 10 – Gráfico do Faturamento do Setor em 2006 (em milhões de R\$)	30
Figura 11 – Gráfico de Empregos Formais no Setor em 2006	30
Figura 12 – Gráfico do Volume de Exportação do Setor em 2006	31
Figura 13 – Gráfico do Número de Empresas do Setor de Transformação de Material Plástico 2001 - 2005	32
Figura 14 – Gráfico dos Índices de Variação do Consumo Aparente de Transformados Plásticos 2001 - 2006.....	32
Figura 15 – Gráfico da Variação no Faturamento da Indústria do Plástico 2001 – 2006 (em R\$ Milhões)	33
Figura 16 – Gráfico da Segmentação do Mercado do Plástico Setorial – 2006	34
Figura 17 – Fluxograma do Processo Produtivo	36
Figura 18 – Máquina Extrusora de Resina Plástica	37
Figura 19 – Impressora Flexográfica de 8 Cores	38
Figura 20 – Fluxograma de Funcionamento do Sistema	49
Figura 21 – Módulo de Programação do Pedido	51
Figura 22 – Módulo de Controle de Chão de Fábrica	52
Figura 23 – Módulo de Análise da Capacidade do Setor de Extrusão	53
Figura 24 – Arquivo Situação do Estoque de Matéria-Prima	54
Figura 25 – Módulo de Calculo das Necessidades de Material	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre os Sistemas Produtivos Classificados Segundo o Tipo de Operações	7
Tabela 2 – Diferentes Classificações de Sistemas Produtivos	8
Tabela 3 – Descrição das Áreas de Decisão no Planejamento Estratégico da Produção	12
Tabela 4 – Informações Necessárias a um Plano Agregado de Produção	13
Tabela 5 – Regras de Seqüenciamento	15
Tabela 6 – Resumo das Características dos três SAP's mais Conhecidos	18
Tabela 7 – Participação do Setor Plástico no PIB Nacional (%)	33
Tabela 8 – Estratégia Competitiva da Empresa	42
Tabela 9 – Atividades de PCP Realizadas na Empresa	43
Tabela 10 – Resultados Obtidos pelo Questionário 2 antes da Utilização do Sistema	44
Tabela 11 – Produtividade Média das Máquinas	47
Tabela 12 – Resultados Obtidos pelo Questionário 2 após a Utilização do Sistema	56
Tabela 13 – Comparação entre os ICP's antes e após a Utilização do Sistema MRP	57

Capítulo I

INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Através do processo de globalização somado ao advento das tecnologias computacionais, as empresas têm experimentado mudanças nos seus sistemas produtivos e tais mudanças têm se tornado necessárias para manter a competitividade.

Com a entrada de produtos industrializados vindos de outros países no mercado nacional, tendo início no princípio da década de 90, os consumidores passaram a exigir das empresas produtos e processos compatíveis com aqueles fabricados e utilizados por empresas internacionais.

Os consumidores passaram a exigir maior qualidade, maior produtividade, maior variabilidade aliadas a um menor custo e a um menor tempo de entrega. Corrêa e Giansi (1993) afirmam que num ambiente em que a competição é crescente, o cumprimento de prazos ganha importância e, ao mesmo tempo, os altos custos da manutenção de estoques (custos financeiros e outros, como os custos decorrentes da capacidade de os estoques mascararem ineficiências do processo) sugerem uma busca pela redução de seus níveis pelas empresas.

Para atender a nova necessidade do mercado, criada por meio da globalização do comércio, as empresas com processos produtivos com baixa produtividade tiveram de otimizar seus processos e buscar novas técnicas gerenciais para manter a competitividade de seu negócio.

Vollmann *et al.* (2006, 28) dizem que “para ser uma competidora no mercado atual, as empresas precisam de sistemas de PCP que tenham a habilidade de determinar, transmitir, revisar e coordenar necessidades através de um sistema global da cadeia de suprimentos”.

Indo ao encontro a esta nova realidade, a empresa objeto deste estudo de caso buscou utilizar uma ferramenta de planejamento e controle de produção, o MRP, para estruturar seu processo produtivo e, por conseguinte, aumentar sua competitividade.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é analisar a utilização do MRP como ferramenta para o Planejamento e Controle de Produção em uma indústria, identificando de que forma esta utilização auxiliou no aumento da competitividade da empresa.

1.3. JUSTIFICATIVAS

A aplicação do MRP na empresa se justifica pela grande preocupação de entregar o produto ao cliente com qualidade, na data esperada e ao menor custo possível; onde a qualidade e a data esperada são exemplos de fatores agregadores de valor ao produto. Portanto, visto que o MRP deve otimizar os recursos, diminuindo *lead times*, reduzindo perdas e melhorando o seqüenciamento de pedidos, fazendo com que os prazos sejam cumpridos, o presente trabalho, sob o aspecto empresarial, contribuiu para empresa na busca de uma maior competitividade no mercado.

1.4. ESCOPO DO TRABALHO OU CONDIÇÕES DE CONTORNO

O presente trabalho é um estudo realizado em uma empresa de pequeno porte no setor de embalagens plásticas situada na cidade de Juiz de Fora, uma cidade onde se destaca a presença de pequenas e médias empresas de estrutura semelhante à empresa objeto deste estudo. A pedido da empresa seu nome não será citado neste trabalho.

Foi definido para este trabalho que somente o estoque referente às resinas de polietileno e polipropileno será controlado pelo sistema devido ao fato de tais resinas serem matéria-prima para todos os produtos fabricados na empresa.

1.5. METODOLOGIA

A partir da identificação da necessidade que a empresa possuía de controlar melhor seus recebimentos e quantidades de matéria-prima e de controlar melhor seus prazos de produção foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o planejamento e controle de produção e sobre os sistemas de administração de produção para uma contextualização do assunto. Tal pesquisa foi realizada em livros, artigos publicados em anais, revistas e sites e em trabalhos realizados sobre o mesmo tema proposto, através de consultas a monografias, dissertações e teses. Essa etapa foi de suma importância para compreender o que já foi estudado sobre o assunto e dar ao trabalho uma abordagem atualizada.

Paralelamente a etapa anterior, foi realizada uma coleta de dados e pesquisas com os encarregados de cada setor e com os supervisores para saber quais seriam os objetivos principais do sistema a ser utilizado, pois, uma vez determinados estes objetivos, poder-se-ia pesquisar qual dos sistemas de PCP atenderia as necessidades da empresa.

Durante esta etapa foram distribuídos aos encarregados de cada setor (extrusão, impressão, corte e acabamento) e aos supervisores questionários a fim de compreender as

necessidades do PCP da empresa. Após o preenchimento dos questionários foi elaborado um relatório com os resultados, que serão detalhados no decorrer do trabalho.

Ainda durante esta etapa, foi realizada uma coleta de dados sobre o cumprimento de prazos de entrega de produção, necessidade já identificada anteriormente, a fim de se conhecer a situação prática deste problema e usar tais dados para uma análise comparativa do sistema produtivo após a utilização do sistema.

De posse dos objetivos principais que o sistema deveria atingir, foi realizado um estudo teórico sobre o sistema MRP, sistema este que foi definido como o que melhor atenderia às necessidades da empresa segundo os objetivos determinados na etapa anterior.

Após o estudo realizado na etapa anterior foram coletados os dados que dariam sustentação ao MRP. Para que o sistema seja realmente efetivo e possa ser aplicável era necessário ter uma base de dados acurados. Os dados foram obtidos por processos de medição, consulta e observação, ocorrida nos meses de setembro de 2006.

Por meio de medição foram coletados dados sobre a capacidade de produção de cada máquina e o tempo de *setup* de cada máquina em todos os setores da empresa, ou seja, extrusão, impressão, corte e acabamento. Através de consulta aos fornecedores foi estabelecido os *lead times* de entrega de matérias-primas.

Os dados coletados na etapa anterior foram trabalhados e inseridos em uma planilha eletrônica, desenvolvendo-se um sistema MRP que atendesse às necessidades da empresa. Esta etapa contou com uma capacitação dos encarregados e supervisores sobre o procedimento operacional padrão para a utilização do sistema MRP. A implantação do sistema ocorreu no mês de outubro de 2006 e a utilização do sistema, sob avaliação, ocorreu durante os meses de novembro e dezembro do mesmo ano.

Em seguida foram coletados dados, durante o mês de dezembro de 2006, no setor de expedição, sobre as datas de expedição de cada pedido naquele período para o cálculo dos índices de avaliação do desempenho. Além desses dados, o mesmo questionário preenchido pelos encarregados dos setores e pelos supervisores na etapa de identificação dos objetivos do sistema, foi novamente preenchido para que houvesse uma comparação entre a situação anterior e a atual.

Após os dados citados acima terem sido trabalhados foi realizada uma análise sobre a utilização do MRP na empresa e de que forma a implantação e utilização deste sistema contribuiu para um ganho de competitividade por parte da empresa ante as suas concorrentes.

Dos estudos, dados, resultados e análises foi elaborado o relatório final de trabalho de conclusão de curso, com todo o conteúdo pertinente ao desenvolvimento, justificativas e conclusões do estudo.

Capítulo II

O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO E OS SISTEMAS MRP/MRP II

2.1. OS SISTEMAS PRODUTIVOS

A função produção está relacionada às atividades que tem por finalidade a produção de bens e serviços. Segundo Tubino (1997, pág.19) “a essência da função de produção consiste em adicionar valor aos bens ou serviços durante o processo de transformação”. De uma forma geral pode-se dizer que a função de produção trata-se do ato intencional de produzir algum bem.

Tal função é utilizada dentro de um sistema produtivo, ou como alguns autores denominam, sistema de produção, que segundo Harding (1981) é o conjunto de partes inter-relacionadas, as quais, quando ligadas, atuam de acordo com padrões estabelecidos sobre *inputs* (entradas) no sentido de produzir *outputs* (saídas).

A figura 1 ilustra um modelo de sistema de produção, ou sistema produtivo, com sua descrição apresentada a seguir:

Um sistema de produção recebe insumos na forma de materiais, pessoal, capital, serviços públicos e informação. Esses insumos são modificados num subsistema de transformação para os produtos e serviços desejados, denominados produtos. Uma parcela do produto é monitorada num subsistema de controle para determinar se é aceitável em termos de quantidade, custo e qualidade. Se o produto for aceitável, nenhuma mudança será necessária no sistema; caso contrário, será necessário uma ação corretiva por parte da administração. O subsistema de controle assegura o desempenho do sistema ao fornecer *feedback* aos gerentes para que possam tomar ações corretivas. (GAITHER & FRAZIER, 2001, pág. 14)

Em um sistema produtivo ocorre a transformação de um insumo ou entrada no sistema, que pode ser na forma de material, pessoal, capital, serviços públicos e informação, em uma saída desse sistema, criando um produto, tangível (bens de consumo) ou intangível (bens de serviço).

Como pode-se observar na figura 1, são indicados dois tipos de saídas do sistema de produção, um que é tratada no gerenciamento do sistema produtivo, que são os produtos diretos, e outra que não é, por vezes, considerada quando estuda-se tais sistemas, que são a geração de impostos, aquecendo a economia, a remuneração e salário dos funcionários, que injetam poder de consumo no mercado, desenvolvimento tecnológico, que é geralmente

fruto de estudos e pesquisar nos processos aplicados em um sistema de produção, impacto ambiental, que pode ser tanto positivo quanto negativo, e o impacto sobre a sociedade e sobre os empregados.

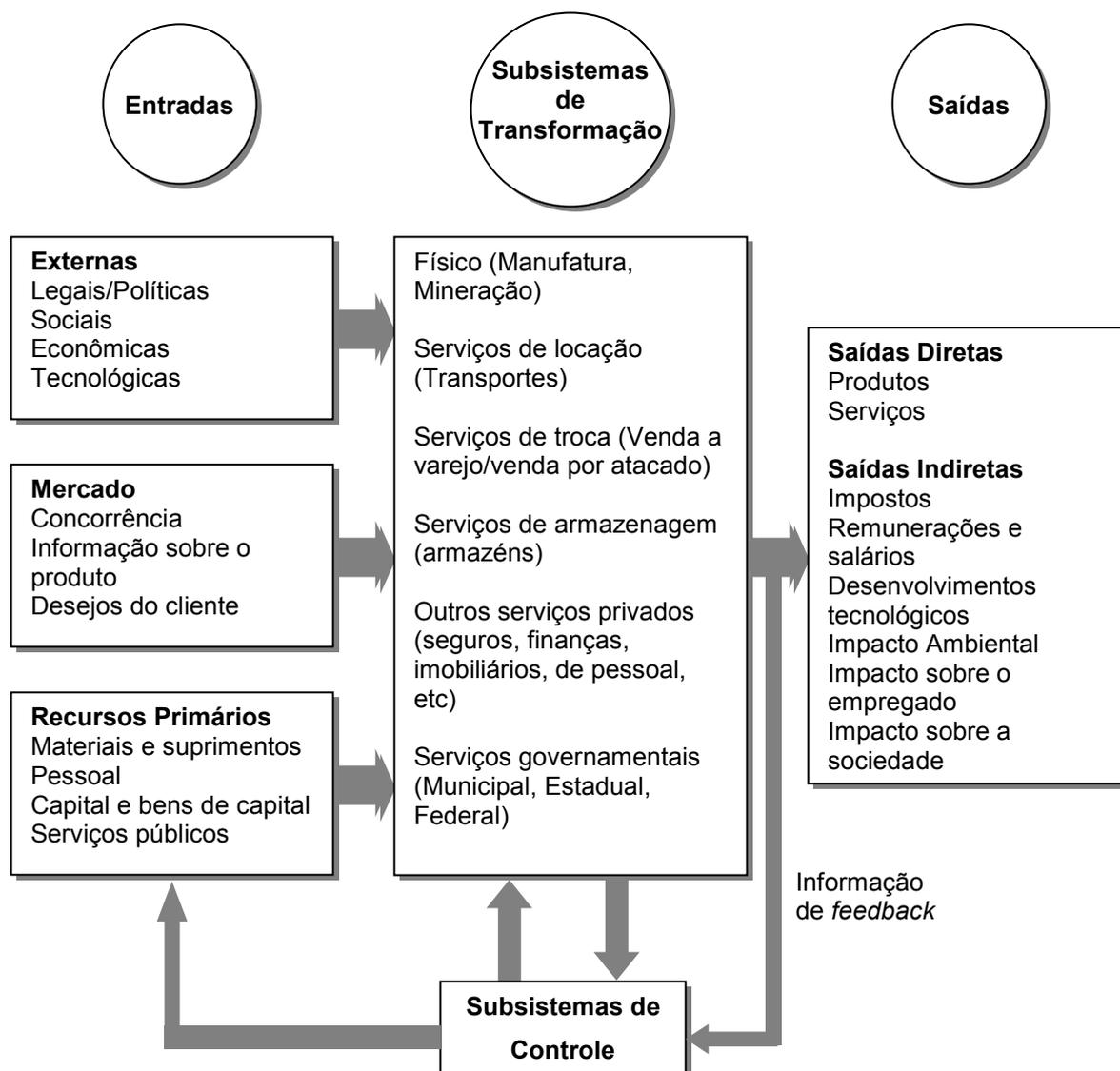


Figura 1 – Modelo de Sistema de Produção

Fonte: GAITHER & FRAZIER, 2001, pág. 15

2.1.1. Classificação de Sistemas Produtivos

Neste trabalho serão apresentadas as classificações que, de acordo com Tubino (1997), são mais conhecidas. Os sistemas produtivos são classificados segundo o seu grau de padronização, pelo tipo de operação aplicada no sistema produtivo e pela natureza do produto.

a) Grau de padronização

Quanto ao grau de padronização os sistemas se classificam como sistemas que produzem produtos padronizados e produtos sob medida (TUBINO, 1997).

O sistema de produtos padronizados é caracterizado pelo alto grau de uniformidade entre seus produtos; uma produção em grande escala, onde os métodos, máquinas, funcionários, materiais e controle são padronizados a fim de ser um sistema eficiente e reduzir os custos. Normalmente é um sistema que apresenta clientes com a expectativa de encontrar o produto em estoque quando necessitam.

O sistema de produto sob medida não produz para estoque, pois seu cliente é específico, os lotes geralmente são unitários. Por produzir em menor quantidade, tal sistema tem dificuldade em padronizar métodos, o que faz com que seus produtos tenham um custo maior de produção.

b) Tipo de operações

Sob o aspecto do tipo de operação os sistemas se classificam em sistemas de produção com processos contínuos e processos discretos, sendo que este último se sub-classifica em sistemas repetitivos em massa, repetitivos em lote e por projeto. De acordo com Tubino (1997, pág. 27) “essa classificação está associada ao grau de padronização dos produtos e ao volume de produção demandada”. Uma outra diferenciação entre estes dois tipos de processos é a seguinte:

Os processos contínuos envolvem a produção de bens ou serviços que não podem ser identificados individualmente, e os processos discretos envolvem a produção de bens ou serviços que podem ser isolados, em lotes ou unidades, cada lote ou produto podendo ser identificado individualmente em relação aos demais. (TUBINO, 1997, pág. 28)

Os sistemas de processos contínuos possuem alta uniformidade da produção e demanda e seus processos produtivos possuem alto grau de automação, o que faz com que tal sistema produtivo necessite de altos investimentos nas instalações. Outra característica de tal sistema é possuir baixa ou nenhuma flexibilidade de produção (TUBINO, 1997).

Dentre os sistemas de processos discretos, segundo o mesmo autor, os processos repetitivos em massa são caracterizados por uma produção em grande escala de produtos altamente padronizados, onde suas demandas apresentam-se estáveis. Tal processo possui uma estrutura altamente especializada e pouco flexível.

Já os processos repetitivos em lote são identificados através de uma produção de um volume médio, onde cada lote tem um roteiro de produção distinto a ser programado, obrigando o sistema a possuir uma estrutura relativamente flexível com equipamentos pouco especializados e mão-de-obra polivalente. Outra característica do sistema de processo repetitivo em lote é apresentar uma demanda flutuante (TUBINO, 1997).

A terceira sub-classificação do sistema produtivos por processo discreto, ainda de acordo com o classificação apresentada por Tubino (1997), é o processo por projeto, onde tal sistema atende uma necessidade específica do cliente, com cada produto possuindo uma data para conclusão e a cada produto existe um novo projeto. O sistema de processo por projeto possui alta flexibilidade o que aumenta o *mix* de serviços oferecidos aos clientes, porém apresenta uma alta ociosidade se a demanda por determinada tarefa não ocorrer.

A tabela 1 apresenta uma comparação entre os sistemas produtivos classificados pelos processos empregados durante a transformação dos insumos em saídas do sistema.

Tabela 1 – Comparação entre os Sistemas Produtivos classificados segundo o tipo de operações

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

Fonte: TUBINO, 1997, pág. 29

c) Natureza do produto

Com relação à natureza do produto advindo do sistema produtivo pode-se classificar tais sistemas como os geradores de bens ou serviços. Tubino (1997, pág 29) afirma que:

Quando o produto fabricado é algo tangível, como um carro, uma geladeira ou uma bola, podendo ser tocado e visto, diz-se que o sistema de produção é uma manufatura de bens. Por outro lado, quando o produto gerado é intangível, podendo apenas ser sentido, como uma consulta médica, um filme ou transporte de pessoas, diz-se que o sistema de produção é um prestador de serviços.

Apesar de neste trabalho serem apresentadas as classificações acima, existem várias formas de classificações para os sistemas produtivos, como pode-se observar na tabela 2.

Tabela 2 – Diferentes Classificações de Sistemas Produtivos

Quanto a	Tipo (Exemplo/Características)
Quantidade	<ul style="list-style-type: none"> - Produção unitária (artigos todos diferentes) - Produção em lotes (grande variedade de artigos) - Fabricação em série (pequena variedade de artigos) - Fabricação em massa (nenhuma variedade de artigos)
Implantação	<ul style="list-style-type: none"> - Fixa (produção de produtos de grandes dimensões; navios, aviões, etc... - Funcional ou por processo - "GT" - Células de tecnologia de grupo - Linha ou por produto - Sistemas de fabricação flexível
Destino dos produtos	<ul style="list-style-type: none"> - Por encomenda (procura incerta, produção condicionada às encomendas) - Para inventário de produtos acabados (procura previsível) - Montagem por encomenda (procura previsível)
Natureza dos produtos	<ul style="list-style-type: none"> - De produto (peças, componentes e produtos desmontáveis) - De processo (produtos tais como químicos e siderúrgicos)
Natureza dos fluxos de materiais	<ul style="list-style-type: none"> - Intermitente (produção em série) - Contínua (produção em massa) - Por projecto

Fonte: <ww2.estg.ipleiria.pt/~cvieira/Processos2.pdf> (Acesso em: novembro/2006)

2.2. A ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES

Segundo Moreira (1996) a administração da produção e operações é a ciência responsável pelo estudo dos conceitos técnicos e das técnicas utilizadas no auxílio à tomada de decisão na função de produção, quando se tratar de empresas industriais ou operações, quando se tratar de empresas de serviço.

Na mesma forma de pensamento, Monks (1987) define o termo administração da produção como sendo a capacidade de reunir insumos, materiais, capacidade e conhecimento disponível, de acordo com um determinado plano, a fim de que o trabalho seja programado e controlado para produzir os bens e serviços exigidos, de forma a atender os objetivos.

A administração da produção e operações é a forma de gerir os recursos de um sistema produtivo para alcançar os objetivos e metas estabelecidas no plano estratégico da empresa, reunindo todas as suas potencialidades em busca de tal fim.

O profissional responsável por exercer tal função em uma empresa, ou seja, reunir os insumos necessários para transformar uma determinada entrada no sistema de produção

em um bem, sendo este produto ou serviço, é o gerente de produção, cujas responsabilidades, segundo Slack *et al.* (1996) apud Souza (2003, pág. 06), se dividem em diretas e indiretas, sendo as diretas:

- Entender os objetivos estratégicos da produção;
- Desenvolver uma estratégia de produção para a organização;
- Desenhar produtos, serviços e processos de produção;
- Planejar e controlar a produção;
- Melhorar o desempenho da produção.

Dentre as responsabilidades indiretas, destacam-se as seguintes:

- Informar aos outros departamentos da empresa sobre as oportunidades e as restrições fornecidas pela capacidade instalada de produção;
- Discutir com os outros departamentos da empresa sobre como os planos de produção e os demais planos da empresa podem ser modificados para benefício mútuo;
- Encorajar os outros departamentos da empresa a dar sugestões para que a função produção possa prestar melhores serviços aos demais departamentos da empresa.

2.3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O planejamento e controle de produção é um sistema que comanda tarefas de produção, congregando informações que após processadas, serão distribuídas aos setores envolvidos. Um bom sistema de planejamento e controle da produção tem entre suas funções primordiais otimizar o uso dos recursos produtivos, proporcionar fluidez à produção e auxiliar a manter a eficiência em níveis condizentes com os exigidos pela demanda e pela concorrência.

Tubino (1997, pág. 23) descreve a relação entre o Planejamento e Controle da Produção e o Sistema Produtivo:

Em um sistema produtivo, ao serem definidas suas metas e estratégias, faz-se necessário formular planos para atingi-las, administrar os recursos humanos e físicos com base nesses planos, direcionar a ação dos recursos humanos sobre os físicos e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios. No conjunto de funções dos sistemas de produção aqui descritos, essas atividades são desenvolvidas pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP).

Zaccarelli (1986) afirma que o planejamento e controle da produção são funções inter-relacionadas com o objetivo de comandar o processo produtivo e integrá-lo com os demais setores da empresa.

É o planejamento e controle da produção que vai determinar o que, quanto, como, onde, quando e quem irá produzir, sendo a fase de planejamento responsável por determinar os planos, ou seja, o que deverá ser feito e a fase de controle por comparar o que foi feito com o que foi planejado.

A figura 2 apresenta o desenvolvimento do PCP na história. Na década de 70 houve um impulso para mudar os métodos informais de PCP para os sistemas computadorizados. Após esse desenvolvimento formal e computadorizado dos planos de produção ocorreu uma busca por novos processos e práticas, otimizadas, fazendo com que surgissem então sistemas de PCP que se adaptassem a elas. Na terceira fase, iniciada na década de 90, começou um novo processo de formalização dos métodos, criando-se sistemas de PCP compatíveis com os novos métodos e práticas implementados, como o caso do ERP.

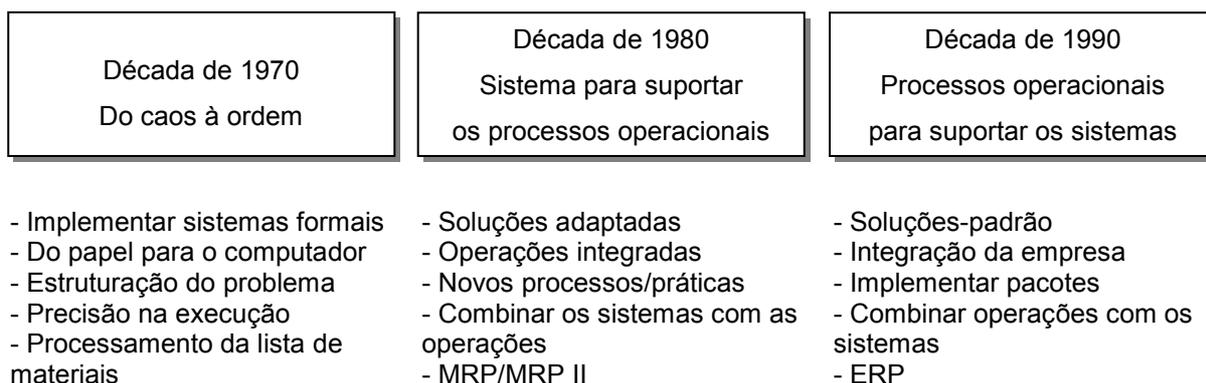


Figura 2 – Visão histórica do desenvolvimento do PCP

Fonte: VOLLMANN et al., 2006, pág. 608

2.3.1. O Planejamento Estratégico da Produção

O planejamento estratégico de produção é a elaboração de um plano de produção que se realizará em um determinado período. Geralmente o planejamento estratégico de produção é determinado para o longo prazo.

Segundo afirma Tubino (1997, pág. 33)...

...o planejamento estratégico busca maximizar os resultados das operações de modo a reduzir os riscos nas tomadas de decisões das empresas. O

impacto de suas decisões visa garantir o atendimento de sua missão que é a razão de ser da empresa. Para efetuar um planejamento estratégico, a empresa deve entender o limite de suas forças e habilidades no relacionamento com o meio ambiente, de maneira a criar vantagens competitivas em relação à concorrência, aproveitando-se de todas as situações que lhe trouxerem ganhos.

É dentro desta fase de planejamento que são estabelecidas a missão corporativa e as estratégias da organização, como mostra a figura 3. Gaither e Frazier (2001, pág. 38) definem missão corporativa como...

...um conjunto de metas de longo prazo únicas para cada organização e que inclui declarações sobre o tipo de negócio em que a empresa quer estar, quem são seus clientes, suas convicções básicas a respeito dos negócios e suas metas de sobrevivência, crescimento e lucratividade.

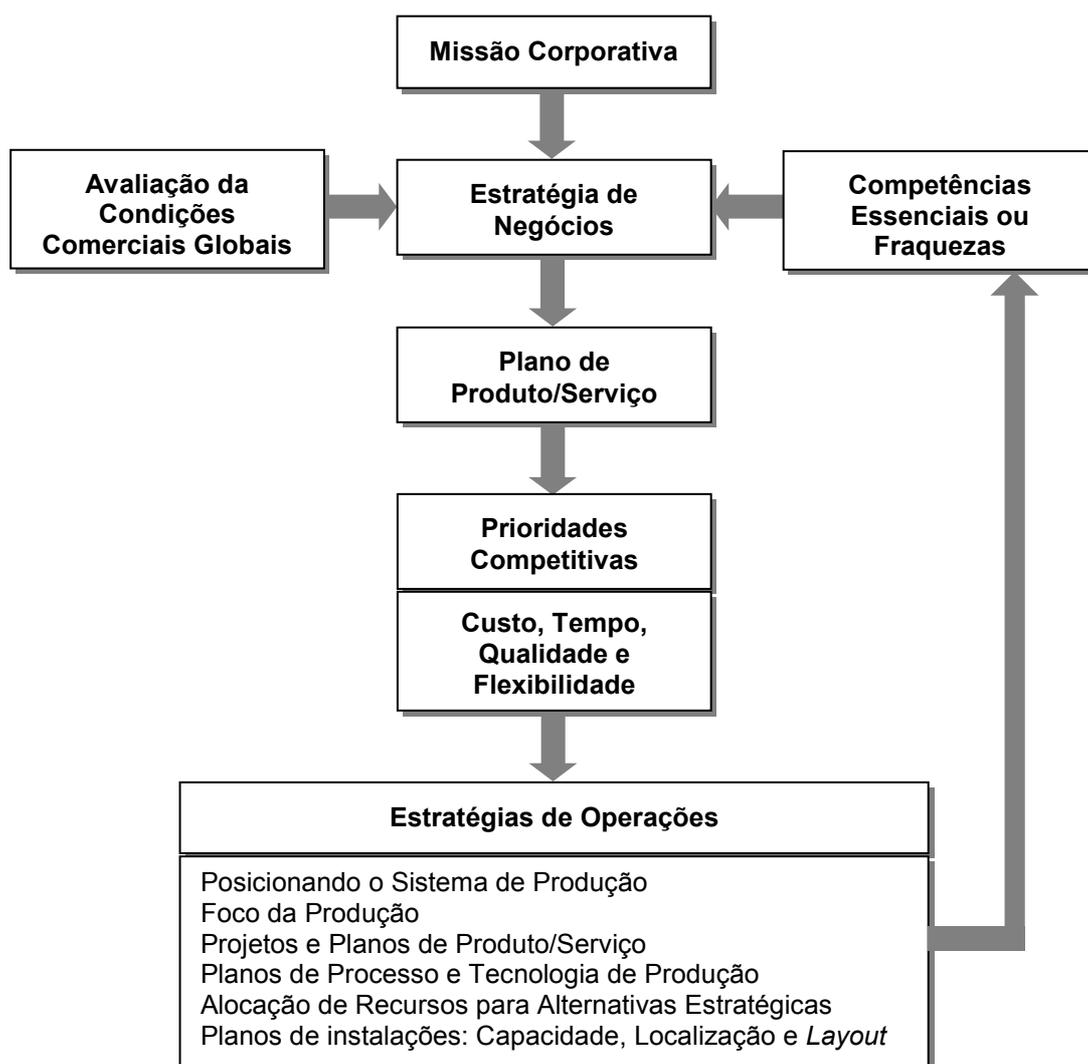


Figura 3 – Desenvolvimento de Estratégias no Planejamento Estratégico

Fonte: GAITHER & FRAZIER, 2001, pág. 39

Moura Júnior (1996, pág. 32) afirma que “as empresas devem se preparar elaborando planos de longo prazo para dimensionamento de suas capacidades futuras, através de estudos de previsão de demanda e objetivos formulados pelo planejamento estratégico feitos pela alta administração, com a finalidade de se fazer a previsão dos recursos necessários (equipamentos, mão-de-obra especializada, capital para investimentos em estoque) que geralmente não são passíveis de aquisição no curto prazo”.

A tabela 3 apresenta as áreas de decisão dentro do planejamento estratégico da produção. Tais decisões serão tomadas após definidas as prioridades competitivas da empresa, que são, de acordo com vários autores, o custo, a qualidade, o desempenho de entrega e a flexibilidade. Tubino (1997) classifica tais prioridades como critérios de desempenho e sugere que outros dois critérios, a inovatividade, ou seja, capacidade de inovar, e a não-agressão ao meio ambiente, além dos já citados, são desejáveis nos sistemas produtivos.

Tabela 3 – Descrição das Áreas de Decisão no Planejamento Estratégico da Produção

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

Fonte: TUBINO (1997), pág. 42

2.3.2. O Planejamento Agregado da Produção

Elaborado com base no planejamento estratégico da produção, o planejamento agregado de produção, ou planejamento mestre da produção como alguns autores denominam, é um plano de médio prazo que estabelece níveis de produção, dimensões da

força de trabalho e níveis de estoque. Esse planejamento é definido em termos de famílias de itens, isto é, os produtos a serem produzidos não são definidos individualmente, e sim agregados, formando famílias de itens semelhantes.

Segundo Gaither e Frazier (2001, pág. 235), “o planejamento agregado desenvolve planos de médio prazo referentes a emprego, estoque agregado, utilidades, modificações de instalações e contratos de fornecimento de materiais”.

Tubino (1997, pág.88), que denomina esta fase do planejamento como planejamento mestre da produção, afirma que este planejamento...

...está encarregado de desmembrar os planos produtivos estratégicos de longo prazo em planos específicos de produtos acabados (bens ou serviços) para o médio prazo, no sentido de direcionar as etapas de programação e execução das atividades operacionais da empresa.

O planejamento agregado da produção, de acordo com Gaither e Frazier (2001, pág. 235), é importante porque proporciona:

- Instalações amplamente carregadas e minimiza a sobrecarga e a subcarga, reduzindo assim os custos de produção;
- Um plano para mudanças sistemáticas da capacidade de produção para atender os picos e momentos de baixa da demanda esperada;
- Capacidade de produção adequada para atender a demanda agregada esperada;
- Obter a máxima produção para a quantidade de recursos disponíveis, o que é importante em tempo de recursos escassos de produção.

A tabela 4 apresenta as principais informações de entrada necessárias para a elaboração de um plano de produção de médio prazo.

Tabela 4 – Informações Necessárias a um Plano Agregado de Produção

Informações	Descrição
Recursos	Equipamentos, instalações, força de trabalho, taxa de produção
Previsão de Demanda	Demanda prevista para as famílias de itens
Políticas Alternativas	Subcontratações, turnos extras, postergação da produção, estoques, etc
Dados de Custo	Produção normal, armazenagem, subcontratações, turno extra, etc

Fonte: TUBINO (1997), pág. 50

2.3.3. Programa Mestre de Produção

Conforme definição de Gaither e Frazier (2001, pág. 249) o programa mestre de produção “define a quantidade de cada item final a ser concluída em cada semana do horizonte de planejamento de curto prazo”.

O MPS (*master program schedule* – programa mestre de produção) é a parte do planejamento executável no curto prazo, definindo a seqüência de atividades, quanto vai se produzir de cada item, quanto de estoque vai gerar, quanto de matéria-prima vai ser necessário nesse horizonte de planejamento. É durante esta etapa do planejamento que são emitidas as ordens de fabricação, montagem e compra.

Segundo Vollmann *et al.* (2006, pág. 180), no nível conceitual...

...o programa mestre de produção traduz o planejamento de vendas e operações da empresa em um plano para produzir produtos específicos no futuro. Enquanto o planejamento de vendas e operações fornece um relatório agregado do volume de produção necessária para atingir os objetivos da empresa, o MPS é um relatório dos produtos específicos que compõem tal volume. O MPS é uma tradução do planejamento de vendas e operações em bens produzíveis com suas quantidades e momentos determinados.

O MPS é uma declaração de produção futura, especificando o momento e a quantidade. Para isso ele utiliza, com pode-se ver na figura 4, informações do SOP (*sales and operations planning*), do recursos disponíveis e da demanda estimada.

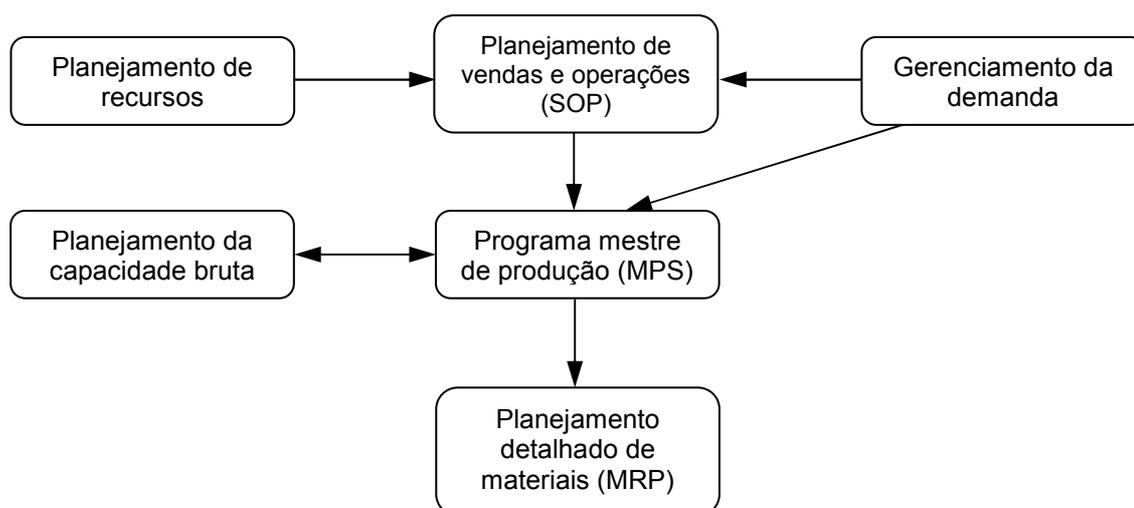


Figura 4 – O MPS no sistema de PCP

Fonte: Adaptado de VOLLMANN *et al.*, 2006, pág. 183

Gaither e Frazier (2001, pág. 250) afirmam que os objetivos do programa mestre de produção (MPS) são:

- Programar itens finais para serem concluídos prontamente e quando prometido aos clientes;
- Evitar sobrecarga ou ociosidades na produção, a fim de que a capacidade de produção seja utilizada eficientemente e resulte em baixos custos de produção.

Uma vez calculado a necessidade de materiais para o horizonte de planejamento do MPS e calculada a CRP (*capacity requirements planning*), que é a necessidade de capacidade para produção, elabora-se a programação da produção através das regras de seqüenciamento. A tabela 5 apresenta algumas regras de seqüenciamento e suas definições.

Tabela 5 – Regras de Seqüenciamento

Siglas	Especificações	Definição
PEPS	Primeiro que entra primeiro que sai	Os lotes serão processados de acordo com sua chegada
MTP	Menor tempo de processamento	Os lotes serão processados de acordo com os menores tempos de processamento
MUDV	Mais urgente data de vencimento	Os lotes serão processados de acordo com as datas de vencimento mais urgentes
IPI	Índice de prioridade	Os lotes serão processados de acordo com o valor da prioridade dada ao cliente/produto
MF	Menor folga	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de tempo de vencimento menos o tempo total de produção restante
RC	Razão crítica	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor da divisão entre o tempo de vencimento pelo tempo total de produção restante
IFA	Índice de falta	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor da razão entre a quantidade em estoque e a taxa de demanda
MCP	Menor custo de preparação	Os lotes serão processados de acordo com o menor custo de preparação de processamento

Fonte: Adaptado de TUBINO, 1997, pág. 157

2.3.4. Controle das Atividades de Produção

Esta é a tarefa do PCP onde é realizada uma comparação entre o planejado para produção e o executado a fim de comparar os resultados e elaborar uma avaliação do processo, através de indicadores criados pelos gestores da produção.

O Objetivo do acompanhamento e controle da produção, segundo Tubino (1997, pág. 184) “é fornecer uma ligação entre o planejamento e a execução das atividades operacionais, identificando desvios, sua magnitude e fornecendo subsídios para que os responsáveis pelas ações corretivas possam agir”.

As funções do acompanhamento e controle da produção, segundo descrição de Tubino (1997, pág. 187) são:

- Coleta e registro de dados sobre o estágio das atividades programadas;
- Comparação entre o programado e o executado;
- Identificação dos desvios;
- Emissão de novas diretrizes com base nas ações corretivas;
- Fornecimento de informações produtivas aos demais setores da empresa;
- Preparação de relatórios de análise de desempenho do sistema produtivo.

2.4. SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Os sistemas de planejamento e controle da produção, chamados por Corrêa e Gianesi (1993) de sistemas de administração de produção (SAP), são os responsáveis por prover as informações necessárias utilizadas no planejamento e controle do fluxo de materiais, da capacidade de produção, da utilização de mão-de-obra e dos equipamentos.

A tarefa essencial do sistema de PCP é...

...gerenciar com eficiência o fluxo de material, a utilização de pessoas e equipamentos e responder às necessidades do cliente utilizando a capacidade dos fornecedores, da estrutura interna e, em alguns casos, dos clientes para atender à demanda dos clientes. (VOLLMANN *et al.*, 2006, pág. 28)

O que é importante frisar, de acordo com Corrêa & Gianesi (1993) e Vollmann *et al.* (2006), é que o sistema não toma decisões, e sim, é uma ferramenta para tomada de decisão, ele fornece informações para que os gerentes tenham suporte para tal.

Corrêa & Gianesi (1993, pág. 43) listam as principais atividades desempenhadas pelo sistema de PCP, são elas:

- Planejar as necessidades futuras de capacidade;
- Planejar os materiais comprados;
- Planejar níveis apropriados de estoque;
- Programar atividades de produção;
- Ser capaz de saber da situação corrente;

- Ser capaz de reagir eficazmente;
- Ser capaz de prometer prazos.

A utilização de um sistema de PCP eficaz proporciona à empresa diversos benefícios, os principais são (VOLLMANN, 2006):

- Um nível cuidadoso e controlado de materiais em processo e em produção;
- Produtividade de mão-de-obra, trazendo vantagem sobre os competidores;
- Redução de custos indiretos de produção;
- Redução no *lead time* de entrega do produto;
- Redução de estoques;
- Pré-posicionamento de estoques melhorado antes de vendas sazonais;
- Relacionamento melhorado com os clientes que ajuda a construir lealdade para o futuro.

A tabela 6 apresenta as principais características de três conhecidos sistemas de PCP, ou SAP, o JIT (*Just-in-time*), o MRP (*Material Requirements Planning* – planejamento das necessidades de material) e a OPT (*Optimized Production Technology* – tecnologia de produção otimizada). O sistema MRP será melhor detalhado a seguir.

Um sistema de PCP deve ser escolhido de acordo com as necessidades e objetivos da empresa, e para tal escolha, Corrêa e Gianesi (1993) apresentam algumas variáveis a serem levadas em consideração, são elas:

- Variedade de produto;
- Nível de controle / horizonte de planejamento;
- Complexidade dos roteiros de produção;
- Inovatividade, ou seja, introdução de novos produtos;
- Complexidade das estruturas do produto;
- Variabilidade dos *lead times* envolvidos;
- Centralização da tomada de decisão;
- Favorecimento do processo de melhoria contínua;
- Complexidade do sistema a ser utilizado.

Tabela 6 – Resumo das Características dos três SAP's mais Conhecidos

SAP	FILOSOFIA DA GESTÃO	GESTÃO DO FLUXO DE MATERIAIS
JIT	<p><i>(geralmente explícita)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - assume alta qualidade de conformidade - assume certa capacidade em excesso - assume tempos curtos de preparação - assume alta confiabilidade de equipamentos - assume participação / trabalho de equipe - assume que estoques são indesejáveis - assume um fluxo de materiais definido - assume linhas balanceadas - assume estabilidades de programas - assume <i>layout</i> de linha ou célula - assume certa polivalência 	<p><i>Características</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - baseados em controles visuais - normalmente usa cartões (<i>kanban</i>) - lógica de “puxar” a produção - decisões de liberação descentralizadas - mantém certo nível de estoque em processo - prioridades decididas localmente - programação baseada em taxas de produção
MRP	<p><i>(geralmente implícita)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - assume que baixos estoques e cumprimento de prazos são prioridade - assume que a variação da ocupação da capacidade não custa (assume certa capacidade em excesso) - assume que <i>lead times</i> são conhecidos - assume alta precisão e integridade de todos os dados utilizados 	<p><i>Características</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - lógica de “empurrar” a produção - baseado num software complexo - decisões são centralizadas - programação infinita com checagem de programação a posteriori - programação para trás - todos os recursos são tratados de forma semelhantes - tamanhos de lote são dados de entrada do sistema - <i>lead times</i> são entradas do sistema - lotes de processamento e transporte são iguais (não suporta divisão) - programação baseada em ordens de produção
OPT	<p><i>(geralmente explícita)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - assume que o objetivo é ganhar dinheiro através de: <ul style="list-style-type: none"> - aumento do fluxo - redução dos estoques - redução de despesas operacionais - assume que todos os gargalos governam tanto o fluxo de produção como os estoques e, portanto, devem ser tratados especialmente - assume certa capacidade em excesso dos recursos não-gargalo 	<p><i>Características</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - baseado em lógica de simulação em computador - depende de um <i>software</i> “proprietário” - decisões são centralizadas - gargalos são ponto de partida para a programação - programação para frente finita e para trás conforme o recurso - <i>lead times</i> são saídas do sistema - tamanhos dos lotes são saídas do sistema - lotes de processamento e transporte podem ser diferentes (permite divisão) - programação baseada em ordens de produção

Fonte: CORRÊA & GIANESI, 1993, pág. 169

A figura 5 apresenta uma análise dos sistemas apresentados na tabela 6 de acordo com a variáveis listadas anteriormente.

Variedade dos produtos	(baixa)	JIT	MRP / OPT	(alta)	
Complexidade dos roteiros	(baixa)	JIT	MRP / OPT	OPT (alta)	
Novos produtos introduzidos	(similar)	JIT	MRP / OPT	OPT (diferentes)	
Complexidade dos produtos	(baixa)	JIT	JIT / OPT	OPT / MRP	MRP (alta)
Variabilidade dos <i>lead times</i>	(baixa)	JIT	MRP	OPT (alta)	
Nível de controle	(baixo)	JIT	OPT / MRP	MRP (alto)	
Centralização nas tomadas de decisões	(baixa)	JIT	MRP	MRP / OPT (alta)	
Favorecimento de melhorias contínuas	(baixo)	MRP	OPT	JIT (alto)	
Simplicidade do sistema	(baixa)	OPT	MRP	JIT (alta)	

Figura 5 – Aplicação dos sistemas de acordo com as variáveis

Fonte: Adaptado de CORRÊA & GIANESI, 1993, pág. 172

2.5. SISTEMAS MRP/MRP II

Segundo Slack *et al.* (1996) apud Souza (2003) o MRP (*Material Requirements Planning*), ou seja, o cálculo das necessidades de material, surgiu na década de 60 com o objetivo de auxiliar as empresas no cálculo da quantidade de um determinado produto e em que momento deveria ser produzido tal quantidade.

Para o cálculo da necessidade de material era utilizada uma lista de materiais (*BOM – Bill of Materials*) e determinados produtos eram compostos por muitos itens, o que dificultava o cálculo. Porém, com o advento de sistemas computacionais capazes de

executar tal cálculo, o uso do MRP foi difundido no final dos anos 70 e princípio dos anos 80.

Sendo assim, o objetivo do MRP é executar computacionalmente a atividade de planejamento das necessidades de materiais, permitindo assim determinar, precisa e rapidamente, as prioridades das ordens de compra e fabricação.

Os objetivos principais dos sistemas de cálculo de necessidades são:

Permitir o cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos dos clientes com mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção de itens componentes para que ocorram apenas nos momentos e nas quantidades necessárias, nem mais, nem menos, nem antes, nem depois. (CORRÊA & GIANESI, 1993, pág. 104)

Os gerentes de produção utilizam o MRP com o objetivo, de acordo com Gaither e Frazier (2001, pág. 312), de melhorar o serviço ao cliente, de reduzir investimentos em estoques e de melhorar a eficiência operacional da fábrica.

2.5.1. Conceitos usados no MRP

O sistema MRP foi concebido, segundo Swann (1983) apud Moura Júnior (1996), a partir da formulação dos conceitos desenvolvidos por Joseph Orlicky, que afirma a existência de itens em estoque divididos em duas categorias: itens de demanda dependente e itens de demanda independente.

Itens de demanda independente são aqueles itens cuja demanda não depende de nenhum outro item. Itens de demanda dependente, cuja demanda depende de outro algum outro item. Sendo assim, os itens de produtos acabados possuem uma demanda independente que deve ser prevista com base no mercado consumidor. Os itens dos materiais que compõem o produto acabado, chamados de itens “filhos”, possuem uma demanda dependente de algum outro item, chamado de item “pai”, podendo ser calculada com base na demanda deste. A relação entre tais itens pode ser estabelecida por uma lista de materiais que definem a quantidade de componentes que serão necessários para se produzir um determinado produto (CORRÊA & GIANESI, 1993).

Item “pai” é um item do estoque que é composto por outros itens, sendo cada item componente conhecido como item “filho”. A figura 6 ilustra este conceito. Um item “pai” A é composto por dois itens “filhos”, B e C.

Outro conceito usado pelo sistema MRP é o de *lead time*. O *lead time* refere-se ao tempo entre a o pedido de material ao fornecedor e a entrada desse material no estoque,

quando se trata de compra de material. Se tratando de produção, o *lead time* é entendido como o tempo entre a liberação da ordem de fabricação e o momento em que o produto está disponível para o cliente no estoque. Por exemplo, se um produto A demora uma semana para ser produzido, diz-se que o *lead time* de fabricação do produto A é de uma semana. Segundo Corrêa e Giansesi (1993, pág. 110) “de posse destes dados (estrutura do produto e *lead time* dos itens), além das necessidades (quantidades e datas) de produtos finais, é possível calcular as necessidades de todos os itens finais”.

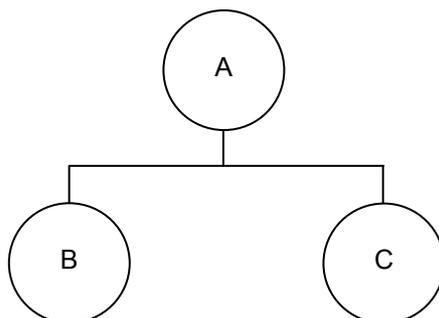


Figura 6 – Relações entre itens “pais” e itens “filhos”

Fonte: Adaptado de CORRÊA & GIANESI, 1993, pág. 109

O conceito de necessidades brutas e líquidas também é usado no sistema MRP da seguinte forma: quando se entra com um pedido no sistema ele informa a necessidade bruta, ou seja, quanto de material será necessário para produzir aquele pedido. Se no estoque tem-se o material necessário para produção desse pedido, conhece-se a necessidade líquida desse material descontando da necessidade bruta a quantidade em estoque. A equação a seguir ilustra o que foi dito.

$$\text{NECESSIDADES LÍQUIDAS} = \text{NECESSIDADES BRUTAS} - \text{QUANTIDADE EM ESTOQUE}$$

2.5.2. Princípio Básico de Funcionamento do MRP

Segundo Corrêa e Giansesi (1993) o princípio básico do sistema MRP e MRP II é o cálculo das necessidades, 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 para que se cumpram os prazos de entrega de produtos, com um mínimo de formação de estoque.

A figura 7 ilustra tal princípio. Por exemplo, um produto A, composto por duas peças, B e C, que são compradas de um fornecedor que demora dois dias para entregar tais peças, deve ser entregue ao cliente na sexta-feira, uma vez que o tempo gasto para montagem do

produto A na fábrica é de dois dias, a fabricação do produto A deve iniciar na quarta-feira e os itens componentes B e C devem ser solicitados aos fornecedores na segunda-feira para que eles possam estar disponíveis no estoque na quarta-feira.

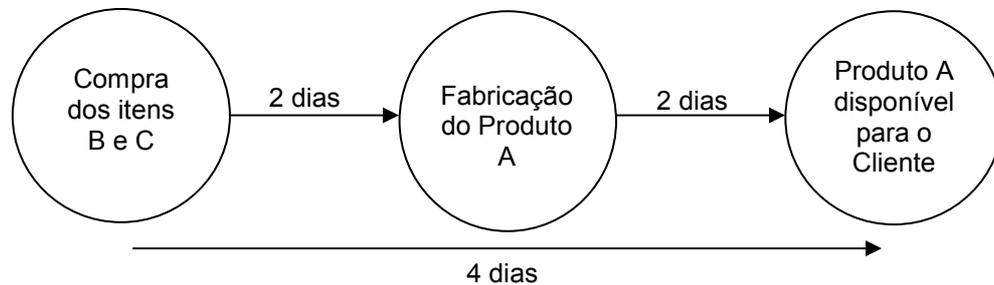


Figura 7 – Princípio Básico de Funcionamento do MRP

Fonte: Adaptado de Corrêa & Giancesi, 1993, pág. 105

A figura 8 apresenta graficamente as entradas necessárias no sistema MRP e quais as saídas que tal sistema fornece.

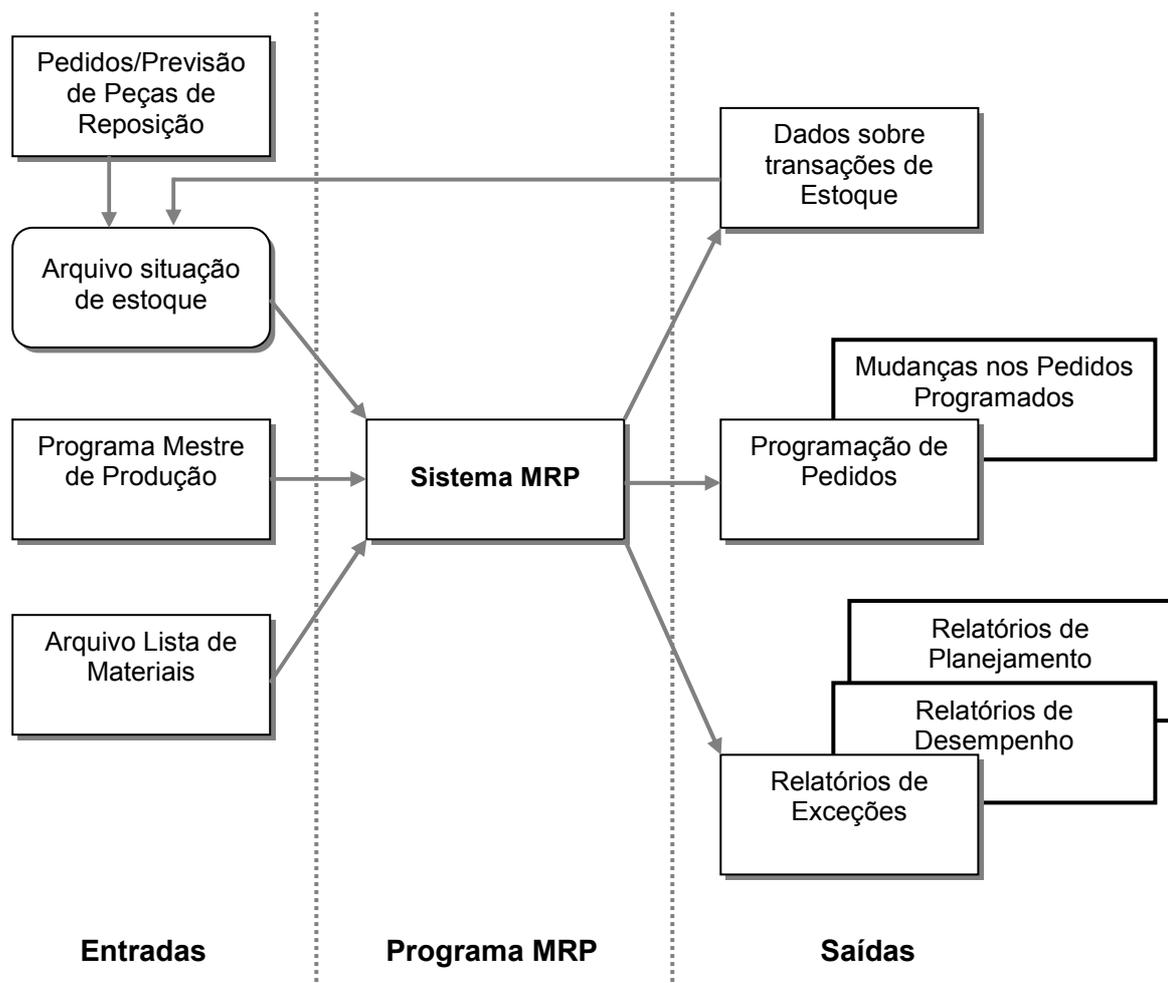


Figura 8 – O Sistema MRP

Fonte: GAITHER & FRAZIER, 2001, pág. 314

Vollmann *et al.* (2006, pág. 224) afirma que:

Além das estradas do programa mestre de produção, o MRP requer duas entradas básicas. Uma lista de materiais, para cada número de peça, quais outros números de peças são necessários como componentes diretos. A segunda entrada básica para o MRP é o *status* do estoque.

O MPS fornece para o MRP quais produtos serão produzidos no horizonte de planejamento para o qual se calculará a necessidade de recursos. O arquivo “lista de materiais” nos fornece quais são os itens “pais” e itens “filhos” a serem produzidos de acordo com o MPS, a demanda bruta de cada item, e nos fornece ainda o lead time de produção e de entrega dos fornecedores. O arquivo sobre a situação do estoque nos fornece qual é a quantidade em estoque de cada item para ser subtraída da necessidade bruta e encontrada a necessidade de material para produção durante o horizonte de planejamento adotado.

Em suma, de acordo com Corrêa e Giansesi (1993, pág. 106) os principais aspectos do funcionamento do MRP são:

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

2.5.3. MRP II

Os conceitos do cálculo das necessidades utilizados para o planejamento das necessidades de material, o MRP, propiciaram uma extensão da aplicação de tais conceitos e não ficaram restritos aos materiais. Tal extensão originou um novo sistema, chamado MRP II (*Manufacturing Resources Planning* – planejamento dos recursos da manufatura).

A figura 2.9 ilustra através de um fluxograma o funcionamento do MRP II.

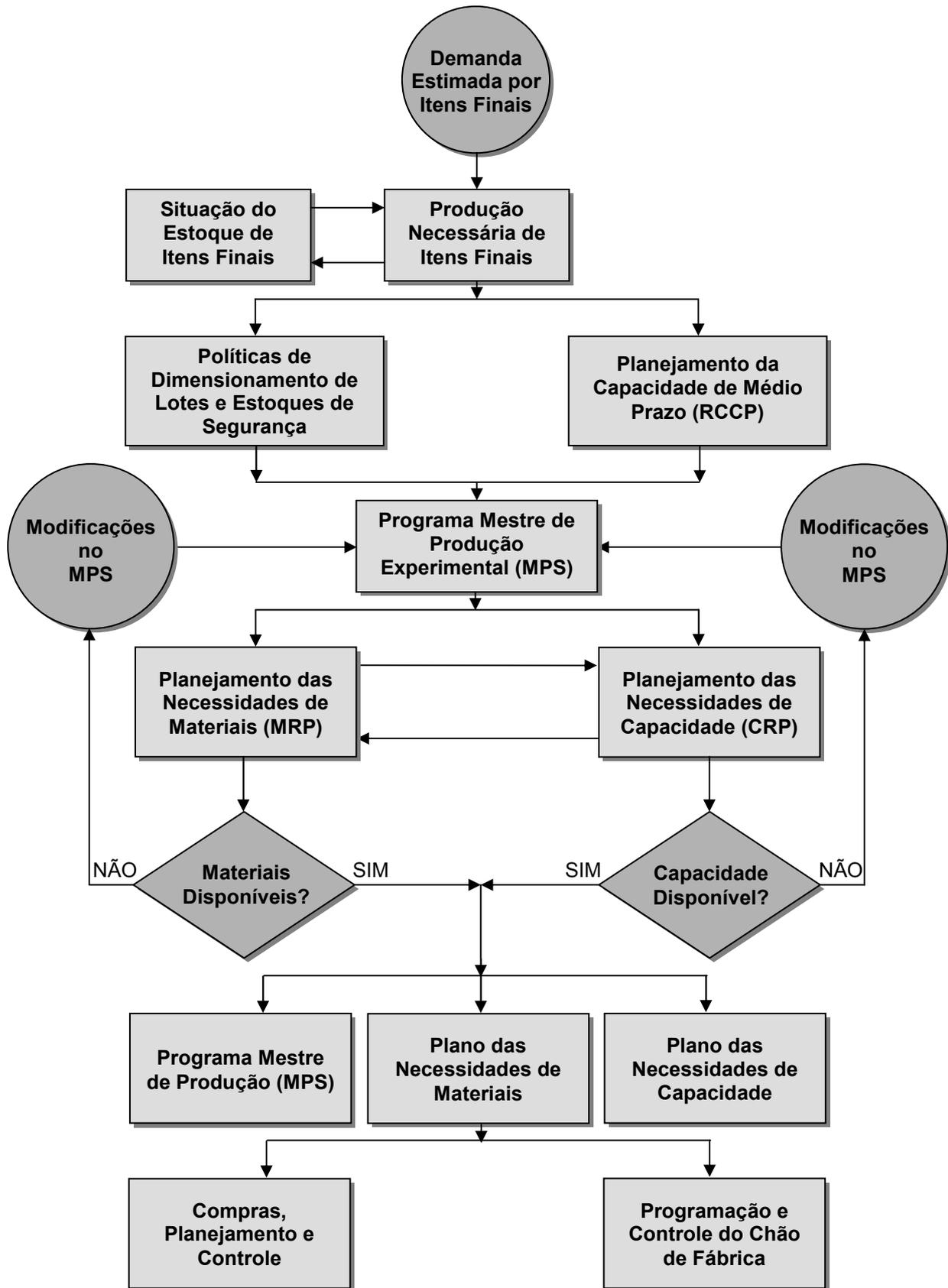


Figura 9 – Fluxograma de Funcionamento do MRP II

Fonte: Adaptado de GAITHER & FRAZIER, 2001, pág. 311

Corrêa e Giansesi (1993, pág. 113) afirmam que:

Com a popularização do uso da técnica de cálculo de necessidades de materiais e com mais pesquisas sendo feita quanto à aplicação prática dos princípios do MRP a situações práticas de produção, não tardou que alguns pesquisadores percebessem que a mesma lógica de cálculo de necessidades poderia, com pouco esforço adicional, ser utilizadas para o planejamento de outros recursos de produção (como as necessidades de mão-de-obra e equipamentos), além dos materiais.

Os mesmos autores citados acima listam cinco módulos principais no MRP II que serão descritos a seguir.

a) Módulo de Planejamento da Produção (*production planning*)

Este módulo visa auxiliar a decisão dos planejadores quanto aos níveis agregados de estoques e produção. Devido à agregação e quantidade de dados detalhados, é usado para um planejamento de longo prazo (MOURA JUNIOR, 1996).

b) Módulo de Planejamento Mestre de Produção (MPS)

É um plano desagregado de produção de produtos individualizados retirado do plano de produção agregado, e tem como objetivo auxiliar a decisão dos usuários quanto aos planejamentos das quantidades de itens de demanda independente a serem produzidas e níveis de estoques a serem mantidos.

Através de uma análise da RCCP (*rough-cut capacity planning* – planejamento da capacidade de médio prazo), é possível determinar a viabilidade, a grosso modo, dos planos de produção quanto a capacidade de produção.

c) Módulo de Cálculo de Necessidades de Materiais (MRP)

É baseado num registro básico que representa a posição e os planos referentes à produção e estoque de cada item, sendo ele matéria-prima, produto em processo ou produto acabado, ao longo do tempo, também chamado de período a período.

O registro básico do MRP compreende o período considerado para o planejamento, as necessidades brutas de cada item, os recebimentos programados para reposição de estoque ou produção, o estoque disponível, o plano de liberação de ordens de produção, o tempo de ressuprimento de cada item e o tamanho do lote.

d) Módulo de Cálculo de Necessidades de Capacidade (CRP)

O módulo CRP, planejamento das necessidades de capacidade, calcula, com base nos roteiros de produção, a capacidade necessária de cada centro de trabalho, identificando ociosidade ou excesso de capacidade (caso a necessidade calculada esteja muito abaixo da capacidade disponível) e possíveis insuficiências (caso as necessidades calculadas estejam acima da capacidade disponível de determinados recursos).

e) Módulo de Controle de Fábrica (*shop floor control* – SFC)

O módulo SFC, controle de chão de fábrica, é responsável pelo seqüenciamento das ordens de produção nos centros de trabalho e pelo controle da produção. O SFC busca garantir às prioridades calculadas e fornecer *feedback* do andamento da produção para os demais módulos do MRP II.

2.5.4. Pontos Fundamentais do Sistema MRP/MRP II

As principais características dos sistemas MRP e MRP II são, de acordo com Corrêa e Giancesi (1993):

1. Para que o sistema seja capaz de calcular precisamente a necessidade dos materiais e/ou recursos, é necessário um *software* potente;
2. A programação utilizada nos sistemas MRP e MRP II é a *backward scheduling*, ou seja, programação para trás, que parte das datas solicitadas de entrega de pedidos e calcula as necessidades de materiais para cumpri-las, programando as atividades da frente para trás no tempo, com o objetivo de realizá-las sempre na data mais tarde possível. Este procedimento torna o sistema mais suscetível a fatores como: atrasos, quebra de máquinas e problemas de qualidade;
3. O sistema MRP II é um sistema de planejamento que considera os recursos com carga infinita, ou seja, não considera as restrições de capacidade dos recursos;
4. Os *lead times* dos itens são dados de entrada considerados fixos para efeito de programação; como conforme a situação da fábrica, os *lead times* podem mudar, de acordo com a situação das filas do sistema, os dados usados podem perder à validade.

Devido as características citadas acima, as críticas mais comuns que são feitas aos sistemas MRP e MRP II, dizem respeito a: sua complexidade e dificuldade de adaptá-lo às necessidades das empresas; o nível de acuracidade exigidos dos dados; o fato do sistema

assumir capacidade infinita em todos os centros produtivos; não enfatizar o envolvimento da mão-de-obra no processo.

Por fim, Corrêa & Gianesi (1993) citam três pontos fundamentais que devem ser obedecidos para um sistema MRP bem sucedido: possuir uma clara definição dos objetivos do sistema e dos parâmetros que podem medir seu desempenho, possuir um intenso programa de treinamento da mão-de-obra sobre os objetivos e funcionamento do sistema e possuir uma base de dados acurada e atualizada, com relação a estruturas de produtos, registros de estoques e *lead times*.

Capítulo III

DESCRIÇÃO DO SETOR DE EMBALAGENS PLÁSTICAS, DA EMPRESA E DO PROCESSO PRODUTIVO

3.1. EVOLUÇÃO DA EMBALAGEM

Desde os primeiros séculos depois de Cristo, os artesãos utilizam de materiais, como por exemplo, o vidro e a cerâmica para a produção de utensílios de diversos formatos, tamanhos e espessuras.

Segundo a Associação Brasileira de Embalagens (ABRE, 2007), no início do Século XIX, os enlatados de alimentos começaram a aparecer nas lojas inglesas. As latas de estanho e aço difundiram-se durante a 2ª Guerra Mundial, porém o crescimento da demanda elevou o preço da folha-de-flandres, sendo este material substituído pelo alumínio. Segundo Bem (2002), no ano de 1959, teve início a venda de cervejas em lata de alumínio no Brasil através da *Adolph Coor Company*.

De acordo com as inúmeras inovações, as novas embalagens permitiram que os produtos alimentares fossem transportados dos locais de produção para os centros consumidores, mantendo-se estáveis por longos períodos de estocagem. No princípio, as embalagens de papel e papelão atenderam a esses requisitos. Elas podiam conter quantidades previamente pesadas de vários tipos de produtos, eram fáceis de estocar, transportar e empilhar, além de higiênicas.

Durante o período pós-guerra surgiu um novo material para embalagens, o plástico. As resinas plásticas, como polietileno, poliéster e outros, ampliaram o uso dos invólucros transparentes, iniciado na década de 20 com o celofane, permitindo a oferta de embalagens numa infinidade de formatos e tamanhos. Segundo Vieira *apud* Bello (1999, pág. 58), uma das primeiras embalagens plásticas encontrada no Brasil, por volta de 1942, foi a embalagem do bombom “Sonho de Valsa”.

Além da busca constante de novos materiais, a indústria de embalagem passou a combinar matérias-primas, surgindo, então, as embalagens compostas, que reuniam características e propriedades encontradas em cada matéria-prima, como, por exemplo, as caixas de cartão que, ao receberem uma camada de resina plástica, tornam-se impermeáveis e podem ser utilizadas para embalar líquidos.

Nos últimos anos, pôde-se observar que quase todos os produtos comercializados são embalados, seja na sua forma final, seja nas fases intermediárias de fabricação e transporte. Segundo Madi (2000, pág.1) “a indústria de embalagem é hoje um dos setores mais importantes do mundo, embora somente agora comece a ser reconhecida e diagnosticada como um setor estratégico para a sociedade”.

3.2. O SETOR DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

Nossa economia tem uma estrutura muito complexa, e a importância da embalagem, segundo a Associação Brasileira de Embalagens (ABRE, 2007) dentro desse sistema está se tornando cada vez mais significativa. Ela contribui tanto para a diminuição das perdas de produtos primários, quanto para a preservação do padrão de vida do homem moderno.

Segundo a publicação Tomorrow's (Madi, 2000, pág.1) "mundialmente a indústria de embalagem representa um mercado de aproximadamente US\$ 500 bilhões, composto aproximadamente por 100.000 empresas e com uma geração de 5 milhões de empregos".

Por tal motivo, Bem (2002, pág. 7) afirma que...

...a embalagem é seguramente um dos componentes mais importantes da estrutura econômica atual, pois ela diminui as perdas de produtos embalados, é fundamental na manutenção ou aumento do *Shelf-life* (vida de prateleira) de produtos alimentícios, auxilia nos processos de estocagem e transporte, sem contar no seu poder de venda.

O setor de embalagens apresenta como característica principal sua interação com os demais setores da indústria e do comércio, pois é fornecedor direto dos mais variados tipos e tamanhos de embalagens tais como: sacolas, potes de plástico, garrafas de plástico, rótulos de plástico, caixas de papelão, garrafas de vidro, entre outros. Elas são fornecidas para diversos segmentos como alimentício, noveleiro, automotivo, de cosméticos e medicamentos, etc. As embalagens se destacam por sua freqüente e ampla utilização, além de práticas, são higiênicas e se aplicam em várias situações: seja para proteger ou mesmo pela aparência do produto, no caso da embalagem personalizada para cada empresa.

De todo o setor de embalagens, o que compreende as embalagens plásticas é o mais rentável e com uma das maiores participações no mercado de embalagens. Segundo a figura 10, só no ano de 2006, a parcela setor de embalagens referente às embalagens plásticas apresentou um faturamento de R\$ 10.055,45 milhões.

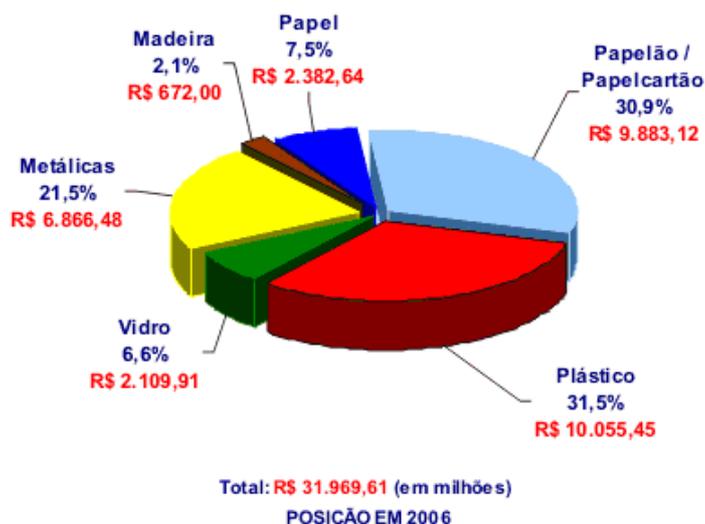


Figura 10 – Gráfico do Faturamento do Setor em 2006 (em milhões de R\$)

Fonte: Associação Brasileira de Embalagens (2007)

A ABRE (2007) afirma que, segundo estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV – RJ), a indústria de embalagem no Brasil apresentou um faturamento de R\$ 31.969,61 milhões em 2006, crescimento de 2,13% em relação ao ano de 2005. A expectativa é de que o faturamento do setor tenha um crescimento em 2007 e que a produção cresça entre 1% e 2%. O mesmo estudo ainda indica que a produção física da indústria sofreu pequena retração de 0,18% em relação a 2005.

O setor de embalagens contribui de forma significativa para a geração de emprego no país. De acordo com dados do Ministério do Trabalho divulgados pela ABRE (2007), o setor emprega atualmente, cerca de 182 mil pessoas, formalmente, com perspectivas de crescimento para este ano. As indústrias de embalagens plásticas são responsáveis por 52,6% do total de emprego formal do setor, como pode ser visto na figura 11.

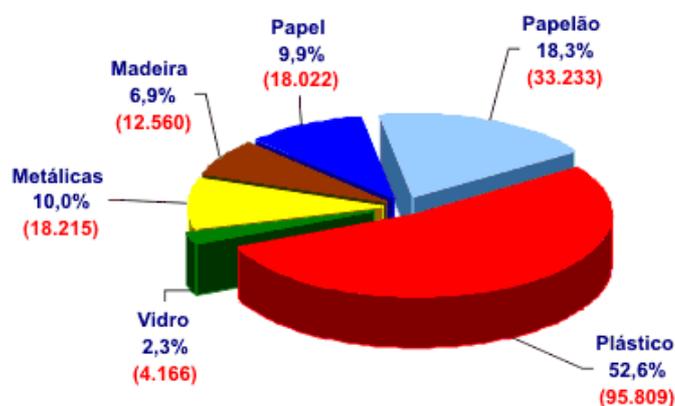


Figura 11 – Gráfico de Empregos Formais no Setor em 2006

Fonte: Associação Brasileira de Embalagens (2007)

O Setor de embalagens plásticas também é um importante bloco dentro do mercado de embalagens com relação à exportação, compreendendo 30,2% de todo o volume de embalagens exportadas, conforme o figura 12, o que corresponde à 113.845 milhões de dólares em exportação.

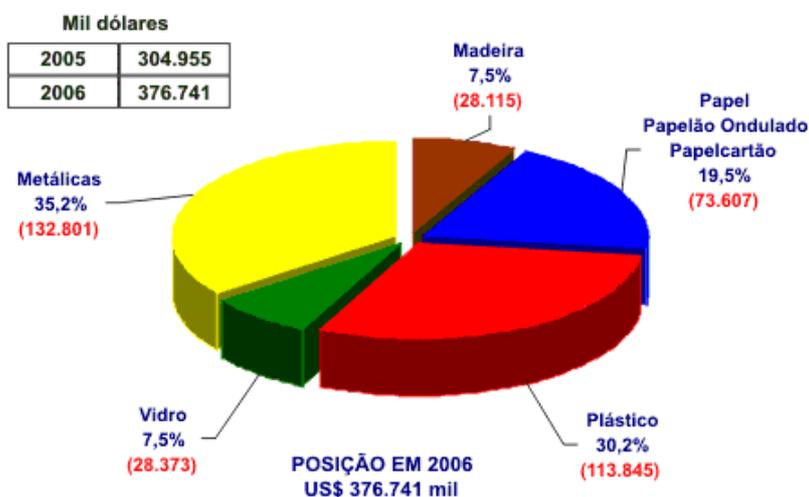


Figura 12 – Gráfico do Volume de Exportação do Setor em 2006

Fonte: Associação Brasileira de Embalagens (2007)

A expansão deste setor está diretamente relacionada com o próprio crescimento da economia como um todo, pois à medida que aumenta a produção em outros setores, forçosamente há uma expansão das necessidades de compra de embalagens, acarretando no crescimento da comercialização destas. Contudo a relação inversa também é verdadeira, ou seja, se a produção diminuir a comercialização de embalagens também diminui.

Com a estabilidade econômica dos últimos tempos, o país tem experimentado uma expansão na sua produtividade, o que, por conseguinte, gera uma expansão no mercado de embalagens plásticas, como foi dito anteriormente. Na figura 13 pode-se ver uma evolução dos números de empresas transformadoras de material plástico durante o período que compreende os anos de 2001 à 2005.

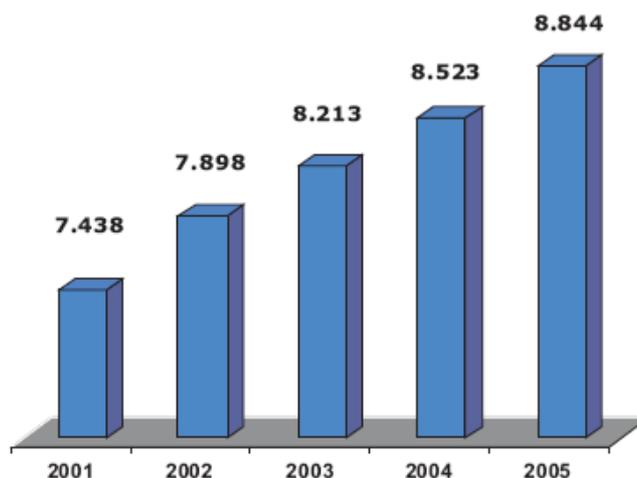


Figura 13 – Gráfico do Número de Empresas do Setor de Transformação de Material Plástico 2001 - 2005

Fonte: *Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico 2006*, pág. 03

A maior parte das empresas se localiza nas regiões sul e sudeste, e principalmente nos estados de São Paulo, com 4.136 empresas, e Rio Grande do Sul, 1.086 empresas, segundo dados do “*Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico 2006*”, publicado pela ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria do Plástico, 2007).

O consumo de artefatos plásticos no ano de 2006 foi de 4.564 mil toneladas, consumo 7,62% maior que no ano de 2005. Conforme pode ser visto na figura 14 houve uma queda no consumo no ano de 2003 e no ano de 2005, mas desde 2001 esse consumo vem aumentando. Essas pequenas quedas são explicadas devido à recessão do mercado, uma vez que a variação no consumo é diretamente proporcional à produção. Por exemplo, a queda no ano de 2005 pode ter relação com o fato de o crescimento econômico do país ter sido abaixo do que se esperava.

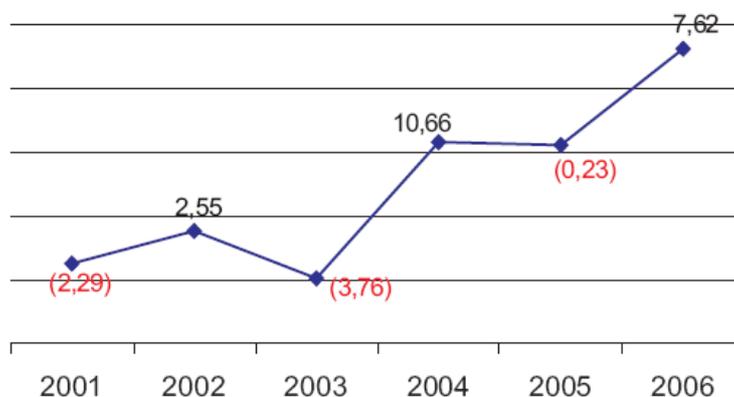


Figura 14 – Gráfico dos Índices de Variação do Consumo Aparente de Transformados Plásticos 2001 - 2006

Fonte: *Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico 2006*, pág. 05

Segundo o “*Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico 2006*”, publicado pela ABIPLAST (2007), o faturamento do setor no ano de 2006 foi 4,15% superior ao faturamento no ano anterior, conforme evolução apresentada na figura 3.6, faturamento este que correspondendo a 1,75% do PIB do Brasil no ano de 2006.

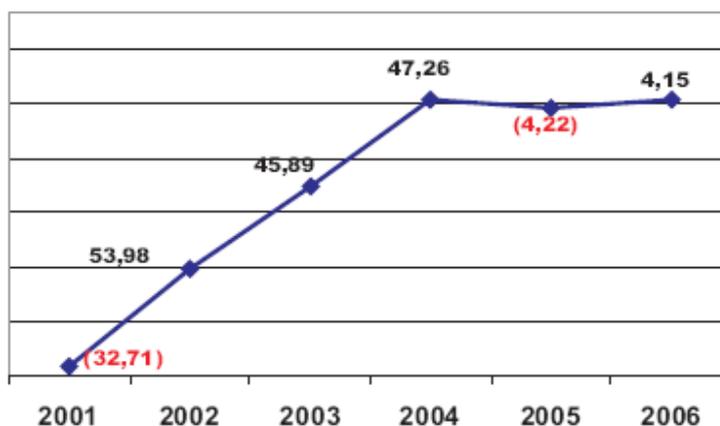


Figura 15 – Gráfico da Variação no Faturamento da Indústria do Plástico 2001 – 2006 (em R\$ Milhões)

Fonte: *Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico 2006*, pág. 06

Na Tabela 7 pode-se acompanhar a evolução da participação do setor no PIB do Brasil. Como pode-se perceber, há uma tendência de crescimento da participação do setor no PIB nacional, fato este que se confirmará se o mercado expandir e a economia crescer.

Tabela 7 – Participação do Setor Plástico no PIB Nacional (%)

2001	2002	2003	2004	2005	2006
1,22	1,60	1,70	1,99	1,82	1,75

Fonte: *Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico 2006*, pág. 13

Conforme foi dito anteriormente, o setor de embalagens está completamente integrado na economia, diretamente afetado pelo crescimento ou pelo decréscimo da mesma. A figura 16 ilustra a ligação do setor de transformação de plástico com outros setores da economia, podendo perceber que a maior interação ocorre no setor de embalagens, consumindo 42% de todos os transformados plásticos.

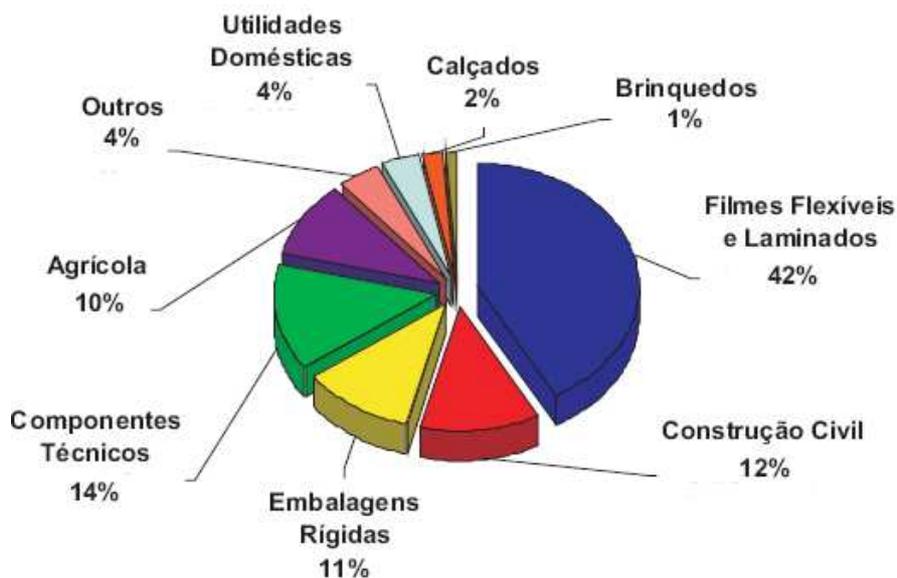


Figura 16 – Gráfico da Segmentação do Mercado do Plástico Setorial – 2006
 Fonte: *Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico 2006, pág. 08*

Como se observou é um setor que tem forte participação na economia nacional, forte peso na balança comercial e com tendência a aumentar sua participação na economia, uma vez que alguns consumidores já estão optando por embalagens plásticas através de características diferenciais como estética, design e higiene, somados às campanhas de coleta seletiva para a reciclagem de materiais plásticos.

3.3. A EMPRESA

A empresa onde se realizou o presente estudo de caso tem como objetivo social a fabricação e o comércio de artefatos plásticos para embalagens e acondicionamentos, utilizando como matéria prima polietileno de baixa e alta densidade, linear e polipropileno. Dentre seus produtos podem-se citar sacolas, rótulos, sacos, *banners* e embalagens para produtos alimentícios. A produção da empresa gira em torno de 60 toneladas por mês de material plástico transformado.

Foi constituída em 24 de julho de 1965, tendo como sua atividade principal durante esse período a confecção de rótulos, *banners* e sacolas plásticas para uma multinacional do setor de bebidas. Em outubro de 1990, a empresa foi desvinculada do grupo da qual pertencia para continuar suas operações, agora dirigidas pelos atuais sócios. Com essa mudança houve um aumento da variabilidade de produtos oferecidos pela empresa ao mercado, pois deixou de ser fornecedora de um cliente exclusivo e passou a ter de buscar novos clientes.

Atualmente tem uma importante posição de mercado, que ultrapassa a cidade de Juiz de Fora e a região da zona da mata mineira, ofertando seus produtos para todo o país.

A empresa estudada é uma fábrica focalizada no processo, e que na literatura existente sobre o assunto é conhecida como *Job Shop*, ou seja, “é uma organização na qual os centros de trabalho ou departamentos são organizados em torno do tipo de funções ou similaridades ou especialidades departamentais” (GAITHER & FRAIZER, 2001, pág. 341), no caso da empresa são: extrusão, impressão, corte, acabamento e expedição.

O *layout* aplicado na empresa é denominado por Posicional ou Funcional, e caracteriza-se por possuírem centros de trabalho determinados, ou seja, cada tipo de processo empregado na fabricação do produto está aglomerado em um mesmo centro de trabalho, por exemplo, toda a impressão das estampas nas embalagens é feita no setor de impressão da empresa (GAITHER & FRAIZER, 2001).

As tarefas são geralmente processadas em lotes, sendo que o tamanho dos lotes se baseia no tamanho do pedido do cliente, sendo restrita a uma quantidade econômica mínima de produção. Cada tarefa ou pedido segue um roteiro distinto através de vários centros de trabalho, e tipicamente exigem muitas escolhas de roteiros numa *job shop* devido a uma variedade de tarefas processadas. A característica básica dos produtos fabricados na empresa é que seus pedidos não possuem um volume muito grande e possui um alto índice de customização.

A empresa usa sistema empurrar de produção, caracterizado por “fazer as peças e enviá-las para onde serão necessárias em seguida, ou para estoques, empurrando assim, materiais ao longo da produção de acordo com o programa” (GAITHER & FRAIZER, 2001, pág. 259).

Na instalação da empresa são realizados praticamente todos os processos de fabricação de seus produtos desde a extrusão até a expedição. No entanto, alguns processos de acabamento são terceirizados, por exemplo, o encaixe dos bastões de madeira nos *banners*.

3.4. PROCESSO PRODUTIVO

O sistema de produção aplicado nesta indústria de embalagens plásticas flexíveis constitui-se basicamente de cinco centros de trabalho: extrusão, impressão, corte/solda, rebobinadeira e o acabamento, que obedece a seqüência de processamento ilustrada na figura 17. O caminho pontilhado na figura 17 refere-se às alternativas de roteiros de fabricação dos produtos.

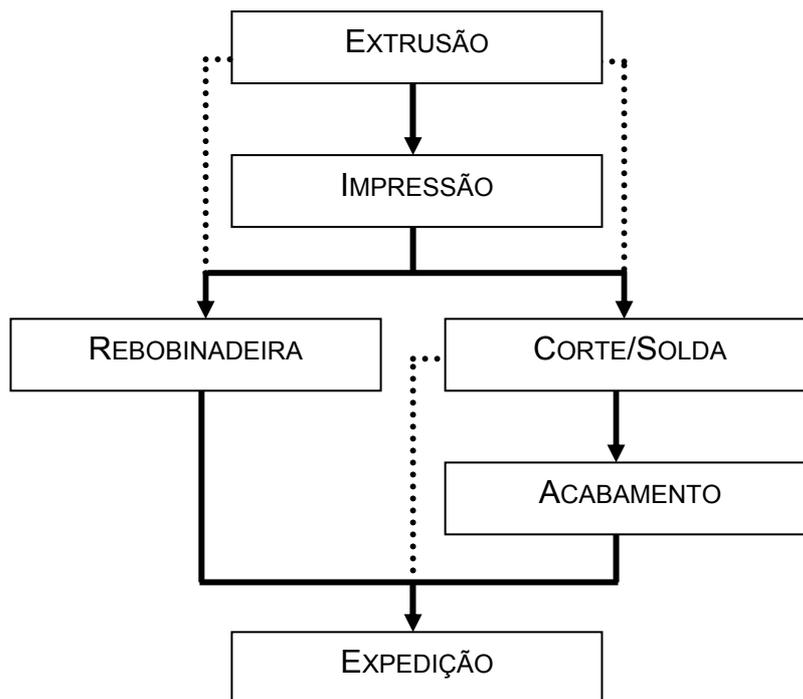


Figura 17 – Fluxograma do Processo Produtivo

Fonte: Adaptado de BEM (2002)

3.4.1. Extrusão

O setor de extrusão é o responsável por converter resina plástica em filmes plásticos, no caso da empresa estudada as resinas são: polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de baixa densidade linear (PEBDL) e polipropileno (PP). A extrusora é o equipamento responsável pela conversão, uma máquina constituída basicamente por uma rosca, um cilindro, matriz, torre e embobinador, conforme se pode ver na figura 18 (BEM, 2002).

A resina termoplástica entra na extrusora por um funil e é levada até a rosca (1), esta que, por sua vez, trabalha em um cilindro aquecido. O calor gerado neste cilindro e pelo atrito resina/resina, rosca/resina e cilindro/resina, transformam a mesma em uma espécie de massa polimérica fundida que é transportada através do cilindro até a matriz cilíndrica (2), onde é expelida em forma de balão por uma abertura (BEM, 2002).

À medida que avança pela torre da máquina (3) o balão é resfriado, até ser embobinado na forma de filme plástico por meio de embobinadores (9).

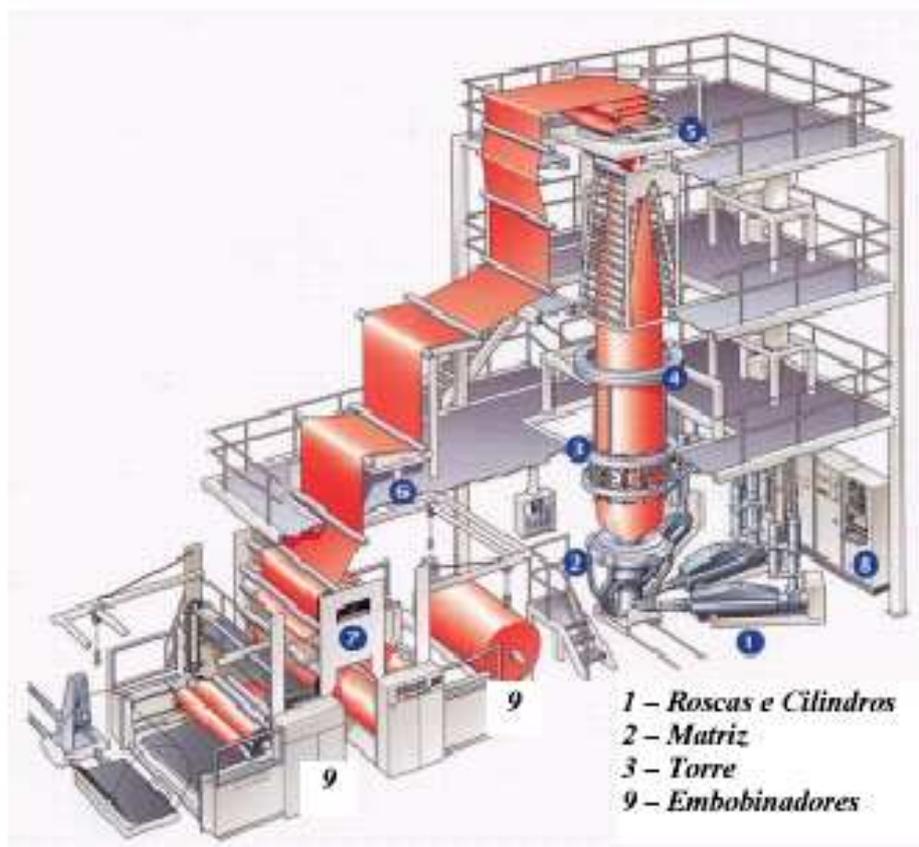


Figura 18 – Máquina Extrusora de Resina Plástica

Fonte: BEM, 2002, pág. 60

3.4.2. Impressão

Este setor é onde os filmes obtidos no processo anterior, a extrusão, são impressos, ou seja, onde algumas das principais características de uma embalagem são definidas, tais como ilustrações, cores, atratividade, dizeres e informações em geral. É um setor que agrega valor ao produto, uma vez que confere ao filme características únicas definidas pelo pedido do cliente. Segundo Bem (2002, pág. 51) existem atualmente dois sistemas de impressão para EPF:

1. Rotogravura: processo de impressão rotativa direta com matriz metálica com grafismo em baixo relevo;
2. Flexografia: processo de impressão rotativo direto que usa placas de polímeros (clichês) com grafismo em alto relevo.

Como este trabalho se trata de um estudo de caso realizado numa determinada empresa do setor, será desconsiderado o sistema de impressão de rotogravura, uma vez que a empresa estudada utiliza o sistema de impressão flexográfico. Para ilustrar o processo a figura 19 ilustra uma impressora flexográfica de 8 cores. Bem (2002, pág. 51) descreve as funções da impressora da seguinte forma:

1. Desbobinador: sua função é acoplar a bobina de filme à máquina e promover o desbobinamento do filme;
2. Tambor central: é uma espécie de suporte para manter o filme devidamente ajustado para receber a impressão dos grupos impressores;
3. Grupos Impressores: o exemplo citado possui 8 grupos, contudo, existem no mercado impressoras com 4, 6 e 10 grupos impressores;
4. Rebobinador: tem a função de rebobinar o material já impresso no final do processo;
5. Estufa (parte vermelha): é responsável pela secagem da tinta, embora a Figura 5 mostre apenas a estufa para secagem final, existem também as estufas de secagem “entre cores” que ficam na seqüência de cada grupo impressor.

O processo de impressão flexográfica ocorre da seguinte forma: o filme, representado na figura pela linha azul, é desembobinado(1) e passa por toda a impressora conforme a figura 19. A medida em que o filme está passando no tambor central(2), recebe a impressão no formato e cor contidos em cada grupo impressor(3) que estiver ativado. Por fim, o filme passa pelas estufas (parte vermelha), onde ocorre o processo de secagem, e é embobinado(4) no fim do processo (BEM, 2002).

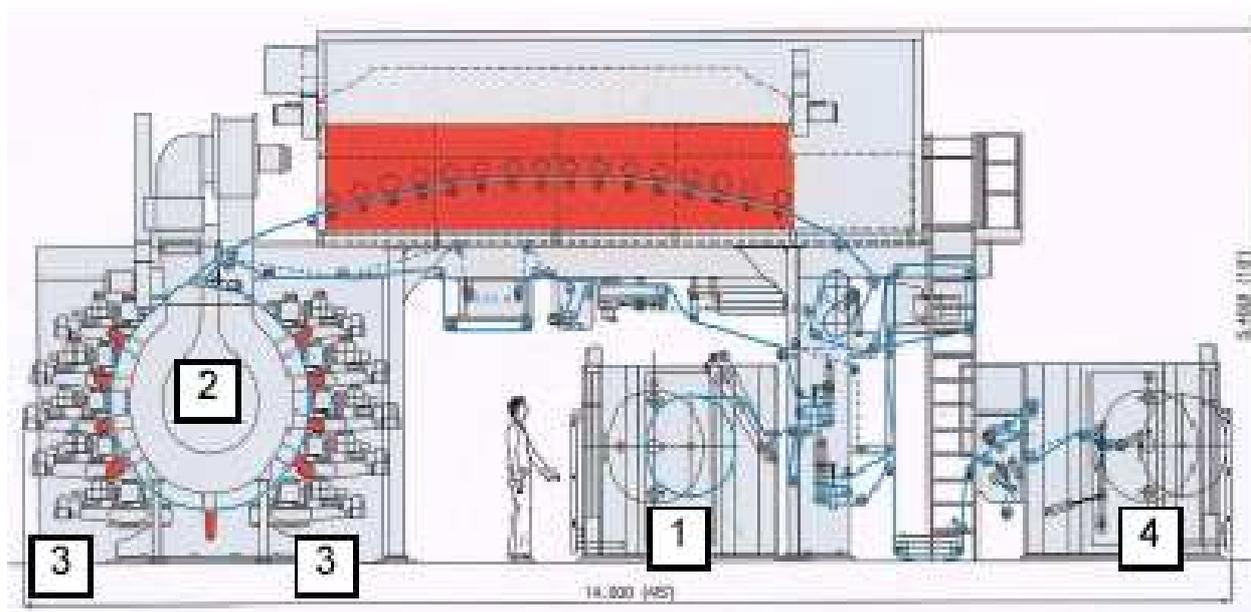


Figura 19 – Impressora Flexográfica de 8 Cores

Fonte: BEM, 2002, pág. 62

3.4.3. Corte e Solda

O setor de corte e solda recebe o filme impresso ou liso e transforma-o em sacos, sacolas, *banners*, entre outros, dependendo da especificação do produto. Para a confecção do produto nesse setor são necessárias informações sobre as dimensões da embalagem ou *banner*, qual o tipo de solda e qual o tipo de alça, esta última quando houver tal especificação.

Segundo Bem (2002) o formato, acessórios e tamanhos das embalagens dependem do tipo de máquina de corte-e-solda pela qual o produto vai ser transformado.

3.4.4. Rebobinadeira

Bem (2002. pág. 54 e 55) afirma ser este “um dos processos mais simples numa indústria de EPF”, e o descreve como consistindo em:

...desmembrar bobinas “mães” (bobinas com grandes diâmetros e com duas ou mais pistas de embalagens) em bobinas “filhas” (bobinas com diâmetro menor), de acordo com as especificações do cliente. As bobinas filhas, também chamadas de filme técnico, são amplamente usadas em clientes que possuem máquinas de empacotamento automático como por exemplo: arroz, feijão, farináceos, alimento para cães, leite em pó, café, etc.

3.4.5. Acabamento

O Acabamento é um setor diferente dos demais porque é um setor que se aproxima de um trabalho artesanal. É nesse setor que o produto vai ganhar características como alça de polietileno, alça com trilho simples ou duplo, alça rígida, colocação de bastões de madeira, no caso de *banners*, etc. Nesse setor encontram-se máquinas tipo prensa, vazador, máquinas de solda, furadores e máquinas de soldagem de alça de polietileno.

Capítulo IV

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA MRP

4.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Para que se possa compreender como era o funcionamento do Planejamento e Controle e da Produção - PCP na empresa objeto deste estudo é necessário inicialmente apresentar algumas peculiaridades inerentes ao seu sistema de produção no período anterior à realização deste trabalho.

O gerenciamento da demanda na empresa estudada era realizado através dos pedidos que a empresa tinha em carteira, ou seja, não eram feitas previsões de demanda, uma vez que há uma customização do produto, cada pedido é um produto diferente, não sendo possível a realização de uma previsão de vendas aplicável à demanda da empresa. Uma empresa com tal característica é classificada, segundo Vollmann *et al.* (2006), como sendo uma empresa *make-to-order* (MTO), ou seja, produz sob pedido, e sua demanda varia de acordo com o volume de pedidos dos clientes, fazendo também com que a utilização dos recursos de produção (máquinas, matérias-prima, funcionários e outros) também varie de acordo com o volume de produção para cada período. Tal variação na utilização dos recursos de produção ocasionava, de acordo com a demanda existente, subcarga ou sobrecarga no sistema de produção, aumentando os custos de produção.

A relação entre o tamanho dos lotes e o grau de customização dos produtos era outra característica que determinava as tomadas de decisão no PCP da empresa. Como na empresa os produtos possuem um alto grau de customização, ou seja, uma diferenciação no produto final, e os lotes de produção são pequenos, ocorriam muitos *setups*, preparação de máquina durante o processo produtivo, aumentando o *lead time* de produção.

As características citadas acima, ou seja, altos *setups*, *lead times* e demanda instável, ocorrendo subcarga e sobrecarga dos recursos produtivos, e, por conseguinte, gerando um aumento dos custos de fabricação, faziam com que a empresa perdesse competitividade ante suas concorrentes.

O PCP era realizado de forma empírica, ou seja, não existia nenhum *software* utilizado na programação da produção, sendo esta realizada a partir da experiência dos profissionais envolvidos. Tais profissionais elaboravam uma programação semanal e/ou diária, baseando-se em datas de entrega, *setup*, volume de estoque de produto em processo, disponibilidade de matéria-prima e clientes “prioritários”.

Somado a estes fatores, as ordens de prioridade de pedidos sofriam, com alguma frequência, alterações de quantidade e/ou prazo, canceladas ou complementadas por

pedidos urgentes. Estes fatos complicavam ainda mais a forma de realização do planejamento da produção.

Esta forma empírica de realizar o planejamento da produção, ou seja, a ausência de um *software* confiável capaz de executar o PCP, trazia ao sistema produtivo da empresa diversas complicações, afetando a competitividade da mesma no mercado. Estes problemas eram:

- Não cumprimento de prazos: como não existia um sistema que informasse o nível de utilização de recursos e o tempo total de produção do pedido, não havia como informar corretamente ao cliente os prazos de produção, ocorrendo assim *lead times* diferentes entre o prometido ao cliente e o realizado na fábrica;
- Ociosidade de produção por falta de matéria-prima: como não havia uma programação definida de quando seriam produzidos os pedidos, não podia-se ter uma programação de compra de matéria-prima, fazendo com que máquinas ficassem paradas;
- Subcarga ou sobrecarga dos recursos produtivos: mão-de-obra direta, máquinas e equipamentos precisavam ser re-allocados devido à imprecisão na programação, o que gerava atrasos na produção;
- Mudanças constantes na programação ocasionando perda de eficiência do sistema produtivo: como não havia uma definição clara de quais pedidos deviam ser processados primeiro, sendo que a prioridade mudava constantemente, a produção era obrigada a preparar a máquina constantemente para iniciar a fabricação de produtos diferentes, gerando ineficiência e custo de *setup* elevado. Este problema reflete na diminuição do índice de produtividade e no aumento de estoque de material em processo.

Todas essas deficiências tendem a enfraquecer a competitividade da empresa objeto deste estudo, causando custos desnecessários e insatisfação de clientes.

Por todos os problemas citados anteriormente e devido à importância de manter a competitividade da empresa, foi identificada a necessidade da utilização de um *software* capaz de executar com confiança o planejamento e controle de produção da empresa.

4.2. IDENTIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO

Como foi visto no item 2.4 não existe apenas um sistema de PCP, portanto, antes de se buscar uma solução para a necessidade descrita no item anterior era necessário conhecer qual a metodologia de gestão da produção aplicada na empresa para que se pudesse identificar dentre os diversos sistemas existentes no mercado qual sistema atenderia a essa necessidade.

A identificação da metodologia de gestão da produção aplicada na empresa aconteceu, primeiramente, através de uma reunião com o gerente administrativo, também responsável pelo setor de planejamento e controle de produção da empresa estudada, visando conhecer a empresa em três níveis:

- Estratégia competitiva da empresa;
- Análise do nível de integração e informatização da produção;
- Informações sobre as atividades de PCP.

Os resultados relacionados a estratégia competitiva obtidos durante esta reunião estão esquematizados na tabela 8.

Tabela 8 – Estratégia Competitiva da Empresa

Estratégia	Conquistar os consumidores através da diferenciação do produto.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da qualidade dos produtos e da produção; - Redução dos custos indiretos de produção; - Redução dos níveis de estoque de produtos em processo; - Redução dos <i>lead times</i> de produção.
Mercado	<ul style="list-style-type: none"> - Nível nacional e regional; - Competitivo e em crescimento.
Indicadores de Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de refugo; - Tempo de máquina parada; - Volume de produção mensal; - Tempo de <i>setup</i> e <i>lead time</i> de produção.
Critérios Competitivos	<ul style="list-style-type: none"> - Qualidade; - Custo; - Prazos de entrega; - Flexibilidade na alteração dos projetos de produtos; - Flexibilidade no projeto de novos produtos; - Flexibilidade na alteração do volume de produção.

Fonte: O Autor

Durante a reunião de identificação da metodologia de gestão da produção, no que diz respeito à análise do nível de integração e informatização da produção, o gerente administrativo informou que não havia nenhum setor informatizado no sistema produtivo da empresa e não eram utilizadas máquinas CNC (controles numéricos computadorizados). Com relação à integração dos departamentos via informática, ou seja, por meio de algum sistema, o gerente administrativo observou que apenas o departamento de *marketing* está integrado com o departamento de contabilidade.

A tabela 9 resume os dados obtidos durante a mesma reunião referentes às atividades de PCP na empresa antes da realização do presente trabalho.

Tabela 9 – Atividades de PCP Realizadas na Empresa

Como é gerado o Planejamento Mestre da Produção?		Gerado automaticamente
	X	Construído à mão
Como é feito o controle estatístico do processo?		<i>On line</i>
		Manual
	X	Não é realizado
O cálculo das necessidades de materiais é executado automaticamente?		Sim
	X	Não
Como é feita a coleta de dados no controle da produção?	X	Manual
		Automático
Qual o sistema de PCP utilizado na empresa?	X	Convencional
		Convencional auxiliado por computador
		JIT
		MRP
		OPT

Fonte: O Autor

O programa mestre de produção (MPS) era construído, segundo indicação do gerente administrativo durante a reunião, pelos supervisores de produção sem nenhum cálculo automático, ou seja, era gerado “à mão”, da mesma forma era realizado o controle estatístico de processo (CEP). O sistema de PCP utilizado não era computacional, ou seja, eram planilhas em folhas de papel utilizadas pelos supervisores para controlar e programar a produção sem a utilização de um sistema computadorizado, o que fazia com que os cálculos das necessidades de materiais não fossem gerados automaticamente e com que os dados no controle da produção fossem obtidos manualmente.

Objetivando ainda o conhecimento do problema dentro da empresa estudada, um questionário (Anexo I) foi aplicado e preenchido pelos funcionários encarregados de cada departamento – extrusão, impressão, corte e acabamento – e para os supervisores de turno, sendo um total de 15 questionários, um encarregado por turno e três turnos por dia.

Este questionário visava compreender como algumas variáveis interferiam no processo produtivo da empresa. As variáveis tratadas nesse questionário foram: ausência de matéria-prima, ausência de material necessário, ociosidade de máquinas e

equipamentos, interrupção da produção e ociosidade de funcionários. Tais variáveis interferem no processo de produção, aumentando o *lead time* e gerando custos indiretos de produção.

A tabela 10 apresenta os resultados obtidos pelas respostas dos funcionários, sendo que o número 4 representa a opção “sempre”, 3 a opção “frequentemente”, 2 a opção “às vezes”, 1 a opção “raramente” e 0 opção “nunca” para as respostas do questionário.

Tabela 10 – Resultados Obtidos pelo Questionário 2 antes da Utilização do Sistema

	Extrusão			Impressão			Corte			Acabamento			Supervisão		
1) Com que frequência um pedido deixa de começar a produção por ausência de matéria prima?	3	3	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	-	-	-
2) Com que frequência há máquina parada por falta de matéria-prima ou produto vindo de processo anterior?	2	1	1	0	0	0	3	2	3	3	2	3	-	-	-
3) Com que frequência há funcionário ocioso por falta de alocação de produção para determinada máquina?	1	1	1	1	0	0	3	2	2	2	3	3	-	-	-
4) Com que frequência falta funcionários em seu setor para produzir determinado produto?	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	-	-	-
5) Com que frequência a produção de um pedido é interrompida para produzir outro pedido?	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	-	-	-
6) Com que frequência clientes recebem seus pedidos no prazo estabelecido?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	3
7) Com que frequência clientes cobram pedidos atrasados?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3

Legenda: (4) Sempre (3) Frequentemente (2) Às vezes (1) Raramente (0) Nunca

Fonte: O Autor

Como se pode observar nos resultados da tabela 10, cada setor apresentou uma variável crítica. No setor de extrusão, a ausência de matéria-prima. No setor de corte, a ausência de produto fabricado por um processo antecedente. No setor de acabamento, a ausência de produto fabricado por um processo antecedente, a ausência de serviço alocado para uma determinada máquina e ociosidade de funcionários devido à falta de serviço.

Foi identificada uma variável crítica comum a todos os setores da empresa analisados pelo questionário, a interrupção da produção. Aprofundando-se com os supervisores nesta variável descobriu-se que isso acontecia com frequência devido à ausência de matéria-prima e atrasos nos prazos de entrega.

Tendo conhecimento de que a ausência de matéria-prima fazia com que houvesse um alto volume de interrupções na produção, gerando altos tempos de *setup* e elevando os *lead times* de produção, foi definido o primeiro objetivo do sistema a ser utilizado: calcular de forma precisa a necessidade de matéria-prima e quando esta deveria estar disponível em estoque.

Os prazos estabelecidos de entrega de produto e cobrança de clientes sobre pedidos atrasados foram utilizados como indicadores, levantados no questionário, referentes à interferência das demais variáveis no processo produtivo. Como observou-se nos resultados apresentados pela tabela 8, esses indicadores identificaram uma ineficiência do sistema produtivo com relação aos cumprimentos de prazos de produção.

A fim de conhecer com exatidão esses indicadores foi realizada uma coleta de dados, durante o mês de setembro de 2006, para identificar qual era o índice de cumprimento de prazos da empresa. Os dados da coleta estão em anexo (Anexo II).

O índice de cumprimento de prazos (ICP) foi calculado através da seguinte fórmula:

$$ICP(\%) = \frac{NPPC}{NTP} \times 100$$

onde NPPC é o número de pedidos com prazos cumpridos e NTP é o número total de pedidos produzidos no mês.

De acordo com os dados apresentados no Anexo II, o índice de cumprimento de prazos da empresa no mês de setembro de 2006 foi de 34,38% e a média de dias de atraso para cada pedido atrasado foi de 11,08 dias.

Conforme resultados do estudo referente aos indicadores de cumprimento de prazo de entrega de pedidos foi definido o segundo objetivo do sistema a ser utilizado: programar a produção de forma com que os prazos de entrega fossem cumpridos.

Definidos os objetivos principais a serem atingidos pelo sistema de planejamento e controle da produção, encontrou-se, então, um sistema que atendesse a necessidade da empresa, o sistema MRP, cujas características já foram apresentadas nos itens 2.4 e 2.5 do presente trabalho.

4.3. O SISTEMA MRP UTILIZADO

Como foi relatado anteriormente, para os problemas identificados no sistema produtivo da empresa objeto de estudo, foi apresentada uma solução que atenderia a essa necessidade, que era de ter matéria-prima em estoque quando for iniciar a produção de um determinado lote de produto e cumprir os prazos prometidos aos clientes.

O sistema utilizado, que será caracterizado a seguir, foi uma proposta desenvolvida pelo autor do presente trabalho em conjunto com o técnico de informática da empresa estudada. O sistema baseou-se nos conceitos de cálculo das necessidades de material já apresentado no item 2.5.

O sistema MRP utilizado é uma planilha eletrônica do programa *Excel* que visa aos mesmos objetivos de um sistema mais complexo e elaborado. Optou-se por desenvolver um sistema simplificado para que se pudesse fazer uma análise dos benefícios trazidos pela utilização de um sistema MRP à empresa e se seria viável um investimento em um sistema mais eficiente.

Foi definido, então, que o objetivo deste sistema não era encontrar a solução ótima de programação, pois tal objetivo exigiria cálculos complexos e um *software* capaz de executar tais cálculos, e sim encontrar uma solução rápida e adequada, ou seja, uma solução sub-ótima.

4.3.1. Dados Necessários ao Sistema MRP Utilizado

Nos itens 2.4 e 2.5 deste trabalho, foram apresentadas as características de funcionamento dos sistemas MRP/MRP II. Para que um sistema com tais características fosse desenvolvido foi necessária uma coleta de dados, realizada durante o mês de setembro de 2006, para o auxílio no cálculo do *lead time* de produção, uma vez que este valor é um dado de entrada no sistema.

A produtividade de cada máquina, o *setup* de cada setor e o *lead time* de entrega de matéria-prima de cada fornecedor foram definidos por processo de amostragem, sendo que no caso dos *lead times*, essa amostragem ocorreu por meio de consulta aos fornecedores.

Um dado que foi usado para o cálculo dos *lead times* de produção foi o *setup*, para isso foram realizadas observações e medições, durante os processo de produção no mês de setembro de 2006, dos tempos de preparação de cada máquina¹. As observações foram feitas pelos operadores das máquinas, sendo contado, em minutos, o tempo gasto para preparar a máquina para uma determinada ordem de produção. Após a obtenção destas

¹ Por não ser o objetivo do trabalho o cálculo dos *setups* das máquinas não será detalhado

informações foi calculada uma média de *setup* para cada máquina. Como os tempos de *setup* de cada máquina em cada setor eram próximos, definiu-se um tempo médio de *setup* por setor para ser adicionado ao tempo de produção da máquina no sistema de PCP, a ser utilizado, a fim de se conhecer o *lead time* de produção.

O setor de extrusão obteve uma média de tempo de *setup* de 12 minutos. No setor de impressão os dados apresentaram uma média de aproximadamente 72 minutos para cada preparação de máquina. No setor de corte observou-se uma média de aproximadamente 25 minutos de tempo de *setup*. Finalizando esta etapa da coleta de dados, no setor de acabamento, foi observada uma média de 6 minutos de *setup*.

Apesar de serem conhecidas, devido à informação dos fabricantes, a produtividade de cada máquina teve que ser redefinida, pois, devido ao fato de serem máquinas antigas, a produtividade informada pelo fabricante não era a produtividade real da máquina observada durante o processo produtivo. Os resultados da produtividade média das máquinas estão apresentados na tabela 11.

Tabela 11 – Produtividade Média das Máquinas

Setor	Máquina	Produtividade
Extrusão	Rully Davis 75mm	257,2 Kg/h
Extrusão	CDH 1	108,5 Kg/h
Extrusão	CDH 2	134,88 Kg/h
Extrusão	Ciola	57,19 Kg/h
Impressão	Thunder	23,22 m/min
Impressão	FevaFlex	17,24 m/min
Impressão	Carnevalli	24,32 m/min
Corte	MaqPlas 1	10 cortes/min
Corte	FMC	40 cortes/min
Corte	NPU	21 cortes/min
Corte	Plastisac	22 cortes/min
Corte	MaqPlas 2	149 cortes/min
Corte	Hece	88 cortes/min
Acabamento	MaqPlas Poli	634 sacolas/h
Acabamento	Prensa 1	1000 sacolas/h
Acabamento	Prensa 2	800 sacolas/h
Acabamento	Vazador	1500 sacolas/h
Acabamento	Soldadora de alça rígida	400 sacolas/h
Acabamento	Soldadora de trilho duplo	350 sacolas/h
Acabamento	Furador	1500 sacolas/h
Acabamento	Rebobinadeira	130 m/min

Fonte: O autor²

² Por não ser o objetivo do trabalho o cálculo da produtividade das máquinas não será detalhado.

A coleta foi realizada observando na máquina o indicador de produtividade. Nas máquinas de extrusão, em um intervalo de uma hora, foram pesados quantos quilos de resina plástica haviam sido extrusados. Nas impressoras foram medidos, em intervalos de dez minutos, quantos metros de filme plástico foram impressos. Para as máquinas de corte foram contados quantos cortes cada máquina fazia em um intervalo de um minuto. Finalmente, para as máquinas do setor de acabamento, eram contados os números de sacolas produzidas em um intervalo de uma hora.

Foi definido que o controle de material seria concentrado nas resinas de polímero (polietileno de alta densidade, polietileno de baixa densidade, polietileno de baixa densidade linear e polipropileno), pois tais materiais serviam de matéria-prima para todos os produtos fabricados na empresa.

Para este material a empresa tinha dois fornecedores e foi realizada uma consulta a estes fornecedores para estabelecer o *lead time* de entrega, ou seja, o tempo entre a realização do pedido de matéria-prima ao fornecedor até o momento em que esta matéria esteja disponível em estoque para sua utilização na empresa. O resultado desta consulta indicou que o *lead time* de entrega de matéria-prima era de 3 dias. Assim sendo, se, por exemplo, um pedido que necessitasse de uma matéria-prima A que não estava disponível em estoque devesse iniciar sua produção na sexta-feira, o pedido ao fornecedor dessa matéria-prima deveria ser feito até, no máximo, terça-feira pela manhã.

4.3.2. Funcionamento do Sistema MRP Utilizado

O sistema foi desenvolvido na primeira quinzena do mês de outubro de 2006, implementado durante a segunda quinzena do mesmo mês e utilizado nos meses de outubro, novembro e dezembro do ano de 2006.

O fluxograma de funcionamento do sistema utilizado está representado na figura 20. Após o recebimento do pedido, as especificações do produto – data de entrega, pigmento, tipo de produto, cor de impressão, altura, largura, espessura, entre outros – são inseridas no sistema no módulo de programação do pedido. Após a inserção destes dados, é calculado o *lead time* de produção para o pedido, encontrado entre a média do tempo de produção percorrendo o caminho crítico no sistema produtivo, ou seja, onde possui um *lead time* maior, e o caminho mais curto do sistema. Visando evitar atrasos na entrega, foi definido que se houvesse uma diferença entre a média de *lead time* encontrada e o maior tempo de produção superior a 5 dias, o *lead time* adotado seria o maior tempo de produção.

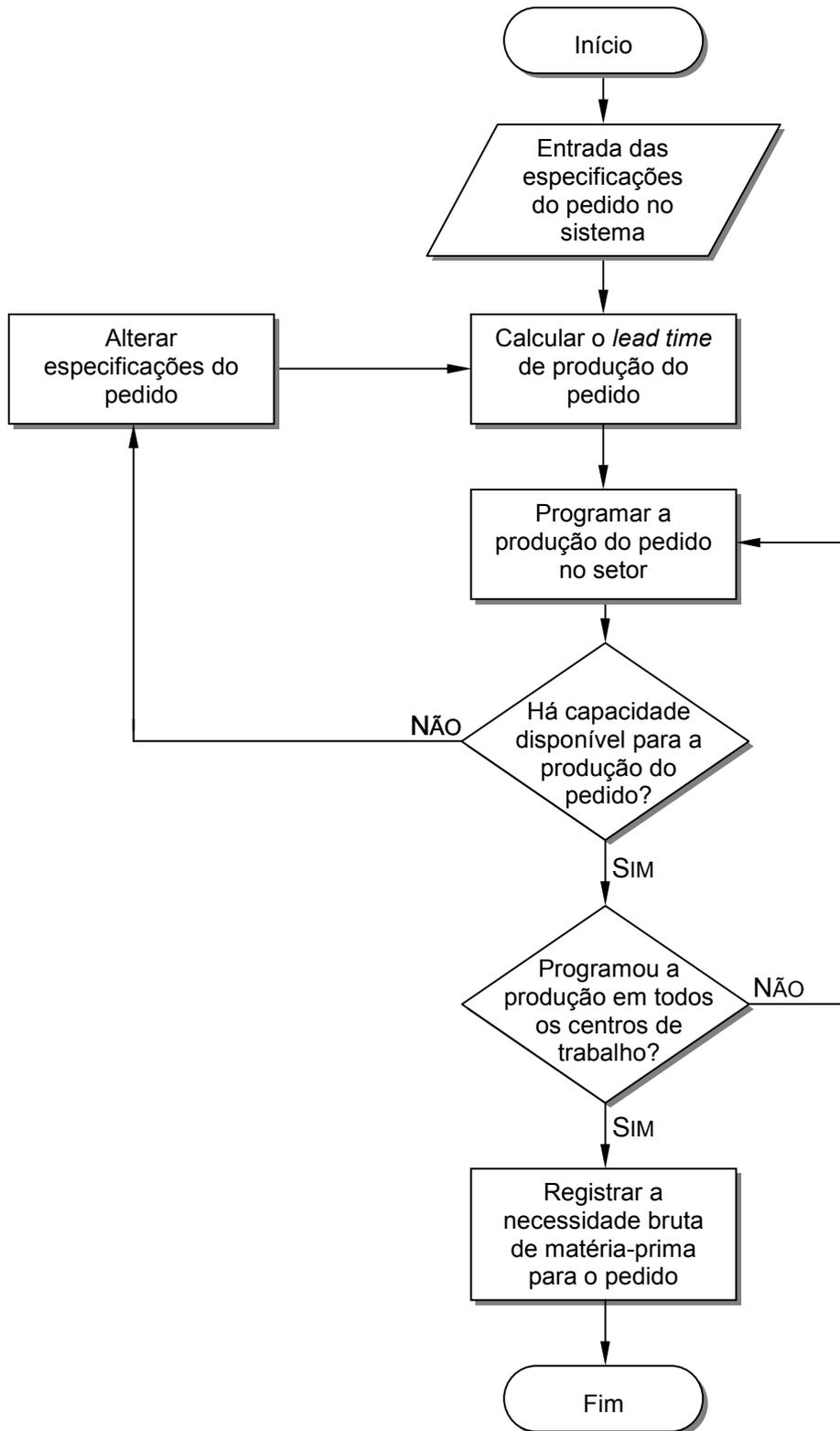


Figura 20 – Fluxograma de Funcionamento do Sistema

Fonte: O Autor

Subtraindo do prazo de entrega o *lead time* de produção adotado, ou seja, realizando uma programação para trás a partir da data de entrega do produto ao cliente, é possível programar o pedido em cada centro de trabalho.

Após a programação e consulta de capacidade, é acrescido ao tempo de início do processo no centro de trabalho o tempo gasto durante a operação naquele centro para se obter a data de início no processo sucessor. Assim se programava em todos os centros de trabalho pelo qual o produto passaria.

Quando o centro de trabalho está carregado para a data de produção programada, o departamento de vendas entra em contato com o cliente para informar uma alteração no prazo de entrega do pedido. Após esta alteração faz-se o mesmo processo para programação já explicado e ilustrado pela figura 20.

Como foi descrito anteriormente, o sistema MRP utilizado, o *sis_PCP*, é uma planilha eletrônica desenvolvida no programa *Excel* do sistema operacional *Windows* e foi desenvolvido através de um trabalho conjunto entre o autor do presente trabalho com o técnico responsável pela parte de informática da empresa.

O *sis_PCP* possui cinco módulos básicos de funcionamento, módulo de programação da produção, módulos de análise da capacidade dos centros de trabalho, módulo de acompanhamento da produção, módulo de controle de estoque e módulo de cálculo das necessidades de material. As funções de cada módulo são descritas a seguir.

a) Módulo de Programação da Produção do Pedido

A função básica deste módulo do *sis_PCP* é, como o próprio nome diz, programar a produção de um determinado pedido, especificando qual o roteiro que este produto irá percorrer dentro do sistema produtivo.

No módulo de programação da produção são inseridos os dados de especificação de cada produto: cliente, cidade, estado, data de entrega, tamanho do lote, largura, altura e espessura da embalagem, peso de matéria-prima a ser utilizada, número de centros de trabalho percorridos pelo produto, tipo de solda, tipo de sanfona, tipo de pigmentação, quais as cores de impressão, qual o título do clichê, se possui clichê na fábrica, tipo de impressão, especificação de materiais e tipo de alça, se houver.

Após a inserção destes dados é realizado o cálculo de *lead time* previsto para cada produto. É também neste módulo que é realizada a programação dos centros de trabalho, das máquinas e do número de funcionários necessário para a produção do pedido e são determinadas as datas de início de cada etapa do processo de fabricação.

Após a programação da produção em todos os centros de trabalho pelos quais o produto vai percorrer a ordem de produção é expedida.

A figura 21 apresenta a tela deste módulo no *sis_PCP*.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Microsoft Excel - sis_PCP'. The spreadsheet contains a form for production order programming. The data entered is as follows:

Field	Value
OP Nº	15378-1
Cliente	CRB Malhas Ltda
Cidade de entrega	Juiz de Fora
UF	MG
Data	15/12/06
Quantidade	60000
Peso	28,88028 Kg
Nº operações	3
Largura	0,117 metro
Altura	0,34 metro
Espeçura	0,011 metro
Pigmento	Trasparente
Título do clichê	Polo Socks Azul
Clichê	<input checked="" type="checkbox"/> Novo clichê
Impressão	<input checked="" type="checkbox"/> Frente
Material	<input checked="" type="checkbox"/> Baixa
	<input type="checkbox"/> Fábica
	<input type="checkbox"/> Frente e verso
	<input type="checkbox"/> Alta
	<input type="checkbox"/> Linear
	<input checked="" type="checkbox"/> PP
	<input type="checkbox"/> 100 %
Solda	<input type="checkbox"/> Fundo
	<input checked="" type="checkbox"/> Lateral
Tipo de alça	<input type="checkbox"/> Vazada sem dobra
	<input type="checkbox"/> Vazada com dobra
	<input type="checkbox"/> Camisa
	<input type="checkbox"/> Alça rígida
	<input type="checkbox"/> Cadeado
	<input type="checkbox"/> Com trilho simples
	<input type="checkbox"/> Polietileno
	<input type="checkbox"/> Opção
	<input type="checkbox"/> Italiana
	<input type="checkbox"/> Com trilho duplo
Tempo máximo de produção	5 Dias
Tempo mínimo de produção	1 Dias
Média de dias de produção	3 Dias
Início da Extrusão	12/12/06
Rully Davis 75 mm	0,11 horas
CDH 1	0,27 horas
CDH 2	0,24 horas

The interface also shows a menu bar with options: Programação, Acompanhamento, Extrusão, Impressão, Corte, Acabamento, MRP, Contr. The status bar at the bottom indicates 'Pronto' and 'MATÚ NÚM'.

Figura 21 – Módulo de Programação da Produção do Pedido

Fonte: *sis_PCP*

b) Módulo de Acompanhamento da Produção

Como foi visto no item 2.5, os sistemas MRP II possuem um módulo de controle de fábrica ou *shop floor control* (SFC). A figura 22 apresenta a tela deste módulo no sistema utilizado pela empresa estudada, o *sis_PCP*.

O objetivo deste módulo é o acompanhamento da execução dos pedidos, obtendo informações sobre o posicionamento da produção, ou seja, em qual parte do processo um determinado pedido se encontra e quantos dias restam para a produção partindo da data de entrega prometida ao cliente.

Dir	OP Nº	Pedido Nº	Cliente	Cidade	UF	Entrega
14	15378-1	-	CRB Malhas Ltda	Juiz de Fora	mg	15/12/06
0	16049-1	-	Massas Carbeiro Ltda	Petropolis	rj	01/12/06
2	15927-3	-	Soma Indústria e Comércio de Alimentos	Rio Pomba	mg	03/12/06
2	15927-2	-	Soma Indústria e Comércio de Alimentos	Rio Pomba	mg	03/12/06
2	15927-1	-	Soma Indústria e Comércio de Alimentos	Rio Pomba	mg	03/12/06
3	15798-1	-	Calçados Itapuã S.A.	Cachoeiro do Itapemerim	es	04/12/06
3	15798-2	-	Calçados Itapuã S.A.	Cachoeiro do Itapemerim	es	04/12/06
3	15798-3	-	Calçados Itapuã S.A.	Cachoeiro do Itapemerim	es	04/12/06
4	16260-1	-	Indústria e Comércio de Fumo Capoeirinha Ltda	Astolfo Dutra	mg	05/12/06
4	15708-2	-	Comércio e Indústria de Fumo Tocantins	Tocantins	mg	05/12/06
4	14787-1	-	Santa Casa de Misericórdia de Juiz de Fora	Juiz de Fora	mg	05/12/06
4	16260-2	-	Bigu Indústria e Comércio de Refrescos e Doces Ltda	Astolfo Dutra	mg	05/12/06
4	16205-2	-	Indústria e Comércio de Produtos Alimentícios Carneiro e Fill	Petropolis	rj	05/12/06
4	16044-1	-	Indústria de Calcinhas Cardel Ltda	Juiz de Fora	mg	05/12/06
4	15383-1	-	Flaire Industria e Comércio Ltda	Juiz de Fora	mg	05/12/06
4	16069-1	-	Multimassas Ltda	Juiz de Fora	mg	05/12/06
14	15378-1	-	CRB Malhas Ltda	Juiz de Fora	mg	15/12/06
14	15828-3	-	Bigu Indústria e Comércio de Refrescos e Doces Ltda	Sapucaia	rj	15/12/06
14	15828-1	-	Bigu Indústria e Comércio de Refrescos e Doces Ltda	Sapucaia	rj	15/12/06
14	15092-3	-	Dalplast Indústria e Comércio Ltda	Juiz de Fora	mg	15/12/06
14	15092-2	-	Dalplast Indústria e Comércio Ltda	Juiz de Fora	mg	15/12/06
14	15092-1	-	Dalplast Indústria e Comércio Ltda	Juiz de Fora	mg	15/12/06
14	15830-1	-	Monteiro Indústria de Pescado	Itarema	ce	15/12/06
17	15835-3	-	Hiperroll Embalagens Ltda	Juiz de Fora	mg	18/12/06
17	15835-2	-	Hiperroll Embalagens Ltda	Juiz de Fora	mg	18/12/06
17	15835-1	-	Hiperroll Embalagens Ltda	Juiz de Fora	mg	18/12/06

Figura 22 – Módulo de Acompanhamento da Produção

Fonte: sis_PCP

O módulo de acompanhamento de produção informa a proximidade da data de consulta com a data de entrega do produto prometida ao cliente e quais os processos programados já foram executados. Essas informações permitem que o supervisor de produção acompanhe se a programação planejada está sendo executada e se os pedidos com datas de entrega mais próximos cumpriram os prazos. Caso o supervisor identifique que os prazos não serão cumpridos o cliente é comunicado sobre o atraso na entrega do produto.

c) Módulos de Análise da Capacidade

Os módulos de análise da capacidade têm por objetivo informar ao programador qual é a situação do setor e das máquinas em relação à carga de trabalho programada. Cada setor, ou centro de trabalho, tem uma planilha. A figura 23 ilustra um dos módulos de análise da capacidade, o módulo do setor de extrusão, e além deste o sistema possui o módulo de análise da capacidade do setor de impressão, do setor de corte e do setor de acabamento.

OP	Data de Início	Peso	Máquina	Horas de Prod.	Tipo	Início da Semana	Fim da Semana	Capacidade h
15378-1	12/12/06	28,88	Ciola	0,71	Contínua em 1F	10/12/06	16/12/06	165,40
15378-1	12/12/06	28,88	Ciola	0,71	Contínua em 1F	10/12/06	16/12/06	
15835-3	15/12/06	16,36	CDH2	0,33	Aberta em 2F	10/12/06	16/12/06	
15835-2	14/12/06	60,19	CDH2	0,65	Aberta em 2F	10/12/06	16/12/06	
15835-1	13/12/06	29,45	CDH2	0,43	Aberta em 2F	10/12/06	16/12/06	
16260-1	04/11/06	73,92	CDH2	0,76	Aberta em 2F	29/10/06	04/11/06	
15708-2	30/11/06	103,36	CDH2	0,97	Aberta em 2F	26/11/06	02/12/06	
11485-1	27/12/06	7,92	CDH2	0,27	Contínua em 2F	24/12/06	30/12/06	
15826-1	19/12/06	16,46	CDH2	0,33	Contínua em 2F	17/12/06	23/12/06	
15927-3	02/12/06	45,62	CDH1	0,63	Contínua em 2F	26/11/06	02/12/06	
15927-2	02/12/06	30,41	CDH1	0,49	Contínua em 2F	26/11/06	02/12/06	
15927-1	02/12/06	30,41	CDH1	0,49	Contínua em 2F	26/11/06	02/12/06	
14787-1	04/12/06	46,78	CDH2	0,55	Contínua em 1F	03/12/06	09/12/06	
15828-3	14/12/06	15,99	CDH1	0,35	Contínua em 2F	10/12/06	16/12/06	
15828-1	14/12/06	11,55	Ciola	0,41	Contínua em 1F	10/12/06	16/12/06	
16260-2	04/12/06	11,88	CDH2	0,30	Contínua em 2F	03/12/06	09/12/06	
16205-2	04/12/06	6,13	CDH2	0,25	Contínua em 2F	03/12/06	09/12/06	
16044-1	04/12/06	13,94	Ciola	0,45	Contínua em 1F	03/12/06	09/12/06	
15383-1	02/12/06	22,18	Ciola	0,59	Contínua em 1F	26/11/06	02/12/06	
16081-1	25/12/06	5,23	CDH2	0,25	Contínua em 2F	24/12/06	30/12/06	
15209-1	19/12/06	10,78	CDH1	0,31	Aberta em 2F	17/12/06	23/12/06	
15092-3	14/12/06	11,88	CDH2	0,30	Contínua em 1F	10/12/06	16/12/06	
15092-2	14/12/06	11,88	CDH1	0,32	Contínua em 1F	10/12/06	16/12/06	
15092-1	13/12/06	11,88	CDH1	0,32	Contínua em 1F	10/12/06	16/12/06	
15798-3	19/11/06	208,82	Rully	1,02	Aberta em 2F	19/11/06	25/11/06	
16049-1	30/11/06	2,72	CDH2	0,23	Contínua em 2F	26/11/06	02/12/06	
15830-1	13/12/06	19,80	CDH2	0,35	Contínua em 2F	10/12/06	16/12/06	
16069-1	04/12/06	9,55	Rully	0,24	Contínua em 2F	03/12/06	09/12/06	

Figura 23 – Módulo de Análise da Capacidade do Setor de Extrusão

Fonte: sis_PCP

Durante a programação do pedido no módulo de programação, o usuário determina em qual máquina de um determinado setor aquele pedido será produzido. Então é realizada uma consulta no módulo de análise da capacidade do setor a ser programado para saber se durante o horizonte de programação haverá tempo de máquina disponível para produção do pedido que se está programando, se não houver, o usuário pode optar por mudar a máquina na qual o pedido deve ser produzido, realizando nova análise de capacidade, ou alterar, em conjunto com o cliente, os prazos de entrega do produto.

d) Módulo de Controle de Estoque de Matéria-Prima

O módulo de controle de estoque de matéria-prima, cuja tela no sis_PCP é apresentada na figura 24, é responsável pelo registro de entrada e saída dos materiais, especificando as datas e os tipos de materiais. Através deste controle tem-se um arquivo com a situação do estoque, arquivo este necessário para que haja uma programação da compra de matéria-prima necessária para a produção no horizonte de planejamento.

Data	Entrada/Saída	Quantidade (Kg)	Material
04/12/06	Saída	4025	PP
30/11/06	Entrada	4025	PEAD
30/11/06	Entrada	3475	PEBD
30/11/06	Entrada	7400	PEBDL
30/11/06	Entrada	400	PP
30/11/06	Saída	875	PEAD
30/11/06	Saída	500	PEBDL
30/11/06	Saída	4025	PP
01/12/06	Saída	500	PEAD
01/12/06	Saída	125	PEBDL
01/12/06	Saída	4450	PP
02/12/06	Saída	500	PEAD
02/12/06	Saída	500	PEBD
02/12/06	Saída	650	PEBDL
02/12/06	Saída	375	PP
03/12/06	Saída	750	PEAD
03/12/06	Saída	1225	PEBD
03/12/06	Saída	1625	PEBDL
03/12/06	Saída	375	PP
04/12/06	Saída	1000	PEAD
04/12/06	Saída	1775	PEBD

Figura 24 – Módulo de Controle de Estoque de Matéria-Prima

Fonte: sis_PCP

Além de apresentar a posição atual do estoque, o módulo de controle de estoque de matéria-prima apresenta uma série histórica de dados sobre consumo e entrada de matéria-prima, podendo ser utilizada, posteriormente, para fazer previsões de demanda de matéria-prima, por exemplo, através de modelos de previsão que utilizam séries temporais.

e) Módulo de Cálculo das Necessidades de Material

A figura 25 apresenta a tela do módulo de cálculo das necessidades de material no sis_PCP, utilizado para planejar a compra de matéria-prima para a produção. O objetivo principal deste módulo é programar a data de chegada e as quantidades de matéria-prima segundo as necessidades da empresa no horizonte de planejamento.

OP	Início da Extrusão	PEAD	PEBD	PEBDL	PP	COD	Matéria-prima	Pedido	Semana Início
15378-1	12/12/06	0,00	0,00	0,00	28,88	3	11/12/06	04/12/06	10/12/06
15092-1	13/12/06	9,50	0,00	2,38	0,00	4	11/12/06	04/12/06	10/12/06
15092-2	14/12/06	9,50	0,00	2,38	0,00	5	11/12/06	04/12/06	10/12/06
15092-3	14/12/06	9,50	0,00	2,38	0,00	5	11/12/06	04/12/06	10/12/06
15828-1	14/12/06	0,00	0,00	0,00	11,55	5	11/12/06	04/12/06	10/12/06
15828-3	14/12/06	12,79	0,00	3,20	0,00	5	11/12/06	04/12/06	10/12/06
15835-1	13/12/06	0,00	23,56	5,89	0,00	4	11/12/06	04/12/06	10/12/06
15835-2	14/12/06	0,00	48,15	12,04	0,00	5	11/12/06	04/12/06	10/12/06
15835-3	15/12/06	0,00	13,09	3,27	0,00	6	11/12/06	04/12/06	10/12/06
15378-1	12/12/06	0,00	0,00	0,00	28,88	3	11/12/06	04/12/06	10/12/06

Figura 25 – Módulo de Cálculo das Necessidades de Material

Fonte: sis_PCP

Para implantação do sis_PCP foi definido que a chegada da matéria-prima seria fixada nas segundas-feiras, dia em que os outros pedidos de compra também seriam preparados para serem emitidos nas quartas-feiras, ou seja, o pedido de compra de material utilizado na semana 2, por exemplo, seria preparado na segunda-feira da semana 1 e emitido na quarta-feira da semana 1.

Assim sendo, para se preparar o pedido na segunda-feira, o módulo de controle de estoque informa a posição do estoque e através da data de previsão e dos pedidos programados no sistema o módulo de cálculo das necessidades de material do sis_PCP informa o consumo de matéria-prima naquela semana e a necessidade bruta de material na semana subsequente e, através da equação apresentada no item 4.2, é encontrada a necessidade líquida de material e expedido o pedido de compra.

4.4. RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA MRP

Para fins de análise de desempenho do sistema no PCP da empresa, foi escolhido o mês de dezembro de 2006 para a coleta dos resultados, devido a características de

demanda semelhante ao mês de setembro, utilizado para a análise da realidade de aplicação do PCP na empresa antes da implantação do *sis_PCP*.

Para a coleta dos resultados, o mesmo questionário usado anteriormente (Anexo I) foi preenchido novamente pelos encarregados de cada setor e pelos supervisores de produção em cada turno. Os resultados estão apresentados na tabela 12. Da mesma forma que foi descrito anteriormente, os números 4, 3, 2, 1, e 0 representam, respectivamente, as opções “sempre”, “frequentemente”, “às vezes”, “raramente” e “nunca”.

Tabela 12 – Resultados Obtidos pelo Questionário 2 após a Utilização do Sistema

	Extrusão			Impressão			Corte			Acabamento			Supervisão		
	0	1	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	-	-	-
1) Com que frequência um pedido deixa de começar a produção por ausência de matéria prima?	0	1	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	-	-	-
2) Com que frequência há máquina parada por falta de matéria-prima ou produto vindo de processo anterior?	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	-	-	-
3) Com que frequência há funcionário ocioso por falta de alocação de produção para determinada máquina?	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	-	-	-
4) Com que frequência falta funcionários em seu setor para produzir determinado produto?	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	-	-	-
5) Com que frequência a produção de um pedido é interrompida para produzir outro pedido?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
6) Com que frequência clientes recebem seus pedidos no prazo estabelecido?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1
7) Com que frequência clientes cobram pedidos atrasados?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0

Legenda: (4) Sempre (3) Frequentemente (2) Às vezes (1) Raramente (0) Nunca

Fonte: O Autor

De acordo com os resultados apresentados na tabela 12, pode-se notar uma alteração na situação prática do PCP da empresa objeto de estudo. Não é observada nenhuma variável crítica no sistema produtivo de acordo com os resultados obtidos, ao contrário do cenário anterior.

O controle de estoque se mostrou eficaz, ocorrendo ausência de matéria-prima raramente. A análise da capacidade carregou de forma equilibrada os centros de trabalho, reduzindo a ociosidade de máquinas e funcionários e exigindo horas-extras, novas contratações ou sub-contratações quando era necessário.

A variável, antes crítica e comum a todos os setores, referente à interrupção de produção por falta de matéria-prima e por atrasos de prazos de entrega foi controlada pelo cálculo correto das necessidades de materiais e pela programação dos pedidos, sendo possível a negociação de prazos junto aos clientes quando se fazia necessário.

Outro resultado que pode-se observar na tabela 12 foi relacionado aos índices sobre a frequência de entrega de pedidos atrasados e sobre reclamações de clientes. Para uma análise mais precisa destes índices, foi realizado o mesmo procedimento descrito no item 4.2.

A aplicação da equação apresentada no item 4.2 nos dados das observações listadas na tabela em anexo (Anexo III) resultou em um índice de cumprimento de prazos no mês de dezembro de 2006 de 62,65% e a média de dias de atraso para cada pedido atrasado foi de 3,03 dias. A tabela 13 apresenta uma comparação relativa ao cumprimento de prazos da empresa antes e após a implantação e a utilização do sistema MRP.

Tabela 13 – Comparação entre os ICP's antes e após a Utilização do Sistema MRP

	Índice de Cumprimento de Prazos – ICP (%)	Média de Dias de Atraso (dias)
Antes do Sistema MRP	34,38	11,08
Após o Sistema MRP	62,65	3,03

Fonte: O Autor

Como se pode observar através dos resultados apresentados acima a utilização do o *sis_PCP* agregou benefícios ao sistema produtivo da empresa e aumentou a confiabilidade da empresa ante seus clientes. O ICP que no mês de setembro de 2006 foi de 34,38% passou para 62,65% no mês de dezembro do mesmo ano. Somado a este fator a média de dias de atraso diminuiu de 11,08 dias para 3,03 dias de atraso.

Capítulo V

CONCLUSÃO

Este trabalho tratou da utilização de um sistema de planejamento e controle de produção baseado no conceito de cálculo das necessidades de material e no sistema MRP para aumentar a competitividade da empresa estudada.

De acordo com os resultados obtidos e apresentados no capítulo anterior, pode-se perceber que a empresa melhorou seu desempenho no controle de necessidades de material e nos prazos de produção.

A definição de uma data única para fazer o pedido de matéria-prima aos seus fornecedores, como foi citado no item 4.3, reduziu os custos de preparação de pedido. A programação da produção de acordo com a capacidade disponível em cada setor, equilibrando a carga de serviço, reduziu os custos com ociosidade de máquina e funcionário, ou seja, os custos indiretos de produção. Outro benefício adquirido pelo processo produtivo após a utilização do MRP foi a redução dos tempos de *setup*, diminuindo os *lead times* de produção, aumentando a produtividade mensal da empresa e reduzindo os custos de desperdício de matéria-prima utilizada na preparação da máquina e de tempo de máquina parado. Com a redução dos custos listados acima, o preço do produto final também foi reduzido, ganhando mais competitividade no mercado.

A empresa, após a implantação e utilização do MRP, melhorou sua relação com os clientes através do cumprimento dos prazos, como mostra os resultados apresentados no capítulo 4, aumentando sua confiabilidade sem reduzir a qualidade que antes já era característica dos seus produtos.

Portanto, a empresa adquiriu dois fatores que aumentaram sua competitividade ante suas concorrentes, um preço do produto competitivo e uma empresa confiável no que diz respeito ao cumprimento dos prazos.

Entretanto os índices apresentados no capítulo anterior que mostram a evolução do sistema produtivo não devem ser considerados como ótimos, uma vez que outras melhorias realizadas no sistema produtivo que afetam a competitividade da empresa podem ser feitas.

O investimento em um sistema MRP mais elaborado e complexo é viável e indicado para que a empresa continue buscando aumentar sua competitividade.

Logo, diante da proposta de desenvolvimento do trabalho apresentada, conclui-se que o estudo atingiu seu objetivo de analisar os resultados da utilização do MRP e identificar de que forma esta utilização auxiliou no aumento da competitividade da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (Org.). **Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico 2006**. São Paulo, 2006. Disponível em: <www.abiplast.org.br>. Acesso em: 01 maio de 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS (Org.). **Dados de Mercado**. Disponível em: <www.abre.org.br>. Acesso em: 01 maio de 2007.

BELLO, D. R. **O Plástico na Embalagem Alimentícia**. Uma contribuição à identificação dos fatores que influenciariam o seu desenvolvimento. São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado), Universidade Presbiteriana Mackensie, 1999.

BEM, A. N. **Implantação do Conceito de Troca Rápida de Ferramentas no Setor de Impressão Flexográfica em Empresas Produtoras de Embalagens Plásticas Flexíveis**. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CORRÊA, H.; Gianesi, I. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.

CORRÊA, H. L. et al. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: conceito, uso e implantação**. São Paulo: Atlas, 2001.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira - Thomson Learning, 2001.

HARDING, H. A. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1981.

MACHLINE, C et al. **Manual de Administração da Produção**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1978.

MADI, L. **A Embalagem no Século XXI – Perspectivas e Tendências**. In: FISPAL 2000. Resumos Brasil Pack Trends 2005: Embalagem, distribuição e consumo. Campinas, 2000.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1996.

MONKS, J. G. **Administração da Produção**. São Paulo: Mc-Graw-Hill, 1987.

MOURA Jr, A. N. C. **Novas Tecnologias e Sistemas de Administração da Produção – Análise do Grau de Integração e Informatização nas Empresas Catarinenses**. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, L. C. **Avaliação do Processo de Implantação e Utilização do Sistema MRP como Ferramenta para o Planejamento e Controle da Produção: o Caso da LabTest Diagnóstica**. 60 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2003.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

ZACCARELLI, S. B. **Programação e Controle da Produção**. São Paulo: Pioneira, 1986.

VOLLMANN, et al. **Sistemas de Planejamento e Controle da Produção para o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ANEXO I**Questionário para Identificação dos Fatores Críticos que Interferem no PCP da Empresa**

Setor: _____ Data: ____/____/____

Encarregado: _____

1) Com que freqüência um pedido deixa de começar a produção por ausência de matéria prima?

(4) Sempre (3) Frequentemente (2) Às vezes (1) Raramente (0) Nunca

2) Com que freqüência há máquina parada por falta de matéria-prima ou produto vindo de processo anterior?

(4) Sempre (3) Frequentemente (2) Às vezes (1) Raramente (0) Nunca

3) Com que freqüência há funcionário ocioso por falta de alocação de produção para determinada máquina?

(4) Sempre (3) Frequentemente (2) Às vezes (1) Raramente (0) Nunca

4) Com que freqüência falta funcionários em seu setor para produzir determinado produto?

(4) Sempre (3) Frequentemente (2) Às vezes (1) Raramente (0) Nunca

5) Com que freqüência a produção de um pedido é interrompida para produzir outro pedido?

(4) Sempre (3) Frequentemente (2) Às vezes (1) Raramente (0) Nunca

6) Com que freqüência clientes recebem seus pedidos no prazo estabelecido?

(4) Sempre (3) Frequentemente (2) Às vezes (1) Raramente (0) Nunca

7) Com que freqüência clientes cobram pedidos atrasados?

(4) Sempre (3) Frequentemente (2) Às vezes (1) Raramente (0) Nunca

ANEXO II

Dados sobre o Cumprimento de Prazos Antes da Utilização do Sistema MRP

OBS	Ordem de Produção	Data de Entrega (Prometida)	Data de Entrega (Realizada)	Número de dias de atraso	OBS	Ordem de Produção	Data de Entrega (Prometida)	Data de Entrega (Realizada)	Número de dias de atraso
1	15364-1	20/9/2006	28/9/2006	8	49	15496-2	6/9/2006	7/9/2006	1
2	15604-1	15/9/2006	4/10/2006	19	50	15444-1	22/9/2006	5/10/2006	13
3	15680-1	20/9/2006	6/10/2006	16	51	15496-1	6/9/2006	13/9/2006	7
4	15267-1	20/9/2006	25/9/2006	5	52	15454-1	30/9/2006	30/9/2006	0
5	15673-1	20/9/2006	25/9/2006	5	53	15306-1	19/9/2006	28/9/2006	9
6	15601-1	25/9/2006	30/8/2006	0	54	15357-1	30/9/2006	28/9/2006	0
7	14491-1	5/9/2006	2/9/2006	0	55	11500-1	20/9/2006	27/9/2006	7
8	15605-1	25/9/2006	17/10/2006	22	56	15433-2	11/9/2006	26/9/2006	15
9	15681-1	19/9/2006	17/10/2006	28	57	15365-1	25/9/2006	26/9/2006	1
10	15410-1	13/9/2006	7/9/2006	0	58	15362-1	23/9/2006	28/9/2006	5
11	15410-1	13/10/2006	13/9/2006	0	59	15687-1	13/9/2006	2/10/2006	19
12	15267-2	20/9/2006	27/9/2006	7	60	15696-3	20/9/2006	13/9/2006	0
13	15676-1	13/9/2006	18/9/2006	5	61	15476-1	2/9/2006	7/9/2006	5
14	15600-1	8/9/2006	13/9/2006	5	62	15071-1	25/9/2006	4/10/2006	9
15	15440-1	20/9/2006	27/9/2006	7	63	15070-1	15/9/2006	13/9/2006	0
16	15441-1	22/9/2006	28/9/2006	6	64	15070-2	15/9/2006	13/9/2006	0
17	15682-1	28/9/2006	9/10/2006	11	65	15070-3	15/9/2006	13/9/2006	0
18	14849-2	11/9/2006	4/10/2006	23	66	15069-1	15/9/2006	11/9/2006	0
19	14849-3	11/9/2006	4/10/2006	23	67	15069-2	15/9/2006	11/9/2006	0
20	15358-1	8/9/2006	18/9/2006	10	68	15069-3	15/9/2006	12/9/2006	0
21	15359-1	21/9/2006	29/9/2006	8	69	15475-1	10/9/2006	13/9/2006	3
22	15693-1	26/9/2006	11/8/2006	0	70	15274-1	30/9/2006	30/9/2006	0
23	11480-1	15/9/2006	14/9/2006	0	71	15594-1	3/9/2006	14/9/2006	11
24	15653-1	15/9/2006	20/9/2006	5	72	15594-2	3/9/2006	14/9/2006	11
25	15653-2	15/9/2006	20/9/2006	5	73	15072-1	30/9/2006	30/9/2006	0
26	15668-1	20/9/2006	20/9/2006	0	74	14490-1	15/9/2006	14/9/2006	0
27	15668-2	20/9/2006	18/9/2006	0	75	13999-1	20/9/2006	22/9/2006	2
28	14493-1	16/9/2006	20/9/2006	4	76	15483-1	12/9/2006	20/9/2006	8
29	15670-1	20/9/2006	25/9/2006	5	77	15655-1	15/9/2006	2/10/2006	17
30	15670-2	20/9/2006	25/9/2006	5	78	15478-1	7/9/2006	13/9/2006	6
31	15671-1	30/9/2006	30/9/2006	0	79	15492-1	11/9/2006	7/9/2006	0
32	15761-2	30/9/2006	30/9/2006	0	80	15490-1	24/9/2006	20/9/2006	0
33	15761-3	30/9/2006	16/10/2006	16	81	15474-1	5/9/2006	14/9/2006	9
34	15669-1	20/9/2006	25/9/2006	5	82	15474-2	5/9/2006	14/9/2006	9
35	15669-2	20/9/2006	30/9/2006	10	83	13923-1	29/9/2006	4/10/2006	5
36	15679-1	28/9/2006	26/9/2006	0	84	15447-1	27/9/2006	28/9/2006	1
37	15661-1	11/9/2006	4/11/2006	54	85	15363-1	11/9/2006	11/9/2006	0
38	14777-1	15/9/2006	11/9/2006	0	86	15603-1	15/9/2006	22/9/2006	7
39	15236-1	25/9/2006	14/9/2006	0	87	15593-1	13/9/2006	30/8/2006	0
40	15361-1	8/9/2006	7/9/2006	0	88	14776-1	16/9/2006	29/9/2006	13
41	15696-2	20/9/2006	21/9/2006	1	89	13922-1	28/9/2006	6/10/2006	8
42	15357-2	15/9/2006	25/9/2006	10	90	11478-1	15/9/2006	18/9/2006	3
43	15674-1	20/9/2006	25/9/2006	5	91	15415-3	30/9/2006	30/8/2006	0
44	15696-1	20/9/2006	23/9/2006	3	92	15415-4	30/9/2006	7/9/2006	0
45	15433-1	11/9/2006	27/9/2006	16	93	15415-5	30/9/2006	1/9/2006	0
46	15432-2	15/9/2006	10/11/2006	56	94	15691-1	13/9/2006	29/9/2006	16
47	15432-3	15/9/2006	30/10/2006	45	95	15664-1	27/9/2006	30/9/2006	3
48	15434-1	25/9/2006	9/10/2006	14	96	15664-2	27/9/2006	5/10/2006	8

ANEXO III

Dados sobre o Cumprimento de Prazos Após a Utilização do Sistema MRP

OBS	Ordem de Produção	Data de Entrega (Prometida)	Data de Entrega (Realizada)	Número de dias de atraso	OBS	Ordem de Produção	Data de Entrega (Prometida)	Data de Entrega (Realizada)	Número de dias de atraso
1	16049-1	1/12/2006	1/12/2006	0	43	15832-1	15/12/2006	15/12/2006	0
2	15830-1	15/12/2006	20/12/2006	5	44	16661-1	29/12/2006	1/1/2007	3
3	16069-1	5/12/2006	5/12/2006	0	45	15835-2	18/12/2006	18/12/2006	0
4	15798-1	4/12/2006	2/12/2006	0	46	15825-1	15/12/2006	18/12/2006	3
5	15798-2	4/12/2006	4/12/2006	0	47	16212-2	15/12/2006	15/12/2006	0
6	15798-3	4/12/2006	4/12/2006	0	48	15834-1	15/12/2006	15/12/2006	0
7	15092-1	15/12/2006	15/12/2006	0	49	16212-1	15/12/2006	17/12/2006	2
8	15092-2	15/12/2006	17/12/2006	2	50	16213-1	15/12/2006	15/12/2006	0
9	15092-3	15/12/2006	15/12/2006	0	51	9000-1	10/12/2006	15/12/2006	5
10	15290-1	20/12/2006	17/12/2006	0	52	15847-1	28/12/2006	21/12/2006	0
11	16081-1	26/12/2006	26/12/2006	0	53	16211-2	5/12/2006	5/12/2006	0
12	15383-1	5/12/2006	6/12/2006	1	54	16211-1	5/12/2006	5/12/2006	0
13	16044-1	5/12/2006	8/12/2006	3	55	16211-3	5/12/2006	9/12/2006	4
14	16205-2	5/12/2006	10/12/2006	5	56	15939-1	20/12/2006	20/12/2006	0
15	16260-2	5/12/2006	5/12/2006	0	57	14494-1	1/12/2006	1/12/2006	0
16	15828-1	15/12/2006	19/12/2006	4	58	14407-1	26/12/2006	30/12/2006	4
17	15828-3	15/12/2006	15/12/2006	0	59	15100-2	10/12/2006	10/12/2006	0
18	14787-1	5/12/2006	5/12/2006	0	60	15099-1	20/12/2006	22/12/2006	2
19	15927-1	3/12/2006	2/12/2006	0	61	16080-1	20/12/2006	21/12/2006	1
20	15927-3	3/12/2006	3/12/2006	0	62	14786-1	5/12/2006	5/12/2006	0
21	15927-2	3/12/2006	3/12/2006	0	63	15814-1	4/12/2006	4/12/2006	0
22	15826-1	20/12/2006	24/12/2006	4	64	15710-1	8/12/2006	8/12/2006	0
23	11485-1	28/12/2006	31/12/2006	3	65	15710-2	15/12/2006	20/12/2006	5
24	15829-1	14/12/2006	14/12/2006	0	66	11484-1	28/12/2006	23/12/2006	0
25	16204-1	5/12/2006	6/12/2006	1	67	14790-1	15/12/2006	17/12/2006	2
26	16060-1	1/12/2006	1/12/2006	0	68	16210-2	5/12/2006	5/12/2006	0
27	16068-1	20/12/2006	22/12/2006	2	69	16210-1	5/12/2006	5/12/2006	0
28	15312-2	20/12/2006	20/12/2006	0	70	16103-1	20/12/2006	18/12/2006	0
29	15312-2	20/12/2006	17/12/2006	0	71	14786-3	5/12/2006	8/12/2006	3
30	15312-1	20/12/2006	20/12/2006	0	72	15835-4	18/12/2006	20/12/2006	2
31	15714-1	23/12/2006	26/12/2006	3	73	15835-3	18/12/2006	23/12/2006	5
32	15612-1	20/12/2006	24/12/2006	4	74	15836-2	28/12/2006	23/12/2006	0
33	15835-1	18/12/2006	20/12/2006	2	75	15386-1	22/12/2006	22/12/2006	0
34	16205-3	5/12/2006	5/12/2006	0	76	15836-1	18/12/2006	18/12/2006	0
35	16206-1	5/12/2006	5/12/2006	0	77	15378-1	15/12/2006	15/12/2006	0
36	16205-4	5/12/2006	6/12/2006	1	78	16260-1	5/12/2006	9/12/2006	4
37	15832-2	15/12/2006	15/12/2006	0	79	14786-2	5/12/2006	5/12/2006	0
38	16205-1	5/12/2006	4/12/2006	0	80	15837-3	20/12/2006	21/12/2006	1
39	15837-1	20/12/2006	20/12/2006	0	81	15832-4	15/12/2006	15/12/2006	0
40	16260-1	5/12/2006	10/12/2006	5	82	16224-1	21/12/2006	24/12/2006	3
41	15832-3	15/12/2006	15/12/2006	0	83	15708-2	5/12/2006	5/12/2006	0
42	15837-2	20/12/2006	18/12/2006	0					