Luciano M. J. Lance

**ESTUDO DA COMPATIBILIDADE DO
PROCESSO PRODUTIVO DE UMA USINA DE
AÇÚCAR E ÁLCOOL AOS MÓDULOS DE PCP
PARA PROCESSO CONTÍNUO DE UM SISTEMA
ERP**

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP
EXEMPLAR REVISADO
Data de entrada no Serviço: 07.10.2003
Ass:

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

Orientador: Prof. Dr. Edmundo Escrivão Filho

São Carlos
2003

DEDALUS - Acervo - EESC

31100044151

Class. TESE - EESC ✓
 Cuff. 2958
 Tombo T257/03
 Sysno 1328852

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

L246e

Lance, Luciano M. J.

Estudo da compatibilidade do processo produtivo de uma usina de açúcar e álcool aos módulos de PCP para processo contínuo de um sistema ERP / Luciano M. J. Lance. -- São Carlos, 2003.

Dissertação (Mestrado).-- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2003.

Área : Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Edmundo Escrivão Filho.

1. Sistemas de administração da produção. 2. PCP.
3. Processo contínuo. 4. ERP. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **LUCIANO MAURO JUNCIONI LANCE**

Dissertação defendida e julgada em 06-06-2003 perante a Comissão Julgadora:

Prof. Dr. **EDMUNDO ESCRIVÃO FILHO (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

REPROVADO

Prof. Dr. **MARINO DE OLIVEIRA RESENDE**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Prof. Dr. **SÍLVIO ROBERTO IGNÁCIO PIRES**
(Universidade Metodista de Piracicaba/UNIMEP)

APROVADO

Prof. Doutor **EDMUNDO ESCRIVÃO FILHO**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção

Profa. Assoc. **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

Dedicatória

Aos meus avós, pais, irmãos e à Jamile.

Agradecimentos

A Deus, por tudo que tenho hoje. E aos meus pais e irmãos, pela felicidade de pertencer a uma família tão especial.

Também:

- Novamente aos meus pais (eles merecem), por serem meus primeiros e maiores professores;
- Aos meus professores Edmundo e Marino, pelo apoio, ensinamento e orientação;
- À Usina São Carlos, pela oportunidade de desenvolver este trabalho;
- Aos colegas da Usina, principalmente Rogério A. Javaroni, pela colaboração;
- Aos amigos, muito especiais, que sempre quando preciso me ajudaram, seja emprestando um computador, seja simplesmente entendendo as festas e finais de semanas que não pude aproveitar em prol deste;
- À Jamile e Inês P. Martinez Ruiz Parra, pelas críticas e revisões realizadas;
- Aos colegas de mestrado, com quem convivi nestes últimos anos;
- Aos meus professores da graduação na UFSCar, grandes responsáveis pela base de minha formação acadêmica.

RESUMO

LANCE, L.M.J. (2003). *Estudo da compatibilidade do processo produtivo de uma usina de açúcar e álcool aos módulos de PCP para processo contínuo de um sistema ERP*. 167p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Apesar do crescimento nas exportações de açúcar, a conjuntura atual do setor sucroalcooleiro e a instabilidade do mercado externo têm feito com que as usinas busquem mais competitividade. A Tecnologia da Informação (TI) tem participação nesta busca, visto que, hoje, é impossível uma empresa apresentar um gerenciamento integrado eficaz sem a utilização de sistemas informatizados. Alguns desses sistemas, os ERP, têm se desenvolvido muito nos últimos anos, chegando, por exemplo, a ponto de possuírem módulos específicos para determinados tipos de empresas. Um dos desenvolvedores desses sistemas criou módulos específicos para a Planejamento e Controle da Produção (PCP) em indústrias de processo contínuo. Os conceitos envolvidos em tais módulos são apresentados nesta dissertação e comparados com os módulos tradicionais de Planejamento e Controle da Produção. Depois do embasamento conceitual, e da apresentação dos processos industriais de uma determinada usina de açúcar e álcool, é desenvolvida a configuração de tais módulo, para análise da compatibilidade desses ao processo produtivo da usina.

Palavras-chave: Sistemas de Administração da Produção, PCP, Processo Contínuo, ERP.

ABSTRACT

LANCE, L.M.J. (2003). A Study of the compatibility of the productive process of a sugar and alcohol mill plant to PPC modules for continuous process of an ERP system. 167p. Dissertation (Master's degree) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

In spite of the growth in the sugar exports, the current situation of the sector responsible for the production of sugar and alcohol, as well as the instability of the external market, responsible for the fact that sugar and alcohol mills are looking for an increase competitiveness. The Information Technology (IT) has a great degree of participation in this search for competitiveness, because it is impossible for a company to introduce an effective integrated management network without the utilization of computerized systems. Some of these systems, called Enterprise Resources Planning, have developed remarkably in the last years, reaching, for instance, the point of having their own specific modules for certain industry types. One of the developers of these systems developed specific modules for the production planning and control in industries of continuous process. The concepts involved in such modules are introduced in this dissertation, and compared with the traditional modules of production planning and control. Basic concepts are introduced at first, then the industrial processes of a plant are explained, and the modeling of such company is presented for the analysis of the compatibility of the modules to the productive process of the plant.

Key-words: Production Management Systems, Production Planning and Control, Continuous Process, ERP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de coleta de dados.	8
Figura 2: Modelo simplificado.	23
Figura 3: Itens de estoque para itens pais e filhos.	28
Figura 4: Árvore do produto de uma lapiseira.	29
Figura 5: Registro básico do MRP.	31
Figura 6: Estrutura do MRP II.	49
Figura 7: Equipe de implantação.	62
Figura 8: Classificação do processo de fabricação a partir do volume de produção e variabilidade dos produtos.	72
Figura 9: Classificação do processo de fabricação a partir da complexidade e incerteza.	76
Figura 10: Fórmula Multi-nível.	102
Figura 11: Forma resumida da fórmula.	102
Figura 12: Etapas para obtenção do fator de conversão.	108
Figura 13: Relações entre operações.	113
Figura 14: Operações Seqüenciais.	114
Figura 15: Operações que terminam ao mesmo tempo.	114
Figura 16: Operações que iniciam ao mesmo tempo.	114
Figura 17: Operações "ramificadas".	115
Figura 18: Exemplo de operações restritivas.	122
Figura 19: Dados levantados para a configuração do <i>Process</i> (Recepção, Preparo e Moagem da Cana).	133
Figura 20: Dados levantados para a configuração do <i>Process</i> (Tratamento do Caldo e Fermentação).	134
Figura 21: Dados levantados para a configuração do <i>Process</i> (Destilação).	135
Figura 22: Etapas do desenvolvimento do trabalho.	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pontuação com relação aos clientes.....	16
Tabela 2: Pontuação com relação aos concorrentes.	17
Tabela 3: Hierarquia no processo de planejamento.....	20
Tabela 4: Principais diferenças entre S&OP e MPS.	47
Tabela 5: Diferenças nos critérios de decisão (somente critérios com grande correlação com o tamanho da empresa)	57
Tabela 6: Composição química da cana madura, normal e sadia.....	80
Tabela 7: Previsão de colheita (em toneladas de cana-de-açúcar).....	89
Tabela 8: Características previstas para a cana.	90
Tabela 9: Cálculo do RIT (Rendimento Industrial Total).....	91
Tabela 10: Quantidade equivalente de sacarose nos produtos.....	91
Tabela 11: Definição das quantidades de dois, dos três produtos.	92
Tabela 12: Cálculo da quantidade de sacarose disponível para produção de Álcool Hidratado (disponível = total – açúcar – anidro).....	92
Tabela 13: Planejamento de produção para todos produtos.....	93
Tabela 14: Exemplo de planejamento de compras (biocida).....	93
Tabela 15: Período de validade dos materiais.	98
Tabela 16: Tipos de Fórmulas.	104
Tabela 17: Definição de Fórmulas.....	104
Tabela 18: Materiais dependentes do tamanho da fórmula.	106
Tabela 19: Centro de Trabalho Principal: RECEPÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CANA (PRE).	126
Tabela 20: Centro de Trabalho Principal: PREPARO PARA MOAGEM (PPR).	126
Tabela 21: Centro de Trabalho Principal: MOENDA (PMO).....	127
Tabela 22: Centro de Trabalho Principal: TRATAMENTO DO CALDO MISTO (PTM).	127
Tabela 23: Centro de Trabalho Principal: FERMENTAÇÃO (PFE).	127
Tabela 24: Centro de Trabalho Principal: DESTILARIA (PDE).	127

Tabela 25: Máquinas existentes nos Centros de Trabalho.	128
Tabela 26: Tarefas realizadas em cada máquina (por Centro de Trabalho).....	129
Tabela 27: Itens envolvidos no processo.	131

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APICS – American Production and Inventory Control Society

ATO – Assemble to Order

BOM – Bill of Material

CIESP – Centro das Indústrias do Estado de São Paulo

CPM – Critical Path Method

CRP – Capacity Requirements Planning

DRP – Distribution Requirements Planning

DTO – Design to Order

ERP – Enterprise Resources Planning

ES – Estoque de Segurança

ETO – Engineer to Order

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

LLC – Low Level Code

LT – Lead Time

MPS – Master Production Schedule

MRP – Material Requirements Planning

MRP II – Manufacturing Resources Planning

MTO – Make to Order

MTS – Make to Stock

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PIB – Produto Interno Bruto

PR – Ponto de Reposição

PROÁLCOOL – Programa Nacional do Alcool

PUR – Purchasing

RCCP – Rough Cut Capacity Planning

S&OP – Sales and Operations Planning

SFC – Shop Floor Control

TI – Tecnologia da Informação

TM – Transport Management

SUMÁRIO

RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	1
1.1 OBJETIVO.....	5
1.1 METODOLOGIA.....	6
1.1.1 MÉTODOS UTILIZADOS.....	7
1.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	9
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	9
2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP).....	11
2.1 COMPETITIVIDADE ATRAVÉS DA GESTÃO DA PRODUÇÃO.....	12
2.2 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO.....	17
2.3 GESTÃO DE ESTOQUES.....	20
2.3.1 MODELO DE PONTO DE REPOSIÇÃO COM LOTE ECONÔMICO.....	22
2.3.2 MODELO DE REVISÃO PERIÓDICA.....	25
2.3.3 CURVA ABC.....	26
2.3.4 DEMANDA DEPENDENTE X INDEPENDENTE.....	27
2.4 SISTEMAS MRP.....	29
2.4.1 FUNCIONAMENTO DO MRP.....	30
2.4.2 A EXPLOÇÃO DO MRP.....	32
2.4.3 A ACURÁCIA DOS DADOS DE ESTOQUE.....	33
2.4.4 A ACURÁCIA DAS ESTRUTURAS DE PRODUTO.....	34
2.4.5 A PARAMETRIZAÇÃO DO MRP.....	35
2.4.6 GESTÃO POR EXCEÇÕES.....	38
2.5 SISTEMAS MRP II.....	39
2.5.1 MÓDULOS DO MRP II.....	40
2.5.2 A ESTRUTURA DO MRP II.....	48
2.6 SISTEMAS ERP.....	51
2.6.1 MÓDULOS DISPONÍVEIS NOS ERP'S.....	53
2.6.2 INTEGRAÇÃO ATRAVÉS DO ERP.....	55
2.6.3 IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS ERP.....	56
3 A USINA COMO INDÚSTRIA DE PROCESSO CONTÍNUO.....	71
3.1 MECANISMOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO.....	71
3.1.1 OS MECANISMOS DE CLASSIFICAÇÃO.....	71

3.1.2	OUTROS MECANISMOS DE CLASSIFICAÇÃO.....	77
3.1.3	INDÚSTRIAS DE PROCESSO	77
3.2	A EMPRESA.....	78
3.2.1	O PROCESSO DE FABRICAÇÃO.....	79
3.2.2	A PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	89
4	PCP PARA PROCESSO CONTÍNUO	94
4.1	GERENCIAMENTO DE FÓRMULA (FRN).....	95
4.1.1	DIFERENÇAS ENTRE FÓRMULAS E LISTA DE MATERIAIS (BOM).....	95
4.1.2	CONFIGURAÇÃO DAS FÓRMULAS.....	96
4.1.3	MATERIAIS.....	97
4.1.4	CO-PRODUTOS E SUBPRODUTOS	99
4.1.5	CONTAINERES	100
4.1.6	FÓRMULAS MULTI-NÍVEL.....	101
4.1.7	TIPOS DE FÓRMULA.....	103
4.1.8	FÓRMULAS PARA ITENS EM CONTAINER	104
4.1.9	CONVERSÃO DE UNIDADES DE MEDIDA.....	106
4.2	ROTEIRO (ROU).....	109
	CENTRO DE TRABALHO	109
4.2.1	MÁQUINAS.....	110
4.2.2	TAREFAS	110
4.2.3	ROTEIROS	110
4.2.4	TABELAS DE TEMPOS NORMAIS	115
4.2.5	CALENDÁRIOS	116
4.3	GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO (PMG).....	116
4.3.1	LOTES DE PRODUÇÃO.....	116
4.3.2	PLANEJAMENTO DO LOTE DE PRODUÇÃO	124
4.4	A CONFIGURAÇÃO	126
5	DISCUSSÕES FINAIS	136
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
	ANEXO A – CENTROS DE TRABALHO.....	149
	ANEXO B – MÁQUINAS.....	151
	ANEXO C – TAREFAS	153
	ANEXO D – ITENS	155
	ANEXO E – FÓRMULAS	158
	ANEXO F – ROTEIROS.....	162

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a Definição do Trabalho, sendo constituído pelos seguintes tópicos:

- **Contexto e justificativa do trabalho:** onde é apresentado um breve histórico sobre a produção de açúcar e álcool no Brasil, que termina com a atual busca por mais competitividade do setor. A Tecnologia da Informação, através dos sistemas ERP, é apresentada como uma ferramenta utilizada nesta busca;
- **Objetivo:** onde é apresentado o objetivo deste trabalho;
- **Limitações do Trabalho:** onde são descritos alguns pontos não considerados por esta dissertação;
- **Estrutura do Trabalho:** onde é apresentada a forma como os próximos capítulos estão organizados.

1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A cana-de-açúcar foi apresentada por AMPLIAÇÃO...(2001) como um dos principais produtos agrícolas do Brasil, sendo cultivada desde a época da colonização. Atualmente, de seu processo industrial, obtêm-se: o açúcar e suas derivações, álcool anidro e hidratado, o vinhoto, a levedura, e o bagaço (utilizado na alimentação das caldeiras).

O sistema agro-industrial da cana-de-açúcar é um dos mais antigos, está ligado aos principais eventos históricos e é de grande importância ao Brasil.

O açúcar começou a ser produzido no Brasil no século XVI, em unidades chamadas engenhos, conforme expõe Neves e Batalha (1997).

Por volta de 1830, houve um declínio no volume de exportação, devido ao crescimento da produção do açúcar de beterraba em países europeus e ao atraso tecnológico do Brasil.

O setor precisava sofrer uma modernização, que foi incentivada por financiamentos subsidiados pelo governo. Com isso, os engenhos puderam aumentar a produção e passaram a ser chamados de usinas.

Uma grande queda no preço dos produtos foi observada em 1929, devido a uma superprodução nacional. Isso fez com que os próprios produtores, no início dos anos 30, pedissem a intervenção do Estado no setor.

Assim, em 1933, o governo criou o Instituto do Açúcar e do Alcool com as funções de controlar a produção de açúcar, expandir a produção de álcool, modernizar o setor e aumentar o volume de exportações brasileiras de açúcar.

No início dos anos 60, o Brasil passava novamente por um período de superprodução, devido ao aumento da capacidade produtiva e a dificuldade de exportar sua produção. Isso levou o governo a definir cotas de produção para cada empresa.

A partir de 1964, as exportações começaram a crescer gradualmente, atingindo 50% da produção na safra 1972/1973. Na safra seguinte, as exportações começaram a declinar, devido ao término dos mercados preferenciais americano e inglês, ao aumento da produção de açúcar de beterraba e da elevação da capacidade produtiva de vários países produtores de açúcar.

Em 1975, foi criado o Proálcool – “Programa Nacional do Alcool”, que incentivava a implantação de destilarias anexas às usinas de açúcar através de subsídios. O Proálcool visava amortizar os investimentos feitos no período de expectativas de crescimento das exportações e enfrentar os problemas causados pelo primeiro choque do petróleo de 1973. Com o segundo choque do petróleo em 1979, o Proálcool passou a incentivar, também, a criação de destilarias autônomas, causando um aumento significativo na produção de álcool combustível.

Em pouco tempo, o país desenvolveu uma grande rede de distribuição de álcool hidratado, adaptou seus veículos de forma inédita, e desenvolveu tecnologias para uso de álcool anidro como aditivo de combustíveis (WAACK e NEVES, 1998).

No final dos anos 80, houve um declínio no consumo de carros a álcool, eliminando o crescimento da demanda por este combustível. Isso levou as empresas a enfatizarem a produção de açúcar.

Nos últimos anos, tem havido um crescimento nas exportações de açúcar, mas a conjuntura atual do setor e a instabilidade do mercado externo de açúcar têm feito as empresas do setor buscarem melhoria da qualidade dos produtos, investirem em desenvolvimento de produtos diferenciados, reduzirem custos e

melhorarem a gestão de seus processos, tanto produtivos, como administrativos (AMPLIAÇÃO..., 2001).

Além dos motivos acima, outro fator que tem tornado o setor sucroalcooleiro mais competitivo é a onda de fusões e aquisições (por parte até, de grupos estrangeiros), que vem tornando a gestão das usinas menos familiar e mais profissional (PASIN e NEVES, 2001).

Atualmente, de acordo com dados levantados por AMPLIAÇÃO...(2001), o setor compreende aproximadamente 300 usinas e destilarias no país, sendo 140, apenas no Estado de São Paulo. Gera mais de 900.000 empregos diretos (500.000 em São Paulo) e mais de 3,5 milhões indiretos (2 milhões em São Paulo).

O setor movimentou, somente em São Paulo, 7,1 bilhões de reais na safra 2000/2001, representando 2,2 % do PIB do estado, que moeu, segundo AMPLIAÇÃO...(2001), 148 milhões de toneladas de cana, produzindo 194 milhões de sacas (50kg) de açúcar e 6,4 bilhões de litros de álcool. O Brasil é juntamente com a Índia, o maior produtor de cana-de-açúcar e, isoladamente: maior produtor de açúcar (33% do mercado, segundo Vasconcelos (2002)), maior produtor de álcool e maior exportador de açúcar.

Nos últimos 30 anos, a produtividade da agricultura brasileira tem crescido a uma taxa média de 2,4% ao ano e está concretizando uma dupla revolução: uma tecnológica e outra, em seu arranjo espacial (BARROS, 2001).

Paralelamente, atividades de apoio estão se movimentando para os pólos de produção. Fornecedores de insumos, armazenadores, fabricantes de equipamentos e indústrias de processamento vêm se aglomerando, criando novas comunidades socioeconômicas regionais, visando otimizar as atividades no tocante a custos de produção, processamento, armazenamento, manutenção, e transportes (BARROS, 2001).

O objetivo principal dessa busca pela otimização é a necessidade de incrementar a competitividade dos produtos nacionais face à concorrência externa, resultante da abertura econômica. A redução de custos é necessária, tanto para poder exportar, como para não criar espaço para produtos importados.

Programas de contenção de despesas e racionalização dos métodos produtivos, visando o aumento da produtividade e o aprimoramento da qualidade dos produtos, ajudam a explicar o desempenho do setor.

Além disso, segundo Bonelli (1998), a redução do viés antiexportador, trazida pela liberalização comercial, faz com que os setores de bens de consumo e bens intensivos em recursos naturais ganhem peso nas exportações.

Segundo Siriginidi (2000), o mundo dos negócios mudou mais nos últimos cinco anos, do que havia mudado nos 50 anos anteriores. Tais mudanças tiveram como uma das principais causas, o aumento da competição. As mudanças continuam aceleradas e as empresas vêm reestruturando seus processos visando à sobrevivência.

Sobreviverão as empresas que conseguirem agir mais eficientemente e rapidamente, diante de informações vitais. E para possuir tais informações, faz-se necessário uma infra-estrutura que possibilite a divulgação dentro da empresa e entre unidades distantes. O uso da tecnologia da informação facilita, portanto, a criação de um gerenciamento integrado.

A Tecnologia da Informação (TI) tem uma participação importantíssima na melhoria da coordenação e no acesso à informação entre unidades da empresa, permitindo um gerenciamento mais efetivo das tarefas interdependentes.

Empresas envolvidas com as atividades de produção, vendas e distribuição vêm usando computadores há mais de trinta anos, visando melhoria da produtividade, rentabilidade e fluxo de informações (SIRIGINIDI, 2000).

No final dos anos 60, surgiram os sistemas de informação focados na administração da produção chamados de *Material Requirements Planning* (MRP) - Planejamento das Necessidades de Materiais. Tais sistemas programavam e liberavam ordens de produção e compras, de modo que os itens chegassem nas estações de montagem exatamente no momento em que eram necessários. Tinham, portanto, dentre os principais benefícios, a redução de estoques intermediários e pontualidade nas entregas.

Nos anos 80, esses sistemas ficaram mais abrangentes e passaram a ser conhecidos como MRP II (*Manufacturing Resources Planning*). Algumas novidades do MRP II foram: planejamento agregado da capacidade, planejamento das necessidades de capacidade e acompanhamento do andamento das ordens de produção.

Com a adição de funcionalidades como finanças, distribuição e recursos humanos os sistemas passaram a ser conhecidos como ERP – *Enterprise Resource Planning*. Em meados dos anos 90, o escopo dos ERP tornou-se mais abrangente com a adição de outras funções como: gerenciamento de armazéns,

controle de qualidade e manutenção de ativos. Nos últimos anos, foram acrescentadas as seguintes funções: automação de marketing e força de vendas, comércio eletrônico e gerenciamento da cadeia de suprimentos.

No entanto, mesmo com todas evoluções, há ainda muito a ser feito pelos desenvolvedores de ERP, para que atendam completamente as necessidades das empresas.

Alguns desenvolvedores, dentre eles a BaaN, têm desenvolvido módulos específicos para determinados grupos de empresas, que possuem características especiais. Um exemplo deste desenvolvedor é o *Process*, objeto de estudo desta dissertação, que foi desenvolvido para atender as empresas que possuem processo de produção contínuo. Para as empresas que possuem produção discreta, a BaaN possui o pacote *Manufacturing*. Alguns módulos são comuns a estes dois pacotes, como por exemplo, o de Programação Mestre da Produção (MPS).

Os ERP tradicionais podem ser utilizados com sucesso em algumas áreas das empresas com processo contínuo, como finanças e contabilidade, que apresentam características similares em todo tipo de empresa. No entanto, há algumas áreas que precisam de atenção especial, o maior exemplo é a lista de materiais (BOM – *Bill Of Material*).

Uma lista de materiais padrão possui uma árvore de produto em forma de “A”, com os componentes na base e o produto final no topo. Este modelo assume que, com uma dada quantidade de componentes, será produzida uma determinada quantidade de itens finais. E para as indústrias de processo contínuo, isso normalmente não é válido. O sistema deve permitir que a lista de materiais considere subprodutos, co-produtos, reutilização de componentes, perdas (como evaporação), variações de concentração de componentes, eficiências, ganhos. A maioria dos sistemas exige que sejam criados códigos individuais para cada variação nos produtos, causando um grande aumento no número de códigos do cadastro de materiais, e de BOMs.

1.1 OBJETIVO

O objetivo desta dissertação, portanto, é verificar a compatibilidade dos módulos do *Process* às usinas de açúcar e álcool.

São objetivos secundários deste trabalho:

- Trazer aos leitores uma visão geral sobre o conceito envolvido nos módulos para processo contínuo, já que a literatura sobre este tema é rara; e
- Avaliar como a implementação do *Process* poderia trazer mais competitividade à usina.

1.1 METODOLOGIA

A obtenção de conhecimento pode se dar de diversas formas, e para que aconteça de forma padronizada e tenha maior chance de obter bons resultados um certo formalismo deve ser seguido, existindo para isso metodologias específicas.

Segundo RUIZ (1993), há dois métodos para a pesquisa:

1. **Racional:** A partir de enunciados gerais ordenados como premissas de um raciocínio, uma conclusão particular (ou menos geral) é obtida;
2. **Indutiva:** O raciocínio é inverso: a partir de fatos singulares (ou menos gerais), chega-se a uma conclusão desdobrada mais geral.

Para Gil (1988), as pesquisas podem ser classificadas em três tipos quanto ao objetivo:

1. **Pesquisa exploratória:** Possuem como objetivo principal o aprimoramento de idéias, proporcionando maior familiaridade com o problema, a fim de torná-lo mais explícito. Recomendado nos casos em que há pouco conhecimento sobre o problema a ser estudado (CERVO e BERVIAN, 1983);
2. **Pesquisa descritiva:** Visa a descrição das características de uma população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre as variáveis. A partir dela, um fenômeno é examinado para ser definido de maneira ampla (DANE, 1990). As informações são observadas, registradas, analisadas e correlacionadas, sem serem manipuladas (CERVO e BERVIAN, 1983);
3. **Pesquisa explicativa:** Preocupa-se com a identificação dos fatores determinantes ou contribuintes da ocorrência dos fenômenos. Explica a razão dos fenômenos.

Dentre os métodos de coleta de dados, Gil (1998) descreve os seguintes:

- **Pesquisa bibliográfica:** Caracterizado pela consulta a livros e artigos científicos, mostrando o que já produzido e registrado sobre o tema;
- **Pesquisa documental:** Assemelha-se à pesquisa bibliográfica, porém faz-se uso de materiais que ainda não receberam um tratamento analítico;
- **Pesquisa experimental:** Representa o melhor exemplo de pesquisa científica, consistindo da determinação de um objeto de estudo, seleção das variáveis capazes de influenciá-lo, e definição das formas de controle e observação de tal influência;
- **Levantamento:** Caracterizado pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer;
- **Estudo de Caso:** Realizado através do estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, permitindo seu conhecimento de maneira ampla e detalhada. Pode complementar a coleta de dados em trabalhos científicos (PÁDUA, 1996).

Lüdke e André (1986) descrevem mais uma técnica de coleta de dados: a **Observação Direta**, que possibilita que o pesquisador recorra aos seus conhecimentos e experiências pessoais para auxiliá-lo no desenvolvimento do estudo.

1.1.1 MÉTODOS UTILIZADOS

A seguir são apresentados os métodos considerados no desenvolvimento deste trabalho, tendo em vista o objetivo proposto.

O método de pesquisa utilizado, segundo a definição de Ruiz (1993) foi o indutivo, pois foram utilizados fatos singulares (de uma determinada usina), para obtenção de conclusões mais gerais (usinas de açúcar e álcool).

Segundo a classificação apresentada por Gil (1998), foi empregada neste trabalho, a fim de atingir o objetivo proposto, uma pesquisa descritiva, pois a

pretensão era analisar os módulos para produção contínua de um sistema ERP e o processo de fabricação de uma usina sem, contudo, modificá-los.

Vários métodos foram utilizados nas diferentes etapas de coleta de dados.

A Figura 1 ilustra as etapas relativas a tal coleta do presente trabalho e, em seguida, são apresentados quais métodos de coleta de dados foram utilizados em cada etapa.

Figura 1: Etapas de coleta de dados.

Na etapa destinada a apresentar os conceitos básicos dos sistemas de Planejamento e Controle da Produção (**PCP**) e na etapa seguinte, destinada a apresentar os diferentes métodos de classificação dos **Processos Produtivos**, foi utilizado o método de **Pesquisa Bibliográfica**.

Na etapa seguinte, destinada a descrição do processo produtivo da **Usina**, foi utilizado predominantemente o método de **Observação Direta**, tendo o apoio em conceitos mais técnicos da **Pesquisa Bibliográfica**.

Enfim, na última etapa de coleta de dados, destinada a descrever as funcionalidades do **Process**, foi utilizado tanto o método de **Observação Direta** quanto de **Pesquisa documental**, entendendo como documentos, os arquivos de ajuda do sistema ERP (BAAN, 1999).

1.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Módulos comuns aos dois pacotes (BaaN *Process* e BaaN *Manufacturing*) não serão apresentados com detalhes, pois a literatura sobre seus conceitos é facilmente obtida, ao contrário dos conceitos envolvidos nos módulos do *Process*.

Este trabalho não trata de assuntos relacionados a infra-estrutura de rede, servidores, micro-computadores e necessidade de licenças adicionais, ao analisar a compatibilidade do sistema ao processo produtivo da usina.

A análise de compatibilidade será direcionada aos módulos do *Process*, pois uma análise completa de todos módulos envolvidos no PCP tornaria este trabalho muito extenso.

A análise de como a implementação do *Process* pode trazer mais competitividade, será baseada nos aspectos de desempenho descritos por Corrêa et al (2001) e apresentadas no segundo capítulo deste trabalho.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma:

Segundo capítulo: Através da realização de Pesquisa Bibliográfica, proporciona ao leitor uma visão geral sobre as funções de um sistema de administração da produção e sobre gestão de estoques. Descreve as características dos sistemas MRP - Planejamento das Necessidades de Materiais e sua primeira evolução, o MRP II – Planejamento dos Recursos de Produção. Em seguida, como uma evolução dos sistemas MRP II, são descritas as características dos sistemas ERP tradicionais, ou seja, que não possuem um tratamento especial para indústrias de processo contínuo. Também, trata-se, neste capítulo, dos requisitos necessários a uma boa implementação de tais sistemas.

Terceiro capítulo: Os sistemas MRP foram desenvolvidos para indústrias inseridas em um ambiente “*job-shop*” (TOOMEY, 1996). O objetivo do terceiro capítulo é, portanto, apresentar as particularidades de uma indústria de processo contínuo, que podem ter tido influência na afirmação de Toomey (1996).

Assim, este capítulo apresenta-se dividido em duas partes: na primeira, é apresentada Pesquisa Bibliográfica sobre mecanismos de classificação de processos de produção, procurando esclarecer as principais diferenças entre indústrias inseridas em um ambiente “*job-shop*” e indústrias de processo contínuo; na segunda parte, é descrito o processo produtivo de uma empresa que possui processo contínuo (uma usina de açúcar e álcool).

Quarto capítulo: Apresenta as características dos módulos do *Process*, que foram especificamente desenvolvidos para utilização em indústrias de processo contínuo. Depois, expõe o desenvolvimento da configuração do processo produtivo de um dos produtos finais da usina, o álcool hidratado, visando a análise de compatibilidade entre tal processo e os módulos do BaaN *Process*.

Quinto capítulo: Apresenta as considerações finais com relação ao objetivo da dissertação. Baseando-se na existência, ou não, de situações práticas que não possam ser configuradas pelos módulos do *Process* conclui sobre a compatibilidade do *Process* ao processo de fabricação da usina.

Também são apresentadas as discussões finais sobre os objetivos secundários do trabalho, principalmente, o de "Avaliar como a implementação do *Process* poderia trazer mais competitividade à usina".

2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

Gaither e Frazier (2001) e Buffa e Sarin (1987) caracterizam os sistemas de produção, como aqueles que transformam insumos (matérias-primas, pessoal, máquinas e outros) em saídas (produtos e serviços). E o conjunto de atividades gerenciais necessárias para produção pode ser definido com o termo Planejamento e Controle da Produção (PCP) (PIRES, 1995).

Porém, vários termos têm sido utilizados para tratar o mesmo assunto. Pires (1995) apresenta: Gestão da Produção, Gerenciamento da Produção, Administração da Produção e Planejamento e Controle da Produção. Tais termos são utilizados como sinônimos neste trabalho.

Um sistema de PCP fornece informações: para o gerenciamento do fluxo de materiais, da utilização de recursos, sobre atividades com fornecedores e sobre comunicação com clientes (VOLLMANN; BERRY E WHYBARK, 1997).

Segundo Corrêa et al (2001), os Sistemas de Administração da Produção (SAP) apóiam as decisões sobre: o que, quanto e quando produzir / comprar e com que recursos produzir. E completam que as três principais técnicas / lógicas que podem ser utilizadas em tais sistemas são:

- MRP II / ERP: que são baseados no cálculo das necessidades de recursos a partir das necessidades futuras de produtos;
- Just in Time: técnica japonesa, que se baseia em produzir somente o necessário, nas quantidades necessárias e no momento necessário;
- Sistemas de Programação da Produção com Capacidade Finita: que se baseiam em técnicas de simulação.

Segundo Corrêa e Giansesi (1993), os Sistemas de Administração da Produção devem planejar e controlar o processo de manufatura em todos seus níveis.

Van Donk e Van Dam (1998) relatam que a literatura descreve dois meios para melhorar o planejamento da produção: implementando um pacote de *software*; ou aplicando soluções e algoritmos desenvolvidos por matemáticos. E dizem que a desvantagem dos pacotes, /é que não há como descobrir o método correto para implementação de um dado *software* em uma empresa específica e, além disso, os algoritmos dos pacotes comerciais têm aplicabilidade limitada. Dizem também, que a desvantagem das soluções matemáticas está na dificuldade de encontrar casos práticos que combinem com as condições impostas pelos modelos.

2.1 COMPETITIVIDADE ATRAVÉS DA GESTÃO DA PRODUÇÃO

Vollmann; Berry e Whybark (1992) apresentam a gestão bem estruturada da produção e estoque como um meio para obtenção de competitividade.

E para que consigam apoiar decisões que levem à realização dos objetivos estratégicos, Corrêa et al (2001) relatam que os Sistemas de Administração da Produção devem ser capazes de apoiar as seguintes decisões logísticas:

Planejar as necessidades futuras de capacidade: devido à *inércia* das decisões sobre capacidade, estas devem ser planejadas com antecedência. Esta *inércia* é o tempo entre a tomada de decisão e o momento em que os efeitos dela se concretizam. Quanto maior for o incremento de capacidade decidido, maior será a *inércia*. Esse planejamento deve ser feito levando-se em consideração as necessidades para três diferentes horizontes futuros: de longo prazo, para o qual são feitas decisões de grandes incrementos de capacidade; de médio prazo, para o qual são feitas decisões de incrementos médios; e de curto prazo, para o qual são feitas decisões de pequenos incrementos.

Planejar os materiais comprados: esse planejamento faz-se necessário para que os materiais não cheguem nem antes, nem depois, nem a mais, nem a menos que o necessário. Para que não haja interrupções dos recursos, nem elevação dos custos de manutenção de estoques, de obsolescência, entre outros.

Planejar os níveis adequados de estoques: os estoques devem ser reduzidos ao mínimo necessário. Nos anos 80, algumas empresas sofreram ao buscarem o chamado “estoque zero”.

Programar atividades de produção: para garantir que os recursos sejam utilizados nas atividades certas e prioritárias. A priorização é fator fundamental nos Sistemas de Administração da Produção. A forma com a qual as priorizações são feitas pode afetar todo o sistema de produção no que se refere ao cumprimento de prazos, tempos de atravessamento das ordens, taxas de geração de caixa, estoques médios em processo, etc.

Saber e informar a situação corrente dos recursos e das ordens: para que os parceiros do negócio (clientes e fornecedores, internos e externos) possam contribuir para o bom andamento da cadeia de suprimento, tais informações devem ser informadas a estes parceiros.

Ser capaz de prometer prazos e depois cumpri-los: com frequência, vendedores subdimensionam os prazos de entrega, para conseguir fechar a venda. A consequência é que, nos casos de “sucesso”, os pedidos entram na fábrica com prazos impossíveis, contribuindo para uma gestão conturbada da fábrica.

Ser capaz de reagir eficazmente: identificar os desvios da realidade em relação ao planejado com rapidez, para, quando necessário, replanejar o futuro. Herbon (1998) também afirma que a capacidade de reagir automaticamente a imprevistos é uma vantagem.

Segundo Souza e Zwicker (1999), uma das formas mais utilizadas pelas empresas, para buscar melhorias na administração da produção, é a busca por alta eficiência de recursos produtivos, procurando maximizar o rendimento operacional. Fundamenta este pensamento na idéia de que os ganhos econômicos são maiores ao maximizar a utilização dos recursos.

Os Sistemas de Administração da Produção devem proporcionar uma completa integração de seu processo logístico, onde, na maioria das empresas, está o maior potencial de melhoria da competitividade. Para isso devem integrar as funções de operação dos sistemas produtivos às outras funções da organização.

Porém, uma empresa não existe para fazer um bom planejamento e controle de produção, ou uma boa logística, e sim, para reproduzir seu capital, ou

seja, para ser competitiva. Corrêa et al (2001) conceitua competitividade como segue abaixo:

“Ser competitivo é ser capaz de superar a concorrência naqueles aspectos de desempenho que os nichos de mercado visados mais valorizam.”

E diz, que dentre o escopo das operações produtivas, os aspectos de desempenho que podem ser, mais ou menos, valorizados são:

- Custo percebido pelo cliente: cujo preço é um dos componentes, mas não o único. Há também custos: de transporte; com qualidade; de manutenção de estoques; entre outros.
- Velocidade de entrega: tempo entre a colocação do pedido de compra e a disponibilização do material para o cliente. Este aspecto é mais valorizado, quanto maior for a imprevisibilidade do ambiente.
- Confiabilidade de entregas: capacidade do fornecedor cumprir suas promessas de entrega, com relação aos prazos e às quantidades. Quanto mais incertos forem os fornecedores, maiores terão que ser os estoques de segurança mantidos pelos clientes.
- Flexibilidade das saídas: capacidade do sistema produtivo mudar (muito ou rapidamente) o que faz. Tais mudanças podem ser: introdução de novos produtos; alteração de quantidades de entrega; antecipação ou adiamento de entregas, etc.
- Qualidade dos produtos: oferecer produtos livres de defeitos, em conformidade às especificações de projeto.
- Serviços prestados ao cliente: não são bens físicos. São: informações técnicas, garantia da qualidade, assistência técnica, montagem na linha do cliente, etc.

Para algumas empresas, melhorar o desempenho em todos estes aspectos simultaneamente é algo impossível em curto prazo. Quando melhoram um determinado aspecto, pioram o nível de desempenho de algum outro. Por isso, é importante que os gerentes entendam quais os aspectos que seus nichos de mercado mais valorizam.

Segundo Palvia e Basu (1999), os sistemas de informações têm apresentado grandes inovações em suas aplicações, devido à intensificação da competição e globalização. Porém, Kanet e Sridharan (1998) dizem que apesar do avanço dos computadores, poucas mudanças foram apresentadas nos projetos básicos dos sistemas comerciais de planejamento de produção e estoque.

Para Corrêa et al (2001), os Sistemas de Administração da Produção influenciam os níveis de desempenho dos aspectos listados acima da seguinte forma:

- Custo percebido pelo cliente: como são responsáveis pelos níveis de estoque, os Sistemas de Administração da Produção podem reduzir os custos de estocagem e custos de falta. Como são responsáveis pelo gerenciamento das datas de entrega, podem minimizar as multas contratuais por atraso. Também são responsáveis pelo planejamento dos materiais comprados, e comprar certo minimiza: custos de obsolescência, sobras e interrupções da produção por falta de materiais.
- Velocidade de entrega: a velocidade de entrega é influenciada pelo tempo de atravessamento e este, por sua vez, pelos níveis de estoque em processo na forma de filas. Uma das responsabilidades dos Sistemas de Administração da Produção é a gestão das filas de ordens de produção. Uma boa gestão dos níveis de capacidade também pode evitar superutilização de recursos, diminuindo filas.
- Confiabilidade de entregas: os Sistemas de Administração da Produção devem prover informações à área de vendas, para que esta possa prometer prazos viáveis, que depois consiga cumpri-los. E, também, caso algo dê errado, consiga reconhecer o problema o mais cedo possível.
- Flexibilidade das saídas: em empresas com sistemas produtivos com recursos estruturais flexíveis, os Sistemas de Administração da Produção devem ser ágeis e adequados para que essa flexibilidade seja bem direcionada.
- Qualidade dos produtos: talvez seja o aspecto menos influenciado, diretamente, pelos Sistemas de Administração da Produção. Porém, há algumas influências indiretas: níveis de estoques altos

escondem imperfeições no processo produtivo; auxiliam os sistemas de rastreabilidade; etc.;

- Serviços prestados ao cliente: aqui a influência se dá por meio de fornecimento de informações aos clientes: estado dos pedidos, níveis de estoques, integração ao sistema do cliente, etc.

Embora, direta ou indiretamente, os Sistemas de Administração da Produção influenciem todos os aspectos, o maior potencial de contribuições está nos aspectos referentes a custos, tempos, velocidade e confiabilidade de entregas. E, segundo Porter et al (1996) e Lindau; Kanflo e Lumsden (1994), os clientes estão cada vez mais exigentes por produtos de baixo custo e personalizados.

Slack (1993) desenvolveu um método para avaliar o desempenho da produção em relação aos seus clientes e concorrentes, a fim de definir quais desses aspectos precisam de maior atenção estratégica.

Formoso et al (1996) apresentam este método dizendo que as estratégias devem levar em consideração as peculiaridades do setor. Se o setor é fragmentado, por exemplo, isso deve ser levado em consideração. Para cada um dos aspectos é dada uma pontuação para representar como estão estes perante os clientes, conforme segue:

Tabela 1: Pontuação com relação aos clientes.

1	Proporciona uma vantagem crucial junto aos clientes – é o primeiro impulso da competitividade;
2	Proporciona uma vantagem importante junto aos clientes – é sempre considerado;
3	Proporciona uma vantagem útil junto à maioria dos clientes – é normalmente considerado;
4	Precisa estar pelo menos no nível do bom padrão do setor industrial;
5	Precisa estar em torno da média do padrão do setor;
6	Precisa estar a pouca distância do padrão do setor;
7	Normalmente, não é considerado pelos clientes, mas poderia tornar-se importante no futuro;
8	Muito raramente é considerado pelos clientes;
9	Nunca é considerado pelos clientes;

Fonte: Adaptado de Formoso et al (1996).

Uma proposta para avaliar tal importância é através dos critérios ganhadores de pedidos (aqueles que diferenciam os competidores - através deles os clientes escolhem a empresa – itens 1, 2, e 3) e dos qualificadores (aqueles que são essenciais – itens 4, 5, e 6). Os demais itens são tidos como menos importantes, pois não tornam a empresa diferenciada das demais.

Da mesma forma, também, é feita uma análise dos aspectos em relação aos concorrentes, conforme segue:

Tabela 2: Pontuação com relação aos concorrentes.

1	Consistente e consideravelmente melhor que nosso concorrente mais próximo;
2	Consistente e claramente melhor que nosso concorrente mais próximo;
3	Consistente e marginalmente melhor que nosso concorrente mais próximo;
4	Com freqüência marginalmente melhor que a maioria de nossos concorrentes;
5	Aproximadamente o mesmo da maioria de nossos concorrentes;
6	Com freqüência a uma distância curta atrás de nossos principais concorrentes;
7	Usual e marginalmente pior que nossos principais concorrentes;
8	Usualmente pior que a maioria de nossos concorrentes;
9	Consistentemente pior que a maioria de nossos concorrentes.

Fonte: Adaptado de Formoso et al (1996).

O método, se utilizado só com gerentes da própria empresa, pode levar a impressões não reais das preferências dos clientes e do posicionamento da empresa em relação à concorrência. É indicado que os clientes participem do processo de análise através de entrevistas.

2.2 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO

Bateman e Snell (1998) definem planejamento da seguinte forma:

“Planejamento é o processo consciente e sistemático de tomar decisões sobre objetivos e atividades que uma pessoa, um grupo, uma unidade de trabalho ou uma organização buscarão no futuro.”

Para Fogarty et al (1991) o planejamento é a primeira etapa do processo administrativo, consistindo da definição de objetivos e da decisão de como alcançá-los.

A necessidade de planejar deriva da inércia intrínseca aos processos decisórios.

Se fosse possível tomar decisões referentes a alterações do processo e tê-las efetivadas de forma instantânea, não seria necessário planejar. Ainda, decisões diferentes demandam tempos diferentes para tomar efeito.

Dentre outros requisitos, um bom processo de planejamento depende: de uma boa visão de futuro; do conhecimento profundo sobre a situação presente; de um bom modelo lógico, que nos ajude a tomar boas decisões utilizando a situação presente e a visão do futuro; e, finalmente, que estejam claros os objetivos pretendidos.

E o planejamento deve ser contínuo. Em cada momento, devem ser considerados a situação presente, a visão do futuro, os objetivos e o entendimento de como esses afetam as decisões. À medida que o tempo passa, a visão de futuro deve ser estendida, de forma que o horizonte permaneça constante.

A dinâmica do processo de planejamento, segundo Corrêa et al (2001), se dá da seguinte forma:

1. Levantamento da situação presente;
2. Desenvolvimento da visão de futuro;
3. Tratamento da situação presente e visão de futuro, para transformá-las em informações úteis à tomada de decisão;
4. Tomada de decisão (o que, quanto, quando produzir / comprar e com que recursos produzir);
5. Executar o planejado.

Finalizam dizendo que em determinado momento é mais prudente tirar uma outra “fotografia” da situação presente e voltar ao passo 1.

Bateman e Snell (1998), no entanto, finalizam o processo de planejamento com uma etapa de monitoramento e controle, dizendo, inclusive, que tal passo é muitas vezes ignorado.

Van Donk e Van Dam (1998) em suas experiências em uma grande fábrica de alimentos, descreveram que o planejamento era dividido em dois níveis: um plano de seis semanas, com período de planejamento igual a uma semana; e um

plano mais detalhado de duas semanas, com período de planejamento igual a um dia.

Segundo eles, os principais fatores que traziam dificuldades ao planejamento na empresa estudada eram:

- Consideráveis tempos de limpeza e *set-up*;
- Problemas de capacidade e falta de mão-de-obra no curto prazo;
- Dependências entre as linhas de produção, ou entre etapas de uma mesma linha;
- Existências de componentes perecíveis, ou de grande valor monetário; e
- Interrupções causadas por quebras de equipamentos.

Corrêa et al (2001) defendem que, quanto ao horizonte de planejamento, não há receita para determinação de um tamanho ideal, porém, pode-se considerar, como limitante, o ponto no futuro que deixa de ter influência nas decisões tomadas no presente. Deve ser, no mínimo, o tempo necessário à efetivação das decisões, somado ao período de replanejamento.

O replanejamento é feito, para que a realidade não fuja muito do que era conhecido no momento do planejamento. Seu dimensionamento depende de quanto a realidade do sistema fabril é estável, do nível de dinâmica ambiental (interna e externa). Também, a agilidade do processo de apontamento da situação presente deve ser compatível com a frequência de replanejamento.

Depois de definido o horizonte, é necessário dividi-lo em "sub-horizontes". Um de curto prazo, para que com base nele sejam tomadas as decisões de pequena inércia; um de médio prazo, para decisões de inércia média; e um de longo prazo, para as decisões de maior inércia. Bateman e Snell (1998) definem o planejamento para cada um destes "sub-horizontes", respectivamente, como: planejamento operacional, planejamento tático e planejamento estratégico.

Normalmente, as decisões de pequena inércia envolvem menos recursos, e uma decisão equivocada neste nível não traz conseqüências tão relevantes. Níveis de inércia maior, porém, envolvem mais recursos e, conseqüentemente, os efeitos de uma decisão errada terão uma relevância maior.

Os erros nas previsões crescem com o horizonte e percebe-se que decisões cujos erros envolvem perdas mais relevantes são aquelas com maiores probabilidades de erro. Felizmente, decisões de maior inércia, normalmente, não

requerem visões de futuro desagregadas. E com a agregação, os erros de previsão ficam reduzidos. Como a previsão desagregada poderá ser feita com uma antecedência menor, o aumento da probabilidade de erro devido à desagregação é compensado pela menor incerteza dos horizontes mais curtos.

Portanto, quando os níveis de agregação e antecedência são adequados, tem-se um nível de incerteza mais uniforme ao longo do horizonte de planejamento.

Bateman e Snell (1998) salientam que os planos estratégicos, táticos e operacionais devem ser consistentes e apoiar-se um no outro. Corrêa et al (2001) explicam que, como as decisões de maior inércia são mais difíceis de reverter, elas passam a representar restrições às alternativas das decisões de menor inércia. E essa hierarquia de decisões deve ser respeitada, para que haja coerência entre os diversos níveis de decisão e coesão de todo o processo de planejamento. A tabela abaixo ilustra o conceito de hierarquia no processo de planejamento:

Tabela 3: Hierarquia no processo de planejamento.

	Horizonte de planejamento	Período de planejamento	Agregação dos produtos	Agregação dos recursos
Longo prazo	Um ano, ou mais	Um mês	Famílias, ou linhas de produtos	Setores produtivos
Médio prazo	Um ano, ou meses	Uma semana	Produtos individuais	Grupos de equipamentos
Curto prazo	Um mês, ou mais	Um dia a uma semana	Componentes	Equipamentos individuais
Curtíssimo prazo	Uma ou duas semanas	Um dia	Operações	Operações

Fonte: Adaptado de Corrêa et al (2001).

Como o planejamento é feito de maneira contínua, um período no futuro voltará a ser considerado repetidamente, com desagregação cada vez maior, à medida que se tem, sobre ele, informação mais precisa.

2.3 GESTÃO DE ESTOQUES

Para Dias (1995), a gestão de estoques deve minimizar o capital investido em inventário. Corrêa et al (2001) ressaltam que os estoques possuem pontos positivos e negativos.

Os estoques proporcionam independência às fases dos processos, ou seja, faz com que interrupções em uma fase não acarretem interrupção na fase

seguinte. Em um ambiente produtivo, explicam Fogarty et al (1991), há vários tipos de estoques reguladores:

- **Estoques de matérias-primas:** para regular as diferenças entre as taxas de suprimento de matéria-prima e do processo produtivo;
- **Estoques de componentes e produtos semi-acabados:** para regular diferenças entre taxas de produção de equipamentos / operações subseqüentes;
- **Estoque de produtos acabados:** para regular as diferenças entre a capacidade de produção e demanda do mercado.

Corrêa et al (2001) descreve algumas razões para o surgimento e manutenção de estoques:

- **Falta de coordenação:** pode ser impossível, ou inviável coordenar as fases subseqüentes do processo produtivo, de forma que suas curvas de suprimento e consumo passem a ser iguais. Pode ser muito caro, por exemplo, fazer uma taxa de produção acompanhar as variações sazonais de consumo do mercado. Tempos de set-up muito grandes também geram estoques, pois levam a utilização de lotes de produção maiores;
- **Incerteza:** quando as taxas futuras, tanto de suprimento, como de consumo são imprevisíveis, estoques são necessários para fazer frente a essas incertezas;
- **Especulação:** quando a formação de estoque se dá com intenção de criação de valor e correspondente realização de lucro;
- **Disponibilidade no canal de distribuição:** como nem sempre as fábricas estão perto dos consumidores, e como o consumo se dá continuamente, para que estes encontrem produtos nos pontos-de-venda, o canal de distribuição deve estar preenchido.

Uma boa implantação de um Sistema de Administração da Produção elimina uma das principais causas do surgimento de estoques: a falta de coordenação. Um dos principais objetivos desses sistemas é disponibilizar informações de quais, quantos e quando serão necessários os suprimentos de recursos produtivos. Entretanto, outras causas não serão eliminadas com a implantação. Se um fornecedor era pouco confiável, não é porque um novo sistema

foi implantado, que ele se transformará em um fornecedor confiável, que as máquinas deixarão de quebrar, etc.

Neushel e Fuuler (1963) já apresentavam que um controle de estoque deficiente apresenta os seguintes sintomas:

- Variação excessiva da produção;
- Produção interrompida freqüentemente por falta de material;
- Falta de espaço para armazenamento;
- Aumento do número de cancelamento de pedidos;
- Grandes variações de estoques, embora a produção permaneça constante.

Para que o estoque atenda as necessidades da demanda, é preciso definir o momento e a quantidade do ressuprimento. E a forma como é feita essa definição é o que de fato diferencia os diversos sistemas de gestão de estoques. As formas mais tradicionais tratam todos itens de forma similar, independentemente. Um dos modelos mais usados é o chamado modelo de "Ponto de Reposição com lote econômico".

2.3.1 MODELO DE PONTO DE REPOSIÇÃO COM LOTE ECONÔMICO

Neste modelo, conforme apresentado por Corrêa et al (2001), sempre que é feita uma retirada do estoque, a quantidade restante é verificada. Se esta quantidade for menor que a quantidade predeterminada, chamada "Ponto de Reposição" – PR (GAITHER e FRAZIER, 2001) chamam tal quantidade de "Ponto de Pedido" – PP), é disparada uma ordem de compra / produção, de uma quantidade (denominada "lote econômico") desse item. O tempo que o fornecedor leva para disponibilizar esta quantidade é chamado de "tempo de ressuprimento", ou *lead time*.

Se a demanda se dá de maneira mais ou menos estável, pode-se representar o modelo através da figura abaixo:

Figura 2: Modelo simplificado.

Fonte: Corrêa et al (2001).

No modelo simplificado, foi assumida demanda constante, entretanto, na maioria dos casos, isso não é real. Há flutuações aleatórias em torno de uma média.

Se o estoque de segurança for zero, um pedido de reposição será disparado quando houver estoque na mesma quantidade que a demanda esperada durante o *lead time*. Mas, como a demanda não é realmente estável, isto é, é possível que ela sofra variações para maior durante o *lead time*, o estoque poderá chegar a zero antes que o ressuprimento chegue.

Evita-se esta situação com a manutenção de uma quantidade de estoque chamada “Estoque de Segurança”, que é proporcional ao nível de incerteza da demanda. E para que seja convenientemente determinado, faz-se necessário conhecer as características da demanda, o que pode ser feito através de uma análise histórica desta.

Assim, dois valores são necessários para caracterizar sua distribuição: a média μ e o desvio padrão σ .

A partir da média e do desvio-padrão estimados, é possível determinar qual valor de demanda, durante o *lead time*, cuja probabilidade da demanda real ser maior, seja 5%, por exemplo. A partir daí, é possível definir que quantidade deve ser mantida em estoque, para que apenas 5% da demanda não seja atendida.

Estes “5%” são os chamados “Nível de Serviço”.

Há, também, outra fonte de variação: o *lead time* de ressuprimento. Da mesma forma que a demanda, é possível analisar sua distribuição e caracterizá-la a

partir de uma média e um desvio-padrão, para dar um tratamento estatístico a esta questão.

2.3.1.1 NÍVEL DE SERVIÇO CONSIDERANDO O NÚMERO DE ITENS FALTANTES

Segundo Corrêa et al (2001), a forma com que o "Nível de Serviço" foi tratado até aqui, é a mais encontrada nas empresas: através da abordagem probabilística, que considera a probabilidade de não haver falta durante o *lead time* de ressuprimento – probabilidade de não haver falta nenhuma *versus* a probabilidade de que haja alguma falta durante o *lead time*.

Entretanto, entre o final do *lead time* e o disparo do próximo pedido, o Nível de Serviço é de 100%. Assim, a probabilidade de haver falta deveria ser uma média ponderada entre a probabilidade de haver falta durante o *lead time* e os 100%.

Um item que é comprado somente uma vez por ano, por exemplo, que possui um *lead time* de duas semanas, terá durante essas semanas um Nível de Serviço (95%, por exemplo), e durante todo o restante do ano, terá um Nível de Serviço de 100%. Por outro lado, se esse mesmo item for comprado em lotes menores (maior número de pedidos durante o ano), ele será "exposto" à falta em um maior número de vezes.

Corrêa et al (2001) expõe um exemplo de inadequação:

Uma empresa classifica seus itens em classes A, B, e C (referente ao valor – "curva ABC"), e X, Y, e Z (referente à criticidade da peça: X, se quebrar e faltar no estoque faz uma importante máquina parar; Y, se quebrar e faltar no estoque faz uma máquina importante trabalhar a uma velocidade reduzida; e Z, se quebrar e faltar não alterar a produção).

Assim, é interessante para esta empresa: ter baixos Níveis de Serviço dos itens não críticos (Z) e caros (A); e Níveis de Serviço altos para itens baratos (C) e críticos (X).

Se um Nível de Serviço de 50% foi decidido, utilizando o modelo anterior, para um determinado item, que possui a demanda absolutamente previsível ($\sigma = 0$), e confiabilidade de 100% no *lead time*, considerando-se todo o período futuro, o Nível de Serviço será de praticamente 100% na realidade. Mas a empresa deseja 50%. E para que isso seja possível, com essa abordagem seria necessário um Estoque de Segurança negativo. Portanto, uma abordagem diferente deve ser assumida.

2.3.1.2 ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA ESTOQUE DE SEGURANÇA

Uma das mais usuais definições para Nível de Serviço refere-se à quantidade de itens não encontrados imediatamente, ao invés da probabilidade de falta durante um período. Para isso, é necessário, para cada exposição à falta, determinar quantas unidades espera-se que falem.

Esta nova abordagem é baseada num conceito estatístico chamado “z Esperado- $E(z)$ ”, que é o número esperado de itens faltantes em cada uma das exposições à falta do item.

2.3.1.3 RESSUPRIMENTO GRADUAL

Quando o ressuprimento ocorre de maneira gradual, proveniente de um fornecedor interno por exemplo, o cálculo do lote econômico é diferente, pois as curvas de uso do estoque ficam diferentes.

2.3.1.4 LIMITAÇÕES DOS SISTEMAS DE PONTO DE REPOSIÇÃO

Como visto, para que os sistemas de Ponto de Reposição e lote econômico sejam aderentes à realidade, é necessário que a demanda seja razoavelmente constante.

Uma outra limitação para tais sistemas, é o fato da determinação dos custos unitários envolvidos serem difíceis para determiná-los.

2.3.2 MODELO DE REVISÃO PERIÓDICA

O modelo de Revisão Periódica tem operação mais simples: periodicamente, o nível de estoque do item é verificado e determina-se a quantidade a ser comprada / produzida, de modo que seja atingido um nível de estoque pré-determinado.

A principal diferença está no período da possível incerteza de demanda: ao invés de *lead time*, passa a ser usado *lead time* mais período de revisão.

Embora seja mais fácil e barato de operar, este sistema apresenta riscos de falta maiores. Isso porque as revisões de estoque se dão a intervalos fixos, ficando, assim, menos capaz de responder rapidamente a aumentos de demanda repentinos. Também exige níveis mais altos de estoques de segurança, e por isso, normalmente é selecionado para itens de menor valor e custo de armazenagem.

2.3.3 CURVA ABC

Martins e Laugeni (2000) dizem que a curva ABC é a ordenação dos itens de estoque em função de um valor financeiro.

A partir desta técnica (Curva ABC), todos os itens são classificados em três grupos baseados em seu valor total de giro durante o ano. A partir daí, pode-se, por exemplo, definir que itens mais importantes terão um controle mais rigoroso a partir de sistemas mais caros de operar. Por outro lado, sistemas mais fáceis de operar serão utilizados para itens menos importantes.

Segundo Dias (1995), curvas ABC são utilizadas para os seguintes propósitos: administração de estoques, definição de políticas de vendas, estabelecimento de prioridades para programação da produção dentre outros.

Segundo Corrêa et al (2001), esta técnica possui os seguintes passos:

1. Para cada item, é determinada a quantidade total utilizada no ano anterior;
2. Determina-se o custo médio do item (utilizando moeda forte);
3. Calcula-se, para cada item, o custo anual total;
4. Os itens são ordenados decrescentemente segundo o valor obtido em 3;
5. Calculam-se os valores acumulados de toda a lista;
6. Calculam-se os valores determinados em 5, em termos percentuais;
7. Plota-se um gráfico dos valores obtidos em 6;
8. Definem-se as três regiões. Esta definição é feita conforme a inclinação da curva: região A (curva com grande inclinação); B (curva com inclinação média - $\pm 45^\circ$); e região C (curva com pequena inclinação).

Normalmente, cerca de 20% dos itens são responsáveis por 80% do valor total. Estes são os itens que devem receber maior atenção: vale manter controles mais rígidos, com sistemas mais caros e precisos.

Com relação às regiões, no entanto, Martins e Laugeni (2000) propõem a utilização direta dos percentuais como critério de divisão, da seguinte forma:

- Região A: constituída por 10% ou 20% dos itens;
- Região B: constituída por 20% ou 30% dos itens;
- Região C: constituída por mais de 50% dos itens.

Entre "Ponto de Reposição" e "Revisão Periódica", então, o primeiro deve ser usado para os itens situados mais à esquerda da curva ABC, enquanto o segundo, para itens mais à direita.

2.3.4 DEMANDA DEPENDENTE X INDEPENDENTE

Itens de demanda independente são aqueles que possuem demanda não dependente de nenhum outro item. Normalmente, produto final.

Os de demanda dependente, possuem sua demanda dependente da demanda de algum, ou alguns, outros itens. Normalmente, componentes.

Para produção de cada produto final, uma quantidade definida do componente será necessária. Os itens componentes são, também, chamados de itens filhos do item pai.

Uma grande diferença entre um item de demanda independente e um de demanda dependente, é que a demanda do primeiro tem que ser prevista, enquanto a do segundo pode ser calculada.

Embora um item pai tenha uma demanda constante, a demanda dos itens filhos, e "netos", poderão ter uma curva que se afasta muito da hipótese de demanda constante, como pode ser visto na figura abaixo:

Figura 3: Itens de estoque para itens pais e filhos.

Fonte: Corrêa et al (2001).

Nota-se que os estoques dos itens filhos e netos são carregados desnecessariamente, pois suas demandas não são constantes, e sim pontuais. Além disso, uma pequena variação de demanda de um produto final pode causar a colocação de um grande número de ordens de compra, ou produção, caso os componentes estejam com seus níveis de estoque próximos do Ponto de Reposição.

Segundo Martins e Laugen (2000), a necessidade de planejamento da demanda dependente fez com que surgisse o MRP *Materials Requirements Planning* (Planejamento das Necessidades de Materiais). Os sistemas de gestão de estoque tradicionais (baseados na classificação de Pareto / curva ABC e em pontos de reposição e lotes econômicos) são inadequados para ambiente industrial, pois assumem demanda estável e constante, quando, na realidade, a demanda de componentes é bastante irregular, devido à falta de uniformidade do Plano Mestre de Produção (ORLICKY, 1975).

2.4 SISTEMAS MRP

Sistemas MRP ajudam programadores de produção a determinar precisamente quando e em que quantidade produzir / comprar componentes, baseado no "Programação Mestre da Produção (MPS – *Master Production Schedule*)" (RIZZI e PETRONI, 2001).

Dias (1995) apresenta o MRP como um sistema que busca atender as necessidades de produção numa seqüência de tempo determinada para cada componente do item principal, fazendo uso de procedimentos e regras de decisão.

Já Arnold (1999), simplifica dizendo que o MRP é o sistema utilizado para evitar as peças ausentes.

E, para Vollman; Berry e Whybark (1992), os sistemas MRP têm um papel fundamental no gerenciamento da produção.

O MRP calcula a quantidade de itens necessários em um determinado momento com base nas necessidades de produtos finais, nas informações das estruturas de produto e nos dados de estoque (SLACK et al, 1998). Corrêa et al (2001) traz um exemplo de produção de uma lapiseira: A partir de seu projeto, tem-se que ela é composta por vários componentes que se vão agregando, até chegar ao produto acabado.

As informações sobre a composição dos produtos podem ser organizadas na forma de "Estrutura do Produto", ou "Árvore do Produto":

Figura 4: Árvore do produto de uma lapiseira.

Fonte: Corrêa et al (2001).

Os retângulos representam os itens. Acima deles, um número representa a quantidade do item filho necessário por item pai (na ausência, assume-se a unidade).

Representações gráficas podem ser inviáveis, sendo, então, utilizadas as chamadas "Lista de Materiais Endentada".

Tais representações auxiliam na resposta a duas das questões logísticas fundamentais: o que e quanto produzir / comprar. O cálculo das quantidades necessárias de componentes a partir da necessidade de produção de itens pais é conhecido como explosão das necessidades brutas.

A próxima questão é quando comprar / produzir.

Como há, sempre, grande preocupação de não carregar mais estoque que o necessário, as compras devem ser feitas no momento mais tarde possível. É essa a lógica utilizada pelo MRP: programar compras e produção para o período mais tarde possível, a fim de minimizar os estoques através das informações da estrutura do produto e dos tempos de obtenção de cada item. O MRP parte da visão de futuro, das necessidades de produtos acabados e vem explodindo as necessidades de componentes, nível a nível, para trás no tempo. Por isso, é chamada de lógica de "programação para trás" ou "programação empurrada".

Antes de sugerir quantidades de compra ou produção, o MRP verifica se tal quantidade já não está disponível no estoque. Caso não esteja, o sistema sugere compras ou produção dos materiais. Às vezes, sugere quantidades suplementares às já disponíveis: deduz das necessidades brutas, as quantidades projetadas disponíveis em estoque no período correspondente, chegando às necessidades de obtenção efetiva.

2.4.1 FUNCIONAMENTO DO MRP

O MRP utiliza um registro chamado "Registro Básico do MRP", que é uma interface entre o sistema e os usuários. Cada item tem um único registro básico no MRP. Abaixo, um exemplo exibido por Corrêa et al (2001):

Miolo interno	Períodos	1	2	3	4	5	6	7	8
Lote=1 (mínimo)	Necessidades Brutas	100			230	400		380	600
	Recebimentos programados		100						
	Estoque projetado	380	280	380	380	150	0	0	0
	Recebimento de ordens planejadas					250		380	600
LT=3 ES=0	Liberação de ordens planejadas		250		380	600			

Figura 5: Registro básico do MRP.

Fonte: Corrêa et al (2001).

Colunas: Representam os períodos de planejamento (o MRP trata o tempo como uma variável discreta). O momento presente é o início do período 1, que é, portanto, o próximo período de planejamento. Quando o período 1 “passa”, o registro elimina esse período e faz com que o novo período 1 seja o período 2 do planejamento anterior e um novo período é incluído no final do horizonte. Esse processo é chamado de rolagem do planejamento.

Linha “Necessidades brutas”: Traz as necessidades do item em cada período futuro. Todas necessidades do item são consolidadas aqui. Representa as saídas esperadas de material do estoque durante o período.

Linha “Recebimentos programados”: Representa as chegadas de materiais ao estoque. Informa-nos que no início do período em questão, estará disponível no estoque uma determinada quantidade do item, para qual, as ações que solicitam essa compra ou produção, já foram tomadas.

Linha “Estoque disponível projetado”: Representa a quantidade que estará disponível em estoque ao final do período. É o estoque do período anterior, mais as entradas, menos as saídas no período. A célula à parte, à esquerda, representa a quantidade disponível ao final do período passado (ou início do período 1).

Linha “Recebimento de ordens planejadas”: Representa as quantidades de materiais que deverão estar disponíveis no início do período, para atender as necessidades brutas que não puderem ser supridas pela quantidade disponível em estoque ao final do período anterior. A diferença entre esta e “Recebimento Programado” é que uma mesma quantidade nunca aparece nas duas linhas ao mesmo tempo: quando uma ordem aparece na linha “Recebimentos Programados” significa que alguma ação física já foi tomada (a ordem está liberada); quando aparece em “Recebimento de Ordens Planejadas”, nenhuma ação ainda foi tomada (existe apenas a intenção de abrir uma ordem).

As ordens programadas não são alteradas pelo sistema durante os recálculos, somente podem ser alteradas pelo planejador. Por outro lado, as ordens planejadas podem ser alteradas, incluídas e até excluídas pelo sistema.

Linha “Abertura de ordens planejadas”: Refere-se às aberturas das ordens a serem recebidas de acordo com a linha descrita acima. As diferenças entre as duas são: o *lead time* do item e o percentual de quebra de produção. Também se refere ao início do período.

2.4.2 A EXPLOÇÃO DO MRP

Se for necessário iniciar a produção de um determinado produto no início de um período, é preciso que, nesse momento, os itens-filhos estejam disponíveis em quantidades suficientes. Assim, com base na necessidade de ordem planejada do item-pai, são geradas as necessidades brutas de todos itens-filhos. As necessidades líquidas (“Liberação de Ordens Planejadas”) dos itens pais são passadas para baixo como “Necessidades Brutas” dos itens-filhos.

Na geração das necessidades brutas de um item é necessário que todos seus itens pais sejam considerados. Para maior eficiência do MRP, o registro de um item só deve ser calculado quando todos seus itens-pais já tiverem sido calculados.

Mas pode ocorrer de um item aparecer em vários níveis da árvore do produto. E se o algoritmo fizer os cálculos por nível, um item que aparece no segundo e no quarto nível, por exemplo, pode ter seu cálculo feito no momento em que o sistema estiver no nível 2, quando nem todos seus itens pais tiverem sido considerados. E ao passar pelo nível 4, calcularia as necessidades do item novamente, agora considerando seu pai do nível 3.

Para evitar esses recálculos, o MRP usa um conceito chamado LLC (*Low Level Code*), que é um número atribuído aos itens e refere-se ao nível mais baixo no qual o mesmo aparece em uma estrutura de produto.

Assim, o sistema realiza os cálculos dos níveis mais altos para os mais baixos, conforme segue:

- cálculo dos itens que estão no nível 0, e têm LLC 0;
- cálculo dos itens que estão no nível 1, e têm LLC 1;
- cálculo dos itens que estão no nível 2, e têm LLC 2;
- e assim sucessivamente.

Outro artifício usado em algumas aplicações é a utilização dos “itens fantasmas”, que são itens para os quais o sistema não sugere ordens. Tudo se passa como se não estivessem na estrutura: seus filhos são considerados como filhos de seus pais.

2.4.3 A ACURÁCIA DOS DADOS DE ESTOQUE

Para Sipper e Bulfin (1997), o MRP tem um grande papel no controle e redução de inventário.

Porém, a falta de acurácia dos dados de estoque é letal para o MRP. Pela lógica utilizada por ele para o cálculo das necessidades, se o sistema considerar a existência de uma quantidade, e fisicamente essa quantidade não estiver disponível, o sistema vai sugerir ordens à menor e o planejador, sem tempo para remediar a situação, notará que a produção é impossível.

Em outra situação, se o sistema assume que há menos material que a realidade, ele sugerirá ordens de quantidades desnecessárias, elevando o nível de estoques.

Além desses problemas, a falta de acurácia também prejudica a confiança dos usuários no sistema.

Dentre os motivos de falta de acurácia nos dados de estoque destacam-se:

- Informalidade;
- Desatenção;
- Falta de treinamento;
- Falta de rotinas adequadas para entrada de dados.

Segundo Corrêa et al (2001), autores e consultores sugerem que, para que um MRP II tenha sucesso em seus objetivos, o percentual mínimo de acurácia deve ser de 95%, ou seja, para cada cem itens escolhidos aleatoriamente, 95 apresentem dados precisos quanto às quantidades em estoque. Já Sipper e Bulfin (1997) dizem que normalmente uma acurácia maior que 92% é necessária para que o sistema opere efetivamente.

Como 100% é uma meta difícil de ser alcançada, um intervalo de tolerância aceitável deve ser definido, sendo que este poderá variar item a item. Os itens podem ser classificados a partir dos seguintes critérios:

- ✓ Frequência de uso;
- ✓ Valor monetário;

- ✓ Tempo de ressuprimento.

Pode-se utilizar a curva ABC para determinação dos intervalos de tolerância. Geralmente, utiliza-se intervalos próximos de 0% para itens "A", aproximadamente 2% para itens "B", e cerca de 5% para os demais.

É importante que o grau de acurácia alcançado seja mantido, mesmo depois do período de implantação. E isso pode ser conseguido a partir do estabelecimento e implantação de procedimentos detalhados de obtenção, manipulação e registro de toda informação necessária ao sistema.

É, também, importante que os registros sejam realizados em tempo real, pois a existência de atrasos equivale à diminuição de acurácia.

Uma forma de monitorar a acurácia dos dados, é a utilização do inventário rotativo, onde é definido um período em que todos os itens do estoque serão verificados. Um determinado número de itens deve ser contado a cada dia. O período deve variar:

- Itens A – entre 15 e 60 dias;
- Itens B – entre 2 e 4 meses;
- Itens C – entre 6 e 12 meses.

O inventário rotativo permite identificar mais rapidamente as discrepâncias, e em consequência disto, possibilita a correção mais rápida. Mas a atitude dos responsáveis não deve se limitar à correção dos registros. É preciso buscar as causas para que sejam sanadas, num processo de aprimoramento contínuo.

2.4.4 A ACURÁCIA DAS ESTRUTURAS DE PRODUTO

Estruturas com muitos níveis trazem a necessidade de uma quantidade muito grande de apontamentos. Assim, a complexidade das estruturas define o nível de burocracia que o MRP II vai exigir. Mas a eliminação de um nível não pode ser uma decisão isolada, pois as estruturas são o reflexo de todo o processo de produção.

Normalmente, quanto mais o processo produtivo se comporta como um fluxo contínuo, menos níveis terão as estruturas de seus produtos, pois existirão menos itens semi-acabados estocados para uso posterior.

Quanto mais níveis por estrutura, mais componentes por nível e mais complexa a situação que deve ser gerenciada: mais apontamentos, mais oportunidades de erros e mais cálculos serão necessários.

Aqui, a alta acurácia é essencial. O percentual mínimo, para Corrêa et al (2001), sobe para 98% (para cada 100 estruturas de produtos, 98 não podem apresentar nenhuma inconsistência com os produtos reais).

No caso das estruturas, a falta de acurácia leva a efeitos devastadores nas posições de estoques. Se um determinado componente é substituído e seu novo desenho encaminhado para a produção (e o antigo é removido), mas a alteração não é considerada no MRP II, o planejamento continuará programando ordens do componente antigo, causando o excesso deste componente no estoque, e o pior: falta do componente certo na linha de produção e atraso nas entregas.

2.4.5 A PARAMETRIZAÇÃO DO MRP

A parametrização permite que restrições e características da realidade sejam informadas e consideradas pelo sistema. Como essas características e necessidades estão sempre mudando, é necessário que a parametrização seja periodicamente revisada. Os principais parâmetros do MRP são:

- *Lead times*;
- Políticas e tamanhos de lote;
- Estoques de segurança.

2.4.5.1 LEAD TIMES

É o tempo de obtenção ou de ressuprimento. É o tempo entre a liberação de uma ordem e a disponibilização do material para uso.

Lead times de produção:

São aqueles relacionados às ordens de produção. Segundo Corrêa et al (2001), seus principais componentes são:

- Tempo de emissão da ordem;
- Tempo de tramitação da ordem;
- Tempo de formação do *kit* de componentes no almoxarifado;
- Tempo de transporte dos materiais / componentes;
- Tempos de fila;
- Tempos de preparação (*set-up*) dos equipamentos;
- Tempos de processamento;

- Tempos gastos com inspeções de qualidade.

Um dos erros mais freqüentes aqui, é considerar que os *lead times* são constituídos exclusivamente pelos tempos de processamento e preparação de equipamentos, o que leva a um subdimensionamento, que fará com que o sistema não dê a antecedência necessária na abertura das ordens. Com a recorrência das faltas de materiais e as perdas de prazos, medidas preventivas começarão a ser tomadas, elevando os níveis de estoque.

Dentre seus componentes, alguns são fáceis de estimar, mas, normalmente, muita dificuldade é encontrada com os tempos de espera em filas e de processamento propriamente dito.

Alguns *mixes* podem exigir mais horas de determinadas máquinas, que acabam se tornando gargalos temporários. E os sistemas MRP não consideram as variações nos tempos de fila conforme o *mix* produzido.

O *lead time* era considerado um atributo do item pelos primeiros sistemas MRP, e não da ordem (independentemente do tamanho da ordem, o sistema considerava sempre o mesmo *lead time*). Isso não é aderente a maioria das situações em que, quanto maior o lote, maior o tempo de processamento. Para processos químicos, por exemplo, normalmente, um tamanho de lote duas vezes maior leva a um *lead time* dobrado.

Hoje, alguns *softwares* ainda usam *lead times* fixos. Para a decisão de usar ou não *lead times* variáveis, deve-se considerar se os tamanhos dos lotes terão uma variação considerável e se os tempos de processamento são predominantes no *lead time* total.

Lead times de compras:

São aqueles relacionados às ordens de compra. Também segundo Corrêa et al (2001), seus principais componentes são:

- Tempo de emissão da ordem;
- Tempo de transformação da ordem em pedido;
- Tempo de envio do pedido;
- Tempo de entrega do fornecedor;
- Tempos de transporte;
- Tempos de recebimento e liberação;
- Tempos de inspeções de recebimento e armazenagem.

Não é aconselhável confiar nos prazos de entrega cotados pelo próprio fornecedor, e sim considerar os dados históricos reais. De posse da distribuição estatística das entregas, é possível tomar melhores decisões sobre esses *lead times*. Por exemplo:

- tempo médio + 1 desvio-padrão: 84% das entregas chegam antes do momento necessário;
- tempo médio + 2 desvios-padrão: 97,7% das entregas chegam antes do momento necessário;
- tempo médio + 3 desvios-padrão: 99,9% das entregas chegam antes do momento necessário.

2.4.5.2 POLÍTICAS E TAMANHOS DE LOTE

Políticas e tamanhos de lote adequados são fundamentais para um bom desempenho do MRP. Lotes superdimensionados levarão a altos níveis de estoque e suas desvantagens: maiores riscos de obsolescência, maior capital empatado, menor flexibilidade, maiores tempos de atravessamento e maiores tempos de atendimento ao cliente.

A principal razão para que seja feita uma quantidade de produtos maior que a necessária, é a presença dos custos fixos (custo de *set-up*, por exemplo). Por outro lado, os custos associados à manutenção de estoques compõem as razões para que seja feita uma quantidade menor.

Pode-se perceber a importância da redução dos custos de *set-up*.

Com a redução dos custos de *set-up*, a curva de custos totais de manutenção de estoques fica deslocada para esquerda, fazendo com que lotes menores sejam mais econômicos. Assim, tem-se custos minimizados e, ao mesmo tempo, lotes pequenos (maior flexibilidade).

As preocupações com os lotes de produção também valem para os lotes de compra, porém há uma preocupação adicional: as possíveis restrições impostas pelo fornecedor como flexibilidade, capacidade, tamanhos de lotes, etc.

2.4.5.3 ESTOQUES DE SEGURANÇA

As incertezas, incluindo aquelas referentes às quantidades a serem produzidas e as referentes ao *lead time* para disponibilização dos componentes, afetam o funcionamento do MRP, gerando a necessidade de estoques de segurança em diferentes níveis do processo (SIPPER e BULFIN, 1997).

Os estoques de segurança têm, portanto, o objetivo de fazer frente a essas incertezas no processo de transformação, no fornecimento, ou na demanda.

Se o fornecimento, por exemplo, obedecer a uma distribuição estatística com alta dispersão, entregas com *lead times* diferentes do tempo médio esperado serão freqüentes. E isso demandará estoques de segurança maiores, para que não ocorram faltas.

Uma incerteza no processo de suprimento pode ser o tempo de suprimento. A existência dessa incerteza indica que o tempo de ressuprimento é uma variável probabilística com média, dispersão e forma de distribuição (por simplicidade assume-se normal, com duas variáveis: média e desvio padrão). Por exemplo, dois fornecedores podem possuir a mesma média para o *lead time*, mas o primeiro (fornecedor 1) possuir um desvio padrão bem menor (é mais confiável). Como o fornecedor 2 é menos confiável, para que haja a mesma probabilidade de falta, deve-se manter um Estoque de Segurança maior para os itens fornecidos por ele.

Há também incerteza na demanda, o que também exigirá estoques de segurança, se não desejarmos que haja faltas.

A maioria dos sistemas comerciais, segundo Corrêa et al (2001), permite que sejam configurados estoques de segurança, para fazer frente, tanto às incertezas de demanda, como às de suprimento.

E, também, há sistemas que permitem definir tempos de segurança, para dar às ordens, mais antecedência que aquela representada pelo *lead time*. Para itens de movimentação esporádica, a utilização de tempos de segurança é mais indicada que a utilização de estoques de segurança, pois dessa forma, algum estoque excedente seria mantido, mas somente por um pequeno período que antecede tal demanda esporádica.

2.4.6 GESTÃO POR EXCEÇÕES

Os sistemas MRP disponibilizam informações para apoiar o planejador nas decisões sobre: o que, quanto, quando e com que recursos produzir ou comprar. Mas a quantidade de informações pode ser enorme e o planejador não terá interesse na maior parte delas, por exemplo, nos casos em que há coincidência entre planejado e realizado.

Assim, as informações são passadas de forma seletiva. Se fossem disponibilizadas todas informações, o planejador receberia milhares de informações

sobre as quais não precisaria agir. Teria então, que filtrar aquelas sobre as quais realmente precisaria agir.

Essa primeira filtragem já é realizada pelos sistemas e as mensagens passadas ao planejador são chamadas de “mensagens de exceção”. Em alguns sistemas, o planejador ainda pode determinar que tipo de filtro ele deseja para determinado item.

2.5 SISTEMAS MRP II

O sistema MRP II – *Manufacturing Resources Planning* (Planejamento das Necessidades de Recursos) baseia-se na mesma lógica de cálculo do MRP para as necessidades de materiais, conforme citado por Dias (1995).

Porém, embora o MRP contribua muito para simplificar a gestão dos materiais, isso não basta para que a produção seja viabilizada, pois há uma outra questão que não é tratada por ele: capacidade de produção. Então, ou se garante que sempre haverá capacidade disponível (o que representa custos adicionais em equipamentos / instalações), ou se superestima os *lead times* (o que, normalmente, causa a formação de estoques, pois os materiais estarão disponíveis antes do momento necessário).

Segundo Sipper e Bulfin (1997), a maior parte dos sistemas MRP disponíveis comercialmente assumem capacidade de produção infinita.

A não consideração da capacidade no planejamento, sempre vai trazer custos adicionais, quer seja pela capacidade excedente, pelos atrasos nas entregas ou pela formação de estoque.

Mas a mesma técnica do MRP pode ser usada para calcular as necessidades de equipamentos ou mão-de-obra, a partir de algumas informações adicionais, como roteiro e tempos envolvidos de produção. A partir destes dados é calculada a carga total requerida para todas ordens de produção, que é confrontada com a capacidade total disponível.

A partir destes cálculos, pode-se detectar problemas de falta de capacidade com alguma antecedência, não precisando manter excesso, pois se torna possível providenciar a capacidade requerida com a antecedência necessária. Também não é preciso superestimar os *lead times*. Em resumo, estes cálculos permitem reduzir custos com a capacidade ociosa e estoques em excesso.

Sipper e Bulfin (1997) apresentam o MRP II como uma extensão do MRP. Porém, segundo Corrêa et al (2001), o MRP II é muito mais que um MRP

com cálculo de capacidade: No MRP II há uma lógica estruturada de planejamento, que prevê uma seqüência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, para chegar a um plano de produção viável, tanto no que diz respeito a materiais, como capacidade de produção.

O cálculo de necessidades de materiais deve ser feito antes do cálculo de capacidade. Em caso de estouro da capacidade, pode-se adicionar capacidade por meio de horas extras, turnos adicionais, ou mudar datas de liberação de ordens, visando ajustar o plano às restrições de capacidade. Mas se a necessidade de capacidade adicional for muito grande, tornando inúteis soluções deste tipo, todo o processo deve ser reiniciado com a alteração da decisão inicial de produção de produtos acabados.

2.5.1 MÓDULOS DO MRP II

Para que a decisão inicial de produção seja razoavelmente viável, o sistema MRP II foi desenvolvido de forma estruturada, com uma hierarquia no seu planejamento. É composto por uma série de procedimentos de planejamento agrupados em funções, normalmente, associados a módulos de pacotes de *softwares* comerciais.

2.5.1.1 CADASTROS BÁSICOS

As informações necessárias ao sistema, normalmente, são de responsabilidade de áreas / departamentos diferentes. E cada um deles deve abrir mão de seus controles locais, para manter uma base única.

Os principais cadastros são:

- **Cadastro mestre do item:** código, descrição, Estoque de Segurança, política de ordens, unidade de medida, *lead time*, data de efetividade, etc.
- **Cadastro de estrutura de produto:** ligações entre itens pais e itens filhos, quantidades necessárias, código de mudança de engenharia, datas de início e término da validade, unidades de medida, etc.
- **Cadastro de locais:** locais de armazenagem, departamentos, corredores, prateleiras, etc.
- **Cadastro de centros produtivos:** código, descrição, horário de trabalho, índices de aproveitamento, etc.
- **Cadastro de calendários:** feriados, férias, etc.

- **Cadastro de roteiros:** seqüência de operações, tempos de emissão de ordens, fila, preparação, processamento, movimentação, ferramentas necessárias, etc.

2.5.1.2 MRP / CRP

Segundo Corrêa et al (2001), o processo MRP (*Material Requirements Planning*) / CRP (*Capacity Requirements Planning*) é o motor do MRP II e pode ser considerado inadequado para empresas com processos com roteiros complexos e alternativos.

Ele deve gerar o plano viável e detalhado de produção e compras como visto anteriormente, contendo as seguintes indicações:

- O que e quanto produzir em cada período;
- O que e quanto comprar em cada período;

além de providências a serem tomadas pelo programador como:

- Apressamento de ordens abertas;
- Subcontratação de serviços;
- Solicitação de horas extras, etc.

Os módulos MRP / CRP trabalham separadamente. O MRP não considera limitações de capacidade, estas só serão verificadas posteriormente no CRP. Assim, se algum ajuste for necessário devido à capacidade, deve-se voltar ao MRP. Em casos mais complexos, faz-se necessário voltar ao plano de produção de produtos finais.

Quando, por algum problema de limitação de capacidade, houver necessidade de retornar ao MRP, as novas rodadas de cálculo não precisarão ser realizadas para todos itens / níveis. É possível realizar cálculos parciais.

Há três formas básicas de executar os cálculos no MRP II:

- **Forma *net-change*:** quando ocorre alguma alteração em um determinado item, ele é marcado. Assim, o processamento *net-change* recalcula necessidades e gera novamente as ordens apenas dos itens marcados. Por necessitar de um volume de processamento menor, normalmente, as empresas realizam este processamento diariamente.

- **Forma regenerativa:** quando o sistema parte da decisão de produção de produtos acabados, explodindo as necessidades de materiais. As necessidades líquidas são completamente recalculadas e as ordens são completamente regeneradas. É processado em *batch* e envolve grande volume de processamento, sendo, por isso, feito a cada semana, quinzena ou mês. Este processamento limpa a base de informações. Se fosse realizado apenas o processamento *net-change*, as ordens ficariam “picadas”. Como a forma regenerativa parte da produção de produtos acabados, ela refaz todas as ordens, reagrupando, quando possível, as ordens picadas.
- **Forma seletiva:** quando o programador elege os itens / níveis que deseja recalcular. Útil quando os problemas são complexos, requerendo processo iterativo com recálculos.

Orlicky (1975) já citava as duas primeiras formas, e segundo Corrêa et al (2001), nem todos *softwares* oferecem estes três recursos.

2.5.1.3 MPS / RCCP

Venkataraman e Nathan (1994) já afirmavam que, dadas as previsões de demanda, o Plano Mestre de Produção - MPS (*Master Production Schedule*) é o responsável pela definição das quantidades de itens finais a serem produzidos em cada período ao longo do horizonte de planejamento.

Para Corrêa et al (2001), o processo MPS / RCCP (*Rough Cut Capacity Planning* – Planejamento “Grosseiro” da Capacidade) deve elaborar o plano de produção de produtos finais, item a item, para cada período, o qual será o dado de entrada para o MRP. Diz ainda que, o MPS não é essencialmente de cálculo como o MRP, e sim de tomada de decisão, tendo como equação básica:

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

Dados a previsão de vendas no período, a carteira de pedidos e o estoque inicial; o estoque final será função da decisão de produção.

As principais informações necessárias são:

- Posição dos estoques de produtos finais;
- Previsão de vendas detalhada por produto;

- Carteira de pedidos já aceitos;
- Política de estoques que defina o papel dos estoques de produtos acabados: se vão agir como uma segurança contra incertezas da demanda; se vão agir como um amortecedor entre a demanda e a produção, etc.

Venkataraman e Nathan (1994), no entanto, desenvolveram um modelo para uma fábrica de tintas onde, além das informações citadas acima, consideravam:

- Produção excedente a cada período;
- Não atendimento do nível de produção desejado a cada período;
- Excessos de estoque em processo a cada período;
- Estoques a baixo do nível desejado a cada período;
- Horas extras necessárias a cada período;
- Nível de produção desejado a cada período;
- Capacidade disponível a cada período;
- Horas normais disponíveis a cada período;
- Número de horas-homem necessárias para a produção de cada item;
- Lote mínimo de produção de cada item.

Nota-se que nesse modelo, também são considerados fatores relacionados à capacidade.

No entanto, para Corrêa et al (2001), é o RCCP que deve fazer o cálculo da capacidade neste nível de planejamento, tendo como objetivo, apoiar a elaboração do plano-mestre. O RCCP tem como dado de entrada, a relação de ordens planejadas pelo MPS, gerando as necessidades de capacidade de recursos críticos ao longo do processo produtivo.

Os resultados são similares aos obtidos pelo CRP, mas apenas para os recursos críticos.

O RCCP deve ser um plano que, se apresentar problemas de capacidade no CRP, estes sejam problemas que possam ser resolvidos com ajustes sem voltar ao nível MPS / RCCP.

O Plano Mestre de Produção tem impacto no desempenho do setor produtivo. Mudanças freqüentes neste plano geram necessidades de re-

planejamentos freqüentes no nível MRP / CRP, gerando mudanças no chão-de-fábrica que sempre trazem custos adicionais.

Para a área de produção não é interessante fazer alterações no plano, porém para a área comercial essas mudanças podem ser interessantes à medida que seus clientes alterem seus pedidos. Se uma das áreas tomar uma decisão isolada, levará a benefícios também isolados, o que compromete o desempenho global da empresa. Por isso, o MPS deve ser elaborado / alterado por uma equipe multifuncional, com elementos das áreas de planejamento e comercial.

Segundo Corrêa et al (2001), deve-se garantir que o MPS seja uma desagregação do plano de longo prazo, para que as decisões de médio e curto prazo estejam coerentes com as decisões de longo prazo.

2.5.1.4 GESTÃO DA DEMANDA

Algumas empresas concentram toda sua atenção na produção, considerando que a demanda é um fator externo fora de seu controle, não podendo administrá-la.

Para Corrêa et al (2001), a visão de que todo esforço deve ser concentrado na gestão da produção é inadequada por várias razões:

- Dificilmente as empresas são tão flexíveis a ponto de atender as variações de demanda;
- Em muitas empresas, parte das demandas vem de outras filiais / divisões, o que permite sua administração;
- Há empresas que possuem relação de parceria com seus clientes, podendo negociar quantidade e momento da demanda;
- Muitas empresas possuem uma demanda que pode ser criada ou modificada.

É através deste módulo, que a área de marketing insere as informações no MRP II: previsões, cadastramento de pedidos, promessas de data de entrega, serviço ao cliente, distribuição física, etc. O módulo também inclui gestão de outras fontes de demanda, como: peças de reposição para assistência técnica; demanda gerada entre unidades produtivas; demanda gerada por centros de distribuição; etc.

Dentre os requisitos para uma boa gestão da demanda, Corrêa et al (2001) cita:

- **Habilidade para prever a demanda:** a empresa deve saber utilizar todas ferramentas disponíveis para antecipar a demanda futura com precisão;
- **Canal de comunicação com o mercado:** trazer informações dos clientes e do mercado para a empresa;
- **Poder de influência sobre a demanda:** negociando parcelamento de entregas com os clientes, por exemplo;
- **Habilidade de prometer prazos:** importante para não comprometer o desempenho em confiabilidade de entrega;
- **Habilidade de priorização e alocação:** se não houver produtos suficientes, ou se recursos / materiais não estiverem disponíveis, será preciso decidir corretamente quais clientes serão atendidos.

Assim, pode-se dizer que o processo Gestão de Demanda / MPS / RCCP é o responsável pela interface entre o MRP II e o mercado consumidor.

2.5.1.5 SFC

Segundo Gaither e Frazier (2001), o SFC (*Shop Floor Control* – Controle do Chão-de-Fábrica) deve realizar as seguintes atividades:

- Priorizar os pedidos, ajudando o seqüenciamento das ordens de produção;
- Informar aos centros de trabalho, quais pedidos devem ser produzidos e quando devem ser concluídos;
- Manter o estoque de produtos em processo (WIP – *Work In Process*) atualizado;
- Fornecer controle de entrada e saída em todos centros de trabalho;
- Medir a eficiência, utilização e produtividade de trabalhadores e máquinas.

Segundo Corrêa et al (2001), o SFC deve fazer a interface entre o planejamento e a fábrica, começando com a liberação das ordens de produção (quando os materiais são alocados), depois, permitindo que os tempos realmente gastos nas operações sejam informados, bem como os materiais efetivamente utilizados e o momento exato do término de cada operação.

Com o fechamento da ordem de produção, os produtos finais são transferidos para o estoque de produtos acabados atualizando seus registros quanto à disponibilidade dos mesmos.

Há importantes interações entre o SFC, o MRP, e o CRP. As realimentações são de dois tipos;

- **Informações de status:** informam onde estão as ordens, contagens de verificação de quantidades, fechamento de ordens, etc;
- **Sinais de alerta:** que sinalizam possíveis inviabilidades no plano de materiais.

2.5.1.6 COMPRAS

O módulo de compras tem função semelhante ao SFC, porém, é claro, seu foco é o controle das ordens de compra, fazendo a interface entre o planejamento e os fornecedores. Algumas funcionalidades encontradas nos *softwares*: avaliação de desempenho dos fornecedores, *follow-up* de compras, avaliação de compradores e suporte à transferência eletrônica de informações.

2.5.1.7 S&OP

O S&OP (*Sales and Operations Planning* – Planejamento de Vendas e Operações) trata decisões agregadas que necessitam de visão de longo prazo. Tais decisões podem ser referentes à contratação / demissão de mão-de-obra, aquisição de equipamentos, ampliação de linhas de produção, ativação / desativação de unidades fabris, etc. Decisões que requerem um prazo longo para que se tornem realidade ou, como dito anteriormente, decisões de grande inércia. São relacionadas a: o que, quanto, e quando produzir no futuro, sempre considerando famílias ou grupos de produtos e em períodos também agregados (meses ou bimestre).

A equação do S&OP é a mesma do MPS com as diferenças quanto aos horizontes de planejamento e a agregação dos dados.

Tabela 4: Principais diferenças entre S&OP e MPS.

Características Típicas	S&OP	MPS
Horizonte de planejamento	12 a 24 meses	2 a 5 semanas
Período de replanejamento	1 a 2 meses	1 semana
Item planejado	Famílias de produtos	Produtos finais
Participantes do planejamento	Superintendência, Diretorias de Manufatura, Marketing, Finanças e Engenharia	Gerências de Manufatura, e Marketing / Vendas

Fonte: Corrêa et al (2001).

O S&OP faz a integração entre os diversos setores da empresa (manufatura, marketing, finanças, engenharia de produto, logística), num planejamento que garanta coerência entre as decisões tomadas por cada área. Sem esse processo formal de interação, há grande risco de incoerência entre as decisões:

- Promoção de vendas de produtos ainda não liberados pela engenharia;
- Decisão, da manufatura, de formar estoque de matéria-prima sem cobertura de capital de giro;
- Esforço de vendas de *mix* de produtos desbalanceado em relação à capacidade;
- Descontos a clientes, para aumento do faturamento, cedidos pela área de marketing, com comprometimento da margem bruta total;
- Novo produto desenvolvido pela engenharia, com uso de recursos em desativação.

O objetivo do S&OP é gerar um conjunto de planos coerentes que servirão de metas a serem perseguidas pelas áreas envolvidas:

- **Plano de vendas agregado:** que deve ser a meta direcionadora de todos esforços de vendas da empresa;
- **Plano de produção agregado:** que deverá subordinar o MPS e é definido em função da política de estoques da empresa;

- **Orçamento:** para o período coberto pelo planejamento;
- **Plano de introdução / desativação de produtos:** coerente com o plano de vendas, produção, e financeiro.

Segundo Corrêa et al (2001), o S&OP não é suportado adequadamente pelos *softwares* disponíveis. Envolve basicamente a alta direção, e sua utilização vem crescendo no mundo, e no Brasil, com a descoberta das vantagens de sua realização de maneira formal e sistemática.

2.5.2 A ESTRUTURA DO MRP II

O MRP II apresenta três grandes blocos, que podem ser visualizados na figura abaixo:

- **Comando:** composto por níveis mais altos de planejamento, onde as decisões cabem a alta direção;
- **Motor:** composto por níveis mais baixos de planejamento, desagregando as decisões do bloco de comando;
- **Rodas:** possui funções de execução e controle.

Figura 6: Estrutura do MRP II

Fonte: Corrêa et al (2001).

2.5.2.1 A HIERARQUIA DO MRP II

No MRP II, as decisões tomadas nos níveis superiores condicionam as decisões dos níveis inferiores. Os níveis mais altos lidam com horizontes de planejamento mais longos, períodos de replanejamento maiores, dados mais agregados e períodos maiores; enquanto os níveis mais baixos consideram horizontes e períodos de replanejamento mais curtos, lidando com informações mais desagregadas.

2.5.2.2 O USO DO MRP II

O MRP II é um sistema que centraliza muito a decisão, deixando pouco a ser definido por quem executa as atividades, e isto pode trazer implicações no comprometimento da mão-de-obra, devido a sua pouca participação no processo. E devido ao fato de aceitar passivamente seus parâmetros (tempos de *set-up*, níveis de Estoque de Segurança, níveis de refugo, etc.), o MRP II é considerado um sistema passivo. Portanto, por ser passivo e centralizador, parece não favorecer o

engajamento dos operários na melhoria do sistema produtivo, deixando-os como “cumpridores” do plano.

Diante disso, é preciso que a empresa preveja ferramentas que assegurem o processo de melhoria contínua, fazendo refletir nos parâmetros do sistema tais melhorias.

Uma das vantagens do MRP II é sua natureza dinâmica, permitindo análises do tipo “e se”, para avaliar as conseqüências de possíveis decisões (BUFFA e SARIN, 1987). É um sistema que reage bem às mudanças.

Outra vantagem apresentada por Buffa e Sarin (1987) é que, como se trata de um sistema integrado, disponibiliza uma ferramenta de coordenação dos esforços de manufatura, finanças, *marketing*, engenharia e recursos humanos, que pode trazer inúmeros benefícios.

Porém, para que estas vantagens sejam realmente visíveis, Corrêa et al (2001) dizem que os dados devem ser informados ao sistema de forma sistemática e com grande precisão. Isto exige que os usuários do sistema sejam disciplinados em seus procedimentos de entrada de dados, mas estes tendem a ser menos formais do que o necessário.

Porter et al (1999) relatam que, no Reino Unido, 75 por cento das maiores companhias ainda utilizam o MRP / MRP II. No entanto, a introdução desses sistemas de planejamento e programação envolve apenas 25 por cento das pequenas empresas. Segundo ele, uma das razões para isso, é a diferença entre as necessidades de empresas grandes e pequenas; pequenas empresas geralmente não necessitam de todos os recursos disponíveis em tais sistemas, enquanto as grandes, sim.

Corrêa et al (2001) dizem que não se pode esperar que a lógica do MRP II seja fielmente adequada a qualquer empresa. Dependendo do tipo de processo, da complexidade dos produtos e roteiros e das prioridades competitivas da empresa, a forma de a empresa estruturar seu processo de planejamento pode ser diferente.

Ainda, segundo eles, o maior responsável por alguns casos de insucessos na utilização do MRP II, tem sido o processo de implantação. Segundo eles, os aspectos mais importantes na implantação são:

- O comprometimento da alta direção;
- A educação e o treinamento em conceitos de MRP II;
- O gerenciamento adequado da implantação.

- A escolha adequada de sistema, *hardware* e *software*;
- A acurácia dos dados de entrada.

Estes aspectos serão tratados com mais detalhes.

2.6 SISTEMAS ERP

Os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), segundo Davenport (1998), são sistemas comerciais que prometem integração de todas informações da empresa (contábeis, financeiras, de recursos humanos, sobre clientes e fornecedores, etc.). Assim, ganharam uma abrangência muito maior que os precursores MRP II.

O MRP II nasceu do MRP e depois, outros módulos foram sendo agregados: como MPS, RCCP, CRP, SFC, PUR (Controle de Compras) e, mais recentemente, S&OP. Assim, o sistema deixou de atender apenas as necessidades de materiais, para atender às necessidades de recursos de manufatura. Mas outros módulos continuaram a ser agregados como, por exemplo, recebimento fiscal, contabilidade, etc. Segundo Plenert e Kirchmier (2000), simuladores de produção para seqüenciamento de ordens de produção, denominados sistema de Programação para Capacidade Finita, também têm sido integrados aos sistemas MRP / ERP.

Os sistemas ERP também são conhecidos por outros termos como: Sistemas Integrados de Gestão, *Enterprise Systems* (DAVENPORT, 1998) e *Standard Software* (KIRCHMER, 1998).

Do ponto de vista comercial, o mercado de *software* de gestão empresarial é dominado por um pequeno conjunto de grandes empresas: multinacionais, dentre as quais destacam-se SAP, BaaN, Oracle, PeopleSoft, JDEdwards, entre outras (MESQUITA, 2000); e nacionais, com destaque para Microsiga, Logocenter e Datasul (SOUZA e ZWICKER, 1999).

O maior desenvolvimento na utilização de Tecnologia da Informação pelas empresas, segundo Davenport (1998) e também apresentado por THEMISTOCLEUS; IRANI e O'KEEFE (2001), foi a introdução dos sistemas ERP.

Para Corrêa et al (2001), um sistema ERP tem o objetivo de suportar todas as necessidades de informação para a tomada de decisão gerencial de uma empresa. É composto de módulos que atendem as necessidades de informação de todos setores: distribuição física, custos, recebimento fiscal, faturamento, recursos

humanos, finanças, contabilidade, etc. E todos esses módulos integrados, a partir de uma base de dados única e não redundante.

No início dos anos 90, as soluções ERP eram muito caras, viáveis apenas para empresas de grande porte. Havia a impressão de que se uma empresa tivesse capital para investir na compra desses “pacotes”, teria a exclusividade da solução de seus problemas informacionais.

Em meados dos anos 90, as grandes empresas fizeram suas escolhas e iniciaram as implantações. No ano de 2001, aproximadamente 75% das grandes empresas brasileiras responderam possuir um ERP/Sistema de Gestão Integrado amplamente implementado, sendo que nas indústrias este índice chegava a 89,7% (INFORMATIONWEEK, 2001b). Assim, a fonte dos lucros altos e fáceis foi secando, restando o mercado intermediário, que passou a ter acesso a esses sistemas devido à guerra de preço que foi estabelecida.

No entanto, Informationweek (2001c) mostra que, em uma pesquisa realizada com 147 grandes empresas (com mais de 500 funcionários), quando questionadas sobre qual tecnologia teria prioridade de investimentos, 43% das respostas indicavam interesse em investir em ERP.

Hoje, sabe-se que ter uma boa solução tecnológica é uma condição necessária, mas está longe de ser suficiente, para que um sistema de informações represente uma vantagem competitiva. Para que esta vantagem exista, é necessário que as etapas abaixo sejam feitas de forma melhor que a concorrência:

- Planejamento;
- Previsões;
- Apontamentos;
- Parametrização;
- Customização;
- Comprometimento;
- Treinamento;
- Análise estratégica.

Davenport (2002) acredita que a Tecnologia da Informação está se tornando uma *commodity*: toda empresa tem e funciona praticamente da mesma forma. A única forma de obter vantagens através da TI, segundo ele, é desenvolvendo seu próprio *stuff*. Para as áreas do negócio que são realmente diferentes e para os processos mais importantes, faz sentido desenvolver a própria

aplicação e, depois, integrá-la ao ERP. Cita o exemplo da Intel, que agiu dessa forma com relação aos sistemas de manufatura e desenvolvimento de produtos, e da Compaq, com relação à configuração de produtos.

Diz ainda, que caso a empresa não tenha recursos para manter seu próprio *stuff*, pode, pelo menos, trabalhar em parceria com os desenvolvedores dos sistemas na customização das aplicações, para que estas atendam seus processos específicos. Como exemplo de empresas que agiram dessa forma, ele cita a Reebok International e SAP.

2.6.1 MÓDULOS DISPONÍVEIS NOS ERP'S

Segundo Caruso e Johnson (1999), os sistemas ERP evoluíram rapidamente, passando a apoiar de forma integrada a todas principais áreas funcionais das empresas.

2.6.1.1 ÁREAS DE OPERAÇÕES E SUPRIMENTOS

Abaixo estão relacionados os módulos que apóiam as operações produtivas e o suprimento (CORRÊA et al, 2001). Alguns deles já foram tratados anteriormente e, por isso, serão apenas citados:

- **Previsões / análises de vendas:** auxilia a previsão de vendas, normalmente, trazendo modelos matemáticos simples para correlações e extrapolações, permitindo também, levantamento estatísticos de vendas;
- **Listas de materiais:** também conhecida como BOM (Bills of Material), é responsável pela manutenção das estruturas dos produtos;
- **MPS / RCCP;**
- **MRP;**
- **CRP;**
- **Compras (PUR – Purchasing):** visa apoiar as funções de suprimento, auxiliando cotações, gestão de pedidos de compra, *follow-up* de compras, cadastro de fornecedores, desempenho de fornecedores, desempenho de compradores, etc.;
- **SFC;**
- **Controle de estoques (Inventory):** responsável pelos níveis de estoque, transações de recebimento, transferências, baixas,

alocações de materiais, gestão de materiais não produtivos através de lógicas de Ponto de Reposição ou Revisão Periódica;

- **Engenharia:** controla as mudanças de engenharia, números de desenhos, mudanças de processos produtivos e roteiros de fabricação, tempos das operações, etc.;
- **Distribuição física (DRP – *Distribution Requirements Planning*);**
- **Gerenciamento de transporte (TM – *Transport Management*):** apóia decisões relacionadas ao transporte de materiais;
- **Gerenciamento de projetos (*Project*):** apóia a gestão da rede de atividades inter-relacionadas (com lógica CPM, ou PERT);
- **Produção repetitiva:** a produção repetitiva de algumas empresas não se enquadra perfeitamente à lógica do MRP. Produção de altos volumes, com taxas de produção diária, por exemplo, não trabalham com ordens de produção, como o MRP trabalha. Essas empresas precisam ser apoiadas por uma ferramenta que ajude na compatibilização da forma com que o MRP trabalha (ordens de produção), com a forma com que a fábrica trabalha (taxas de produção);
- **Gestão de produção em processos:** empresas que têm produção em fluxo contínuo, não são bem atendidas pela lógica original do MRP II. Alguns *softwares*, atualmente, disponibilizam um módulo para o apoio à produção em fluxo contínuo, inclusive com o tratamento adequado de *co-produtos* e *subprodutos*;
- **Programação com capacidade finita de produção discreta;**
- **Configuração de produtos.**

2.6.1.2 OUTROS MÓDULOS

Abaixo, estão relacionados os módulos que apóiam procedimentos financeiros, contábeis e de recursos humanos. Tais módulos fogem um pouco do escopo desta dissertação, sendo, por isso, apenas citados:

- Contabilidade geral;
- Custos;
- Contas a pagar;
- Contas a receber;

- Faturamento;
- Recebimento fiscal;
- Contabilidade fiscal;
- Gestão de caixa;
- Gestão de ativos;
- Gestão de pedidos;
- Definição e gestão dos processos de negócio (*workflow*);
- Gestão de pessoal;
- Folha de pagamento;

2.6.2 INTEGRAÇÃO ATRAVÉS DO ERP

Durante os anos 90, muitas empresas adotaram sistemas ERP buscando solucionar problemas de integração (THEMISTOCLEOUS; IRANI e O'KEEFE, 2001).

A abrangência do ERP supera muito a abrangência dos sistemas MRP II hoje. Muitas empresas que consideravam não precisar de MRP II, têm tido sucesso na implantação de sistemas ERP, sendo a principal motivação por adotá-los, a integração entre as várias áreas da empresa, todas acessando uma mesma base de dados não redundante. Para Davenport (2000), a integração de dados e processos forçada pelos ERP é um grande benefício trazido pela implementação de tais sistemas.

Os fornecedores de sistemas ERP continuam agregando novas funcionalidades a seus produtos através de desenvolvimento próprio, aquisição de sistemas especializados e parcerias com fornecedores de soluções complementares (CHAUDHRY, 1998). Para aquelas empresas em que os módulos logísticos não se enquadram perfeitamente, outros módulos têm sido incorporados ao ERP. Algumas *software-houses* de ERP têm adquirido fornecedores de sistemas de programação finita ou procurado fazer parcerias com estes, para que possam integrar-se de forma perfeita.

Soluções específicas têm sido desenvolvidas para diversos segmentos verticais da indústria a fim de facilitar a implantação e aumentar o grau de aderência ao negócio da empresa (JETLY, 1999; CARUSO e JOHNSON, 1999; CARUSO, 1999).

Em busca desta integração perfeita, Gardtner Group prevê que os sistemas ERP, em 2008, serão especializados por setor (INFORMATIONWEEK, 2001a).

2.6.3 IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS ERP

A implantação de um MRP II é, normalmente, confundida com uma simples instalação de *software*, onde:

- Maior parte do processo é a escolha e instalação do aplicativo;
- Os maiores gastos são com a aquisição e instalação do *software*;
- O produto que a empresa recebe é um conjunto de manuais e um CD-ROM;
- O projeto de implantação é alocado apenas à área de informática.

Corrêa et al (2001) dizem que essa interpretação errônea acaba levando, no mínimo, a uma sub-utilização do sistema, resultando em ganhos medíocres para a empresa, ou até a uma total deteriorização do sistema adquirido. Devido a esses equívocos, pode-se transformar o ERP em um mero “controlador de estoques”, quando o objetivo alcançado deveria ser a melhoria do desempenho da empresa como um todo, através da modificação dos métodos de trabalho em todas suas áreas e do comportamento de cada um dos funcionários. Mas para garantir a efetiva melhoria do desempenho, cada procedimento deverá ser revisto antes que sejam automatizados.

Porém, segundo Caruso e Jonhson (1999) e Jetly (1999), a evolução dos sistemas ERP para uma estrutura de componentes teoricamente reduz a complexidade da implantação, além de facilitar a integração com outros sistemas.

Bernroider e Kock (2001) detalharam as diferenças encontradas, entre pequenas / médias empresas e grandes empresas, em seus processos de seleção de sistemas ERP:

- Pacotes considerados e escolhidos;
- Os pesos definidos para cada critério;
- O tamanho e a estrutura da equipe responsável pela decisão;
- Os métodos empregados, etc.

Ressaltam a grande atenção dada pelos fornecedores da maioria dos ERP às pequenas e médias empresas no início desta década.

O trabalho de Bernroider e Kock (2001) foi baseado em um questionário composto de trinta e seis questões, que tratavam tanto de aspectos gerais (número de empregados, ramo, etc) como das características do processo de seleção (tamanho e estrutura da equipe responsável, métodos empregados, etc.). Cento e trinta e oito empresas austríacas responderam os questionários entre dezembro de 1998 e março de 1999 (22 consideradas pequenas ou médias, e 116 consideradas como grandes conforme o número de empregados).

O estudo mostrou que as grandes empresas austríacas selecionavam freqüentemente o sistema SAP R/3, enquanto as pequenas e médias escolhiam o sistema BaaN.

Um total de vinte e nove critérios de seleção foi identificado. Um resumo da importância dada a alguns desses critérios está representado na tabela abaixo.

Tabela 5: Diferenças nos critérios de decisão (somente critérios com grande correlação com o tamanho da empresa)

Critério	Tamanho da empresa	Muito importante	Irrelevante
Independência de Sistemas Operacionais	Pequenas	15,8	5,3
	Grandes	30,9	6,2
Melhoria dos processos	Pequenas	31,6	0,0
	Grandes	52,0	1,0
Posição de mercado do fornecedor	Pequenas	16,7	16,7
	Grandes	35,1	2,1
Adaptabilidade e flexibilidade do sistema	Pequenas	68,4	0,0
	Grandes	49,5	1,0
Potencial para melhorias e inovações	Pequenas	11,8	5,9
	Grandes	20,6	9,3
Tempo de implantação pequeno	Pequenas	36,8	0,0
	Grandes	29,9	5,2
Qualidade do suporte	Pequenas	42,1	0,0
	Grandes	58,8	0,0

Fonte: Adaptado de Bernroider e Kock (2001)

Os diversos nomes dados pelos fornecedores para módulos que desempenham as mesmas funcionalidades dificultam a comparação e escolha do sistema (JETLY, 1999).

Corrêa et al (2001) dizem que, muitas vezes, a escolha do fornecedor é a primeira atividade, sem o prévio redesenho do novo sistema de planejamento, e o resultado dessa inversão é visto durante a implantação, quando grandes

customizações serão necessárias. Por isso, uma das etapas mais importantes é a definição de onde se quer chegar, ou seja, o que se quer melhorar e quanto.

Há uma variedade muito grande de sistemas que atendem, em vários níveis de sucesso, as necessidades relacionadas ao planejamento e programação das empresas. As dificuldades vividas por muitas empresas não estão apenas na avaliação dos sistemas disponíveis, mas também em entender o relacionamento de suas necessidades com os recursos disponíveis nesses sistemas (PORTER et al 1999).

2.6.3.1 REQUISITOS PARA UMA IMPLANTAÇÃO DE SUCESSO

A implantação propriamente dita, para Corrêa et al (2001), deve ser apenas uma etapa a ser executada para alcançar os novos níveis de desempenho, sendo que o processo completo abrange:

- O redesenho do sistema de planejamento da empresa;
- A análise dos *softwares* disponíveis;
- Escolha e contratação do pacote "*software* – consultoria – treinamento" mais adequado;
- A implantação propriamente dita; e
- O aprimoramento contínuo do sistema.

Paiva (1998) apresenta as seguintes alternativas para a implementação de um sistema ERP:

- Iniciar através da revisão dos processos da empresa;
- Iniciar pela implementação do sistema e posteriormente revisar os processos que não se enquadrarem nas "melhores práticas" trazidas por esses sistemas.

E defende que a escolha de uma, ou outra, não pode ser feita de forma simples e genérica. Diz que o contexto no qual esta decisão é inserida apresenta-se "multifacetado", não aceitando respostas simples, e comumente utilizadas:

- O sistema ERP já traz uma completa revisão de processos;
- O tempo é quem determina se a revisão de processos poderá, ou não, ser realizada;
- Se a matriz já definiu um padrão, deverá ser seguido pelas unidades brasileiras;

- Se não houver revisão de processos, a empresa estará “asfaltando o caminho da roça”.

Para ele, todas estas afirmações apresentam aspectos positivos e negativos, portanto, a resposta às alternativas pode variar de contexto para contexto. Assim, deve-se analisar em quais situações uma empresa está inserida, para concluir quais aspectos devem ser considerados, a fim de se obter uma resposta para cada caso, definindo um método de implementação mais adequado para cada uma.

Para Corrêa et al (2001), antes da adoção de um pacote ERP, uma análise de adequação das funcionalidades deve ser feita, para verificar se ele atende às necessidades particulares da empresa. Uma empresa com produção em fluxo contínuo tem particularidades diferentes das de uma empresa que trabalha em batelada. É improvável que uma única solução atenda a ambas com a mesma eficácia.

Quanto à aderência do sistema aos processos da empresa, Paiva (1998) coloca a seguinte questão:

“Até que ponto necessitamos de um sistema que atenda a 100% das necessidades operacionais da empresa? Não poderíamos adotar um sistema que atendesse a 80% das necessidades a um custo muito menor?”

Segundo Corrêa et al (2001), o ponto mais importante para uma implantação de sucesso não está na lógica, nem no aplicativo escolhido: ele diz que um *software* robusto e de qualidade é condição necessária, mas não suficiente. Para o sucesso, deve-se reunir mais algumas condições:

- **Comprometimento da alta direção:** a alta direção deve se envolver, apoiar e entender os requisitos da implantação, a filosofia do sistema, o necessário comprometimento de recursos e a prioridade que o processo deve ter. Esse comprometimento de recursos pode ser uso do tempo de altos dirigentes, para participarem de treinamentos, reuniões, etc. bem como de outros recursos importantes da organização;
- **Treinamento intensivo e continuado:** Este treinamento deve ser realizado em todos os níveis. Qualquer sistema de gestão apenas

sugere decisões, que serão tomadas por pessoas que devem estar preparadas para isso, tanto no que se refere aos conceitos por trás da filosofia de gestão, quanto ao que se refere aos procedimentos de operação;

- **Gerenciamento adequado da implantação:** entre outras coisas, significa:
 - Elaboração de um plano detalhado de implantação;
 - Acompanhamento e controle da execução das atividades;
 - Auditoria, correção e garantia futura da qualidade da informação do sistema;
 - Desenho procedimental do sistema de planejamento descrevendo os grandes blocos do processo de planejamento, a relação entre eles, as responsabilidades, a lógica dos processos de decisão, as informações necessárias para apoio às decisões.
- **A escolha adequada de sistema, *hardware* e *software*;**
- **A acurácia dos dados de entrada:** começar a usar o MRP antes de atingir os níveis requeridos de acurácia é assumir um risco de desacreditar rapidamente usuários (maneira mais fácil de chegarmos ao fracasso de uma implantação).

É importante que o projeto seja tratado com a prioridade que os custos envolvidos e a importância estratégica do novo sistema merecem.

Para Siriginidi (2000), antes de se envolver com sistemas ERP, os seguintes elementos devem ser considerados:

- **Planejamento dos recursos de infra-estrutura:** Para garantir a disponibilidade da infra-estrutura adequada nas fases anteriores e posteriores a implementação. A rede deve ser confiável e com banda adequada. Servidores para treinamentos e testes devem ser considerados;
- **Facilidades para Treinamentos:** Além dos servidores, uma sala de treinamento deve ser mantida, principalmente para as fases pré-implementação;

- **Planejamento de Recursos Humanos:** Uma implementação bem sucedida somente é possível se houver trabalho em equipe, e tal equipe deve ser representada por componentes de toda a empresa;
- **Treinamento sobre ERP:** Os funcionários da empresa devem conhecer os conceitos envolvidos em um ERP, conhecer alguns estudos de caso, para terem conhecimento dos princípios e atitudes que levaram a implementações bem sucedidas em outras empresas e, quais têm sido os obstáculos para o sucesso;
- **Comprometimento das pessoas certas:** Uma vez decidido que a implementação do ERP é necessária, os melhores funcionários devem ser alocados a este projeto em tempo integral. Aqueles mais difíceis de serem liberados são, normalmente, os mais importantes para a equipe de implementação;
- **Comprometimento da alta direção:** A alta direção deve estar convencida de que muito treinamento deverá ser realizado em todos os níveis da organização, inclusive o dela. Também, devem classificar o projeto como prioritário;
- **Comprometimento em implantar versão sem customizações:** 80% dos benefícios da implementação podem ser alcançados sem customizações e em curto prazo. Uma revisão pode ser feita após seis meses;
- **Disponibilização de um manual do sistema:** Da mesma forma que funcionários da produção possuem instruções de trabalho documentadas, uma documentação para os usuários do sistema é um pré-requisito.

Segundo Rizzi e Petroni (2001), as maiores dificuldades encontradas nos processos de implementação de sistemas baseados no MRP são:

- A complexidade dos conceitos MRP;
- A quantidade de treinamento intensivo necessário;
- A implementação de tais sistemas, normalmente, é combinada com uma reestruturação dos processos da empresa; e
- Resistência dos funcionários às mudanças organizacionais.

2.6.3.2 EQUIPE DE IMPLANTAÇÃO.

Os elementos com papéis ativos na implantação são apresentados por Corrêa et al (2001) conforme a figura abaixo:

Figura 7: Equipe de implantação.

Fonte: Corrêa et al (2001).

Sponsor do projeto: alto executivo responsável por manter seus pares da alta direção comprometidos e entusiasmados com o projeto, é para ele que o gerente de projeto vai se reportar. É uma função de extrema importância para o projeto.

Membros do comitê diretivo: formado por toda a diretoria da empresa, o executivo principal e o gerente de projeto. Têm a função de assegurar recursos e comprometimento dos diversos setores e processos. Devem se reunir uma ou duas vezes ao mês, para acompanhamento e controle do *status* do projeto;

Gerente do projeto: é o elemento chave da implantação. Um bom gerente não garante o sucesso da implantação, mas um mau gerente é uma garantia de insucesso. Ao gerente de projeto cabe liderar a equipe de implantação no nível operacional. Suas características desejáveis são:

- Dedicação em tempo integral;
- Ser de dentro da empresa;
- Ter conhecimento da área de operações;

- Ter perfil de usuário;
- Ser experiente na empresa;
- Ter boas habilidades interpessoais;
- Ter bom trânsito nos setores que fazem parte do projeto;
- Ter conhecimentos básicos em gestão de mudanças organizacionais.

Equipe de implantação: composta por elementos de todas áreas envolvidas. Suas funções são:

- Relatar desempenho real contra o programado;
- Identificar problemas e obstáculos;
- Ativar as forças-tarefas para resolver os problemas identificados;
- Tomar decisões operacionais quanto à alocação de recursos;
- Representar todos futuros usuários do sistema.

Segundo Bernroider e Kock (2001), a participação das pessoas diretamente afetadas pelo sistema no processo de implantação, desde a escolha do sistema, leva a melhores decisões e a uma maior aceitação no processo de implantação.

Para a fase de escolha do sistema, Bernroider e Kock (2001) identificaram, em suas pesquisas, quatro diferentes estruturas da equipe responsável:

- Em 17,6% das empresas a equipe era composta por altos executivos auxiliados por consultores externos;
- 10,9% das empresas davam grande participação à área de Tecnologia da Informação e departamentos corporativos, pouca influência de departamentos internos e não utilizavam consultorias externas;
- Diversos departamentos, inclusive aqueles afetados diretamente pelo sistema após a implantação, faziam parte da equipe em 35,3% das empresas;
- Equipes com uma estrutura constituída por uma mistura das características acima eram responsáveis pela decisão em 36,1% das empresas.

O mesmo estudo também mostrou que o número de pessoas envolvidas nas grandes empresas (9,82 em média) era bem maior do que nas pequenas e médias empresas (4,82 em média). E também estudou o tempo gasto no processo de seleção: 19 semanas, em média, para pequenas e médias empresas; e 27 semanas, em média, para grandes empresas.

2.6.3.3 ATIVIDADES BÁSICAS

A seguir serão descritas as atividades básicas de um processo de implantação segundo Corrêa et al (2001):

- PREPARAÇÃO;
- TREINAMENTO;
- DESENHO PROCEDIMENTAL DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO;
- GARANTIA DA ACURÁCIA DA BASE DE DADOS;
- ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS;
- TESTES.

PREPARAÇÃO

Definição da equipe de implantação e demais elementos; estabelecimento da "missão" do projeto; e elaboração do plano de implantação.

A missão deve ser um documento, gerado a partir da alta direção, e que defina o que se pretende com a implantação, quais melhorias de desempenho são desejadas, em que prazo e que recursos desejam comprometer. Nesta fase também é feito um estudo de custos e benefícios.

TREINAMENTO

Um dos principais responsáveis pelo grau de sucesso da implantação, independentemente da qualidade do *software* adquirido. Os funcionários devem saber quais serão suas novas tarefas, como executá-las e, principalmente, entender por que será preciso mudar, quais suas novas responsabilidades e as conseqüências de suas ações individuais no desempenho da empresa como um todo. Somente com o claro entendimento do processo, eles poderão ter a confiança necessária, evitando o surgimento de sistemas paralelos (uma das principais causas de fracasso na implantação e uso de sistemas MRP II).

Deve ser planejado pelo gerente de projeto, executado pela equipe de implantação e prever aulas conceituais e práticas.

- **Treinamento conceitual:** para a diretoria deve ter a duração de algumas horas, fornecendo bagagem a respeito da filosofia MRP II, para que possam apoiar o processo de implantação, assim como compreender a lógica de gestão que lhe é implícita. O conteúdo mínimo:
 - Papel estratégico dos sistemas;
 - O que se espera do sistema;
 - Principais módulos do sistema;
 - Vantagens e limitações do MRP II;
 - Importância da implantação.

Para a média gerência, comitê diretivo, equipe de implantação, líderes das forças-tarefa e usuários-chave é adequado um programa mais extenso (no mínimo um dia) contendo:

- Conceitos básicos sobre planejamento;
 - Conceitos sobre gestão de estoques;
 - Cálculo de MRP;
 - Informações necessárias e parametrização;
 - Principais módulos do MRP II;
 - Implantação de sistemas MRP II.
- **Treinamento operacional:** tem a função de familiarizar os usuários ao novo sistema e deve ser ministrado pela fornecedora do *software*. É necessário, mas não suficiente, por não abranger aspectos conceituais.

DESENHO PROCEDIMENTAL DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO

Sua elaboração deve partir da filosofia básica que a empresa pretende adotar. Deve servir como um pano de fundo do desenho procedimental, que reflita as características específicas da empresa, suas prioridades competitivas, seu processo produtivo, características das estruturas de seus produtos, as especificações de seus fornecedores, necessidades de informação para tomadas de decisão, etc. Os principais blocos a serem considerados no desenho são:

- Plano de produção agregado de longo prazo, plano de vendas e a gestão da demanda;

- Previsão de vendas agregada e detalhada;
- Plano Mestre de Produção, englobando planejamento grosseiro da capacidade;
- Plano de materiais e capacidade detalhados;
- Programação de curtíssimo prazo da fábrica e fornecedores;
- Controle de chão-de-fábrica.

Para cada bloco deve-se definir as informações de entrada, as resultantes e a lógica do processo de decisão, incluindo:

- Políticas gerais de decisão;
- Responsáveis pelas informações e processo de decisão;
- Ferramentas a serem utilizadas (integrantes do *software*, ou desenvolvidas em paralelo);
- Modelagem do sistema produtivo e de seus produtos;
- Parâmetros básicos (horizontes de planejamento, períodos de replanejamento, etc.);
- Políticas para parametrização do sistema.

O desenho, depois de elaborado, será a base para a configuração do *software* a ser implementado, ajudando a avaliar em que aspectos ele atenderá as necessidades. Não atendendo alguma particularidade, será necessário adotar uma das seguintes soluções:

- Customizar o novo *software*;
- Parametrizar o novo *software*;
- Desenvolver sistemas paralelos de apoio.

Kirchmer (1998) explica que a configuração do ERP é a adaptação do *software*, para atender as particularidades de uma organização, sem alteração dos códigos de programação. Portanto, segundo ele, a parametrização faz parte da configuração, pois nela não há alteração do código-fonte do sistema.

Para Davenport (1998), a escolha dos módulos a serem utilizados / implantados também é um dos mecanismos de configuração do sistema. Alguns módulos podem não ser necessários ou já terem suas funcionalidades atendidas por outro sistema.

GARANTIA DA ACURÁCIA DA BASE DE DADOS

Outro causador de inúmeros insucessos é o descaso com a qualidade dos dados que irão alimentar o novo *software*. Com dados incorretos, o MRP II irá sugerir ordens inadequadas às reais necessidades da empresa, o que será lido como mau funcionamento do sistema. E como já dito anteriormente, em decorrência da falta de confiança, surgem sistemas locais e paralelos.

É necessária alta aderência entre os valores físicos de posição de estoque e os registros no sistema. A medida desta aderência é chamada de acurácia dos dados de posição de estoques.

$$\text{Acurácia} = (\text{registros corretos} / \text{registros contados}) \times 100$$

A acurácia relacionada às estruturas dos produtos, segundo Corrêa et al (2001), deve ficar entre 98 e 100%.

Para estar correto, um item precisa ter registrado corretamente: seu item pai, seus itens filhos, a quantidade a ser usada e a unidade de medida. O cálculo é feito da seguinte forma:

$$\text{Acurácia} = (\text{estruturas corretas} / \text{estruturas auditadas}) \times 100$$

Uma estrutura completa deve possuir todos os itens a serem planejados pelo MRP e incluídos no custo do produto. O que significa incluir embalagens, materiais de consumo e ferramentas. A inclusão desses itens permite um período maior de negociação com fornecedores, já que sua necessidade poderá ser notada com antecedência maior.

Uma condição necessária para garantir a acurácia das estruturas de produtos é a manutenção de um único registro de cada estrutura. Também, é importante que o processo de alteração obedeça a procedimentos, com níveis de aprovação e autorização.

ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS

Parte preponderante na implantação de um MRP II é a elaboração dos procedimentos.

Esta etapa deve estar prevista no plano de implantação e contar com a participação da equipe de implantação e dos usuários desses procedimentos antes da implantação do sistema.

Os procedimentos deverão ser submetidos a críticas dos demais usuários, e formalmente validados antes de implantados.

TESTES

A realização de testes, também deve fazer parte do Plano de Implantação do sistema.

Segundo Stair (1996), os seguintes testes devem ser realizados:

- Teste de unidade: quando cada módulo é testado separadamente;
- Teste do sistema: quando todo o sistema é testado;
- Teste de volume: quando o sistema é testado com grande volume de dados;
- Teste de integração: quando são testadas as integrações com outros sistemas;
- Teste de aceitação: testes realizados com os usuários, preferencialmente, nas estações dos usuários.

2.6.3.4 GESTÃO DA IMPLANTAÇÃO

A implantação do MRP II tem todas as características de um projeto, e deve ser gerenciado como tal. Tais características são:

- Atividade não rotineira dentro da empresa;
- Começo, meio e fim bem definidos;
- Intervalo de tempo limitado;
- Equipe formada especialmente para o caso;
- Grande número de atividades a serem realizadas de forma interligada.

Segundo Corrêa et al (2001), a prática tem mostrado que são cerca de 200 atividades realizadas por um número de pessoas que pode passar de 100. O prazo de implantação, segundo ele, pode variar de 8 a 24 meses.

A principal ferramenta para esta gerência, é o plano de implantação, que é uma descrição detalhada das atividades, contendo, no mínimo:

- Nome da atividade;
- Descrição do objetivo;
- Método de execução;
- Produto final;
- Prazo;

- Interdependência com outras atividades;
- Recursos necessários;
- Carga de cada recurso;
- Responsáveis pela execução.

Além do plano de Implantação, outra ferramenta útil é a técnica CPM (*Critical Path Method*), com a utilização de diagrama de barras (chamado gráfico de GANTT) para visualização das atividades no tempo.

2.6.3.5 GESTÃO DA MUDANÇA

Sempre que há uma mudança dentro de uma empresa, há um deslocamento da situação atual – boa ou ruim, porém conhecida – para uma situação desconhecida. E isso naturalmente gera resistências.

Para diminuir essas resistências, um clima favorável deve ser criado:

- Identificar o que pode segurar as pessoas na situação atual;
- Explicar as razões que levaram a empresa a decidir pela mudança;
- Justificar a necessidade da mudança;
- Mostrar as relações entre as mudanças ao nível estratégico e as atividades individuais.

Portanto, educação e treinamento são ferramentas importantes para apoiar a mudança, assim como dar aos funcionários uma idéia da situação atual da empresa e de como ela deverá estar após a mudança.

Kotter (1997) cita oito erros potenciais num processo envolvendo mudança organizacional, que estão mencionados abaixo, seguidos da respectiva adaptação às implantações de sistemas ERP.

- **Não estabelecer um senso de urgência grande o suficiente:** responsabilidade do alto gerente; é necessária absoluta clareza de que o projeto é prioritário, caso contrário o projeto será preterido em função de atividades de curto prazo;
- **Não criar uma coalizão forte o suficiente em torno da idéia:** ninguém pode fazer tudo sozinho, é necessária uma coalizão; *team-work*; comprometimento interno; quem faz a implantação é a equipe interna;

- **Não ter uma visão clara que reflita a mudança:** caminho claro; objetivos cristalinos sobre onde se quer chegar; visão simples; explicação de o onde a organização espera chegar com o ERP;
- **Comunicação falha da nova visão:** visão deve ser compartilhada, pois esforços devem ser concorrentes e sem dispersão; comunicação do andamento, comunicação de mudanças; comunicação eficaz de tudo que ocorre no projeto;
- **Falhas em remover obstáculos à nova visão:** resistências sempre vão existir em sistemas que alteram a posse da informação; há resistências francas e veladas; é necessário atividade sistemática de reconhecimento e remoção das resistências;
- **Não planejar sistematicamente vitórias de curto prazo:** implantações de ERP são de longo prazo; motivação deve ser mantida por vitórias sucessivas planejadas; manter *momentum* é crucial para o bom andamento;
- **Declarar vitória cedo demais:** processo de implantação longo implicando mudanças grandes; cautela necessária, pois não faltarão os autodenominados campeões; cuidado, pois vitória cedo demais leva a complacência.
- **Não ancorar as mudanças na cultura da empresa:** manutenção e uso – mudanças organizacionais reverterem-se facilmente; fazer as mudanças se incorporarem à organização é essencial. Caso contrário, mudanças podem reverter-se.

3 A USINA COMO INDÚSTRIA DE PROCESSO CONTÍNUO

Neste capítulo, serão apresentados alguns mecanismos para classificação de processos de fabricação, sendo que a produção contínua apresenta-se como classificação de alguns desses mecanismos.

Em seguida, serão apresentados dados gerais da usina, seguindo com a descrição de seu processo produtivo e planejamento da produção.

Assim, este capítulo apresenta-se dividido nos seguintes tópicos:

- MECANISMOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO;
- A EMPRESA.

3.1 MECANISMOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

Segundo Porter et al (1999), há vários mecanismos pelos quais é possível classificar a estrutura e características dos processos de fabricação. Wild (1971) e Browne et al (1998) identificam duas categorias básicas: indústrias de processo contínuo e indústrias de manufatura discreta.

3.1.1 OS MECANISMOS DE CLASSIFICAÇÃO

Há vários sistemas diferentes para classificar os ambientes de produção. Alguns (por exemplo, discreto/contínuo) são bem conhecidos e amplamente utilizados, outros são mais recentes (por exemplo, complexidade e incerteza).

Um dos problemas encontrados pelas empresas, segundo Porter et al (1999), na procura por seu sistema de controle, é fazer sua própria classificação de acordo com algum desses mecanismos. O número de meios de classificar um ambiente de produção pode ser maior que 20. Alguns deles estão resumidos a seguir.

3.1.1.1 CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO VOLUME DE PRODUÇÃO E VARIABILIDADE DOS PRODUTOS

Para Johnson e Montgomery (1974), os ambientes de produção podem ser vistos como uma curva, em cujas extremidades estão os processos de produção contínua e os projetos. E entre estes estão os processos intermitentes, ou processos de manufatura discreta.

Esta classificação pode ser fortemente relacionada com a escala de produção e o grau de variabilidade dos produtos, conforme ilustrado na figura abaixo.

Browne et al (1998) ainda subdividem a manufatura discreta em: produção em massa, produção em lote e produção individual (ambiente “*job shop*”). Definem o processo contínuo como aquele que produz um só produto continuamente. Normalmente, a partir de processos químicos e não, físicos ou mecânicos.

Figura 8: Classificação do processo de fabricação a partir do volume de produção e variabilidade dos produtos.

Fonte: Adaptado de Porter et al (1999).

Produção contínua: caracterizada pela produção em grande volume de uma pequena quantidade de produtos básicos. Normalmente, além dos produtos finais, são gerados co-produtos e subprodutos, que às vezes podem ser reutilizados no processo. Tais produtos apresentam demanda estável em curto e médio prazo e, mudanças de projeto durante a vida do produto são mínimas. A capacidade da planta é calculada através da saída do processo “gargalo”. Esta classe apresenta utilização de mão-de-obra pouco qualificada e não-intensiva.

Produção em massa: grande volume de produção de produtos padronizados e com uma pequena diversidade. Os equipamentos e mão-de-obra são especializados.

Produção em lotes: caracterizada pela produção em pequeno ou médio, volume. Possui várias características do processo intermitente. Normalmente relacionada a produtos com demanda difícil de ser prevista e plantas cuja capacidade é dependente do *mix* a ser produzido em cada momento.

Produção individual (“*jobbing shop*”): caracterizada pela produção em baixo volume de uma grande gama de produtos, sendo que a demanda de cada um deles é muito difícil de ser prevista. Nos casos de produção única, espera-se que uma vez produzido, não haja uma outra encomenda exatamente igual. Essa classe possui mão-de-obra intensiva, altamente qualificada, e o sistema de produção deve ser muito flexível. Bom exemplo para ilustrar essa classe é a produção de alguns bens de capital. Toomey (1996) lembra que os sistemas MRP foram desenvolvidos para controlar operações de indústrias inseridas em um ambiente “*job-shop*”.

Produção de projeto: muito parecida com a produção “*job-shop*”, mas devido à singularidade e porte de seus produtos, Porter et al (1999) definem esta como uma classe independente daquela. Na série contínua que trata a figura acima, esta classe se apresenta na extremidade direita, sendo que todos produtos são únicos e normalmente fabricados no próprio local de utilização. Segundo Resende e Sacomano (1997), as técnicas de PERT / CPM são, normalmente, utilizadas pelas indústrias inseridas neste ambiente.

Zaccarelli (1987) ainda subdivide a produção contínua em três subtipos:

- **Contínuo puro:** A matéria-prima é processada sempre da mesma forma, gerando os mesmos produtos;
- **Contínuo com montagem:** Cada componente do produto final possui uma seqüência contínua de fabricação. Quando os tempos de fabricação dos componentes não forem iguais, faz-se necessário realizar balanceamento nas seqüências de produção para evitar “gargalos”.
- **Contínuo com diferenciação final.** O produto final apresenta pequenas variações.

3.1.1.2 CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO DESTINO DA PRODUÇÃO

Um mecanismo alternativo de classificação, citado por Porter et al (1999), faz a diferenciação entre sistemas de produção voltados à fabricação para estoque e sistemas de produção sob encomenda. E comenta que a literatura sugere cinco classes entre os dois extremos desse mecanismo:

- Fabricação para estoque (*MTS – Make to Stock*)
- Montagem sob encomenda (*ATO – Assemble to Order*)
- Fabricação sob encomenda (*MTO – Make to Order*)
- Engenharia sob encomenda (*ETO – Engineer to Order*)
- Projeto sob encomenda (*DTO – Design to Order*)

Para Fogarty et al (1991), a classificação acima se refere às diferentes estratégias que as empresas podem optar para colocação de seus produtos no mercado. Porém, não citam DTO como uma das opções.

Segundo Browne et al (1998), as classes MTO e ETO são as mais utilizadas nas indústrias com produção do tipo “*jobbing shop*”.

A classe “Fabricação para estoque” trata de um sistema, cuja demanda de grande parte dos produtos é conhecida ou previsível. Modificações, e customizações, solicitadas pelos clientes são raras. Economias de escala, geralmente, direcionam para uma produção em massa e a satisfação dos clientes está mais relacionada com a disponibilidade dos produtos.

Na classe “Montagem sob encomenda”, os componentes são fabricados a partir de previsões e, geralmente, montados e armazenados em estoques-pulmões. Os produtos são configurados a partir da montagem de módulos somente após o recebimento dos pedidos. Em um sistema de “Montagem sob encomenda” puro, não há estoque de produtos acabados e o *lead time* depende da disponibilidade de componentes no estoque.

Na classe “Fabricação sob encomenda”, produtos padrão de um catálogo predefinido são encomendados pelos clientes. Apesar da matéria-prima poder ser comprada e a produção planejada, a fabricação somente tem início após o recebimento de uma ordem firme de compra.

Na classe “Engenharia sob encomenda”, um conjunto de produtos padrão é oferecido com a possibilidade de customizações serem feitas a pedido dos clientes.

Na classe "Projeto sob encomenda", uma área de conhecimento é oferecida pela empresa. Um produto é projetado e desenvolvido para atender às necessidades individuais de um determinado cliente. Todos produtos fabricados nesta classe serão únicos e terão *lead times* maiores que os produtos de outras classes.

Buffa e Sarin (1987) relacionam classificações por volume e por destino da produção com as etapas do ciclo de vida dos produtos.

Segundo eles, indústrias cujos produtos estão bem no início de seus ciclos de vida normalmente são do tipo "*job-shop*" e somente produzem sob-encomenda. Aquelas, cujos produtos estão no início do estágio de crescimento, também são organizadas em um ambiente "*job-shop*", porém produzem para estoque.

As indústrias de produção em massa e produção em lote estão, geralmente, relacionadas a produtos que estão do meio ao final do estágio de crescimento do ciclo de vida.

E os produtos que estão no estágio de maturidade de seu ciclo de vida estão ligados a indústrias de processo contínuo e que produzem para estoque.

3.1.1.3 CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO VARIEDADE DOS PRODUTOS E COMPONENTES

Burbidge (1983) apresenta uma classificação de sistemas de produção considerando a variedade de produtos finais e componentes / matérias-primas, ressaltando que o planejamento e controle da produção é mais difícil naqueles que possuem maior variedade. Assim, o mesmo, apresenta três tipos de sistemas de produção:

- **Sistemas implorivos.** Possuem pequena variedade de componentes / matérias-primas e grande variedade de produtos finais.
- **Sistemas de processo.** Possuem pequena variedade de matéria-prima e produtos finais.
- **Sistemas explosivos.** Possuem grande variedade de componentes / matérias-primas e pequena variedade de produtos finais.

3.1.1.4 CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO COMPLEXIDADE E INCERTEZA

Porter et al (1999) também citam o uso de um conjunto de matrizes 2x2 na classificação de empresas. Tal classificação considera as características dos produtos, do mercado e suas relações com complexidade e incerteza.

O termo "complexidade" é usado para tratar do volume e variedade de produtos, componentes, processos e fontes de suprimentos.

E "incerteza" trata do volume e estabilidade da demanda, e também do grau de "rigidez" do projeto do produto.

Os quatro diferentes setores nas matrizes são definidos como:

- **Bens de capital:** produtos altamente customizados, com constantes mudanças de projeto e muito complexos.
- **Bens duráveis:** produtos com demanda e projeto estáveis, mas com pequenas mudanças.
- **Produtos sob encomenda (artigos suscetíveis à "moda"):** geralmente menos complexos que os bens duráveis, mas com demanda mais incerta e ciclo de vida mais curto.
- **Commodities:** possuem demanda estável e contínua, com pouquíssimas mudanças de projeto e ciclo de vida longo.

COMPLEXIDADE		
ALTA	BAIXA	
Bens de Capital A	Produtos sob encomenda (artigos de moda) B	ALTA
Bens Duráveis C	Commodities D	BAIXA
		INCERTEZA

Figura 9: Classificação do processo de fabricação a partir da complexidade e incerteza.

Fonte: Porter et al (1999).

3.1.2 OUTROS MECANISMOS DE CLASSIFICAÇÃO

Porter et al (1999) citam, mas sem maiores detalhes, outros sistemas de classificação:

- Formato da lista de materiais;
- Número de componentes por produtos acabados x tempos entre unidades fabricadas;
- Intensidade de capital x intensidade de mão-de-obra.

Também dizem que, dependendo do ponto de vista, pode-se obter vários outros mecanismos ou variações dos citados acima.

Fransoo e Rutten (1994) apresentou uma classificação baseada nas definições de fluxo/processo e lote/mix da APICS (*American Production and Inventory Control Society*).

A APICS define produção em lote/mix como tendo, fundamentalmente, programação de ordens de produção "curtas" de determinados produtos. E define fluxo/processo como processos que possuem poucas interrupções nas ordens de produção e entre elas. Possuem como produtos: líquidos, fibras, gases.

3.1.3 INDÚSTRIAS DE PROCESSO

Segundo as definições da APICS, indústrias de processo são empresas que agregam valor aos materiais através da mistura, separação ou reação química (FRANSOO e RUTTEN, 1994).

Os processos podem ser contínuos ou em batelada e geralmente requerem controle de processo rígido e alto investimento em capital. Altos investimentos em equipamentos especializados são economicamente justificáveis. Fransoo e Rutten (1994) diz que o valor agregado, normalmente, é baixo. Como a velocidade de produção é alta, os materiais representam de 60% à 70% do custo total.

Browne et al (1998) também destacam que indústrias de processo contínuo normalmente fazem uso de meios químicos ao invés de físicos ou mecânicos na fabricação de seus produtos. Citam como exemplos de processo contínuo a fabricação de fertilizantes e açúcar.

A programação da produção nas indústrias de processo, normalmente, é dificultada por eficiências variáveis, mesmo quando os processos estão

estatisticamente sob controle. Muitas vezes, a eficiência de um processo é desconhecida até que tal processo seja iniciado (FRANSOO e RUTTEN, 1994).

As indústrias de processo, geralmente, possuem matérias-primas oriundas da mineração ou agricultura. Tais matérias-primas têm variações naturais na composição, qualidade, tamanho, etc. Algumas vezes, a variabilidade na qualidade da matéria-prima define quais produtos serão fabricados ou qual BOM (*Bill of Material*) será utilizada. A variação na lista de materiais pode ser causada, por exemplo, quando uma matéria-prima é recebida com acidez acima do normal, sendo necessária a adição de ingredientes básicos (que normalmente não seriam necessários).

3.2 A EMPRESA

A Usina Açucareira de Jaboticabal S/A (Usina São Carlos) conta com uma capacidade diária para processar 10 mil toneladas de cana, produzindo 18 mil sacas de açúcar, 600 mil de litros de álcool e 15 mil quilos de levedura.

Está localizada na rodovia Deputado Cunha Bueno, Km 212, no município de Jaboticabal, interior do estado de São Paulo.

Iniciou suas atividades no ano de 1948, tendo como único produto o açúcar cristal mascavo.

Em 1957, visando a exportação, partiu para a produção de açúcar cristal branco com a modernização de seu complexo industrial. A partir de 1968, também passou a produzir álcool, com objetivo de atender a indústria de bebidas, farmacêuticas, etc.

Impulsionada pelo Proálcool, na década de 70, expandiu novamente seu complexo industrial, com a instalação de novos equipamentos, tendo como objetivo aumentar a produção de álcool.

A fim de diversificar os negócios, no ano de 2001, foi instalada uma planta de secagem de levedura, produto utilizado como fonte de proteína em rações.

Durante o período de safra, a usina conta com aproximadamente 1700 colaboradores, considerando as divisões Agrícola e Industrial.

A Usina São Carlos é uma usina cooperada à Copersucar – Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo Ltda – que adquire toda a produção de açúcar e álcool das unidades cooperadas. Este sistema coloca a Usina São Carlos como fiel depositária da Copersucar e esta, como o principal cliente da Usina.

Com relação à Tecnologia da Informação, possui um parque com aproximadamente 150 micro-computadores e oito servidores, cada um dedicado a uma aplicação específica (provedor de acesso à internet, *firewall*, arquivos, banco de dados, aplicação ERP, ambiente de testes, etc.).

O sistema ERP utilizado pela usina é o holandês BaaN IV. Porém não tem todos seus pacotes implementados. Atualmente, são utilizados os pacotes financeiro (*finance*) e logístico (*distribution*).

3.2.1 O PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Aqui serão descritas as várias etapas dos processos de fabricação de açúcar e álcool.

Este tópico foi desenvolvido com base na experiência do autor desta dissertação e com apoio de Araújo (1982); COPERSUCAR (1988) e Delgado (1977).

3.2.1.1 MATÉRIA-PRIMA

O açúcar e álcool são produzidos a partir da cana-de-açúcar. A lavoura da mesma deve trabalhar em perfeita sintonia com a indústria para evitar deterioração e perdas de açúcar. Para isso, uma programação detalhada das etapas de corte deve ser feita. Variedades adequadas da planta devem ser escolhidas (com maiores teores de sacarose) e a matéria-prima deve ser processada quase que imediatamente após o corte.

A composição química da cana é bastante variável quantitativamente e somente é conhecida com precisão após ser analisada pelo laboratório de PCTS (Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose).

Esta variação é influenciada por diversos fatores: variedade da cana, região de cultivo, clima, solo, adubação, idade, etc. Na tabela abaixo, são indicados os principais elementos pertencentes à composição química da cana-de-açúcar normal.

Tabela 6: Composição química da cana madura, normal e sadia.

Elemento	Porcentagem
Água	65 – 75
Açúcares	12 – 18
Sacarose	11 – 18
Glicose	0,2 – 1,0
Levulose	0,0 – 0,6
Fibras	8,0 – 14,0
Celulose	5,5
Lignina	2,0
Pentosana	2,0
Goma da cana	0,5
Cinzas	0,4 – 0,8
Matérias nitrogenadas	0,3 – 0,6
Gorduras e ceras	0,15 – 0,25
Gomas e mucilagem	0,15 – 0,25
Ácidos combinados	0,10 – 0,15
Ácidos livres	0,06 – 0,10

Fonte: COPERSUCAR (1998).

O teor da fibra é muito importante para o equilíbrio térmico da usina, fornecendo o bagaço, mas, por outro lado, dificulta a extração da sacarose. Normalmente, 1% de aumento no teor de fibra causa uma redução de 1,5% na extração. Para manter a extração, então, faz-se necessário aumentar a vazão de água adicionada à cana durante a moagem.

Alto teor de cinzas também prejudica o processo, principalmente a clarificação, evaporação e cristalização.

3.2.1.2 TRANSPORTE E ESTOCAGEM

O transporte da cana-de-açúcar do campo até à usina é, no Brasil, predominantemente rodoviário, sendo exclusivamente rodoviário na usina em questão.

Os caminhões são pesados antes e após o descarregamento da cana. A partir da diferença das duas medidas é obtido o peso líquido da cana entregue. Alguns caminhões são selecionados aleatoriamente, para que amostras da matéria-prima sejam retiradas através de uma sonda especial. Tais amostras são posteriormente enviadas ao Laboratório de Sacarose (também chamado de Laboratório de PCTS – Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose), onde, dentre as análises realizadas, destaca-se a determinação do teor de sacarose. A partir

desse processo é calculado o valor a ser pago aos fornecedores pelo produto entregue.

Através da pesagem, é feito tanto o controle agrícola, quanto industrial da unidade. O cálculo do rendimento industrial, por exemplo, é totalmente dependente dessa etapa, pois leva em consideração a quantidade de matéria-prima que entrou no processo, além da característica da mesma.

A cana pode ser descarregada diretamente nas mesas alimentadoras da moenda, na esteira (cana picada colhida mecanicamente), ou descarregada no pátio para estocagem.

A cana picada, originada da colheita mecânica, não pode ser estocada, sendo descarregada diretamente na esteira que alimenta a moenda. Neste caso, o descarregamento é feito através de um tombador hidráulico.

No último caso, o descarregamento é feito através de guindastes em pátio aberto. Depois, são levadas do pátio às mesas alimentadoras por tratores.

Como prevenção a possíveis falhas no transporte, procura-se manter certa quantidade de cana-de-açúcar estocada no pátio. Porém, este estoque deve ser renovado em intervalos de, aproximadamente, 8 horas.

Caso tais intervalos sejam ultrapassados, podem ocorrer as seguintes alterações:

- Ressecamento do colmo, causando perda de peso e aumento do teor de fibra;
- Inversão da sacarose em glicose e frutose, o que causa a redução do valor do caldo para a fabricação de açúcar;
- Desenvolvimento de microorganismos tais como: leveduras, fungos e bactérias (que convertem a sacarose em glicose e frutose)

3.2.1.3 EXTRAÇÃO DO CALDO

O primeiro equipamento da extração é a mesa alimentadora, que recebe a cana diretamente dos caminhões ou do pátio, transferindo-a às esteiras metálicas, que levam a cana até as moendas.

As mesas alimentadoras podem ser classificadas em: convencional (inclinação de 5° à 17°) e de grande inclinação (45°).

As mesas de 45° trabalham a uma velocidade maior, deixando a camada de cana mais baixa, o que aumenta a eficiência da lavagem e propicia uma alimentação mais regular.

A lavagem é feita em dias de chuva e tem por objetivo retirar matérias estranhas como: terra, areia, etc. Tais matérias, além de desgastes dos equipamentos, aumentam o tempo de decantação do caldo nos clarificadores. Também pode provocar a decantação de impurezas nas caixas de calagem, aumentar o volume de cinzas nas caldeiras e trazer problemas de filtrabilidade do lodo.

A lavagem pode causar uma perda adicional de sacarose, principalmente se o colmo for exposto de maneira exagerada, como é o caso da cana cortada em toletes (colheita mecânica).

As esteiras metálicas levam a cana até o setor de preparo da cana, que tem como principal objetivo desintegrá-la, para facilitar a extração do caldo (e, portanto, da sacarose) contido nas células.

O sistema de preparo é constituído pelos seguintes equipamentos:

- **Esteira Metálica:** Na usina em questão, também chamada de esteira 3. Transporta a cana durante o trabalho do picador, desfibrador e espalhador;
- **Picador:** Equipamento rotativo com facas fixadas nas extremidades, que opera a uma velocidade de 6.500 rotações por minuto, e tem por objetivo cortar a cana em pedaços menores, preparando-a para o trabalho do desfibrador;
- **Desfibrador:** Constituído por um tambor alimentador que compacta a cana a sua entrada e o desfibrador, propriamente dito. É um equipamento rotativo constituído por um conjunto de martelos oscilantes;
- **Espalhador:** Localizado ao final da esteira metálica, tem por finalidade, uniformizar a altura do colchão de cana e também reduzir sua espessura, a fim de facilitar o trabalho do eletroímã;
- **Esteira de borracha:** Na usina em questão, também chamada de esteira 4. Transporta a cana da esteira metálica até o Chute Donnelly;
- **Eletroímã:** Realiza a remoção de materiais ferrosos, protegendo os equipamentos de extração.

A alimentação da moenda é realizada através de um dispositivo chamado **Chute Donnelly**. Dentro dele, a cana forma uma coluna com maior densidade, aumentando a capacidade de extração da moenda.

O nível da cana dentro desta coluna é utilizado para controlar a velocidade da esteira de borracha. E a velocidade desta controla a da esteira metálica. Assim, por exemplo, quando o nível do Donnelly está muito alto, a velocidade da esteira de borracha é diminuída, e conseqüentemente, a da esteira metálica.

A moenda é constituída por seis ternos, cada um formado por três cilindros. Os dois cilindros inferiores têm seus eixos fixos. O superior tem a posição de seu eixo controlada por um regulador de pressão e gira em sentido contrário ao dos outros dois.

A moagem consiste em retirar o caldo contido na cana, fazendo-a passar entre dois rolos submetidos à determinada pressão e rotação. Outro objetivo da moenda é produzir bagaço em condições adequadas para sua queima rápida nas caldeiras.

No primeiro terno da moenda já é extraído entre 50 e 70 % do caldo. Depois, o bagaço é enviado por meio de uma esteira, denominada Esteira Intermediária, ao segundo terno. O caldo extraído neste primeiro terno é denominado Caldo Primário, e não é misturado ao restante do caldo (extraído nos outros cinco ternos) – denominado Caldo Misto.

Assim, a cana, ao passar pelos seis ternos, tem seu caldo extraído.

A fim de diluir o caldo remanescente no bagaço e aumentar a extração da sacarose, adiciona-se água ao bagaço – processo chamado de embebição. Tal processo consiste em adicionar água entre os dois últimos ternos, fazendo retornar o caldo extraído deste último para o anterior, e assim sucessivamente, até chegar ao segundo terno.

A quantidade de água utilizada na embebição é função dos seguintes fatores:

- Fibra: quanto maior o teor de fibra, maior o volume de embebição;
- Açúcar na cana: quanto mais rica a cana (com relação à quantidade de açúcar), melhor será o aproveitamento utilizando maiores volumes de água;
- Tratamento do caldo: quanto maior o volume de embebição, maior será a quantidade de caldo, exigindo uma capacidade maior dos equipamentos de tratamento do caldo;

- Capacidade da evaporação: a embebição deve ser compatível com a capacidade de evaporação da usina;
- Fermentação: quanto mais diluído estiver o caldo, menor será o tempo de fermentação, mas maior será a probabilidade de infecções;
- Destilação: quanto mais diluído estiver o vinho, maior deverá ser a capacidade das colunas de destilação, maior será o volume de vinhaça gerada e também maior o consumo de vapor.

A extração final de sacarose fica entre 92 e 96% e a umidade final do bagaço (subproduto desta etapa) fica em torno dos 50%.

3.2.1.4 GERAÇÃO DE ENERGIA

Após a extração do caldo, o bagaço, constituído basicamente por fibra (46%) e água (50%), é enviado às caldeiras, onde é queimado para a produção de energia. Essa energia liberada é utilizada para transformar água em vapor, que irá abastecer os equipamentos do processo como: turbinas das moendas, desfibrador, picador, etc., bem como o gerador de energia elétrica.

Na usina em questão, há quatro caldeiras e a quantidade de bagaço enviada varia de 240 a 280 kg por tonelada de cana moída. Juntamente com esse bagaço, é enviada uma certa quantidade de sacarose não extraída nas moendas, representando uma das maiores fontes de perda de sacarose no processo.

O vapor é gerado nas caldeiras e distribuído, primeiramente, com uma pressão de aproximadamente 21 kgf/cm^2 . Após passar pelas turbinas, a pressão do vapor é baixada para cerca de $1,5 \text{ kgf/cm}^2$. Este vapor é denominado de vapor de escape e é aproveitado nos evaporadores, destilaria, etc.

3.2.1.5 TRATAMENTO DO CALDO

Depois de extraído, o caldo sofre o que é chamado de tratamento primário, que tem por objetivo eliminar ao máximo as impurezas insolúveis (areia, argila, bagacilho, etc.).

O principal equipamento desse processo é a **peneira rotativa**, que têm o objetivo de eliminar o material mais grosseiro em suspensão (bagacilho). O material retido retorna à moenda.

Após o tratamento preliminar citado, o caldo ainda apresenta impurezas, que podem ser solúveis, coloidais ou insolúveis. Assim, com o objetivo de coagular,

flocular e precipitar tais impurezas, é realizado um tratamento químico. Depois do tratamento, as impurezas são eliminadas por sedimentação.

O caldo tratado é enviado para a fabricação do álcool (caldo misto) e para a fabricação do açúcar (caldo primário), neste caso seguindo para a etapa de sulfitação.

A **sulfitação** consiste na absorção de SO_2 pelo caldo, baixando seu pH para valores próximos de 4. É realizada em duas colunas de absorção que possuem em seu interior pratos perfurados. O caldo é bombeado para a parte superior e desce por gravidade em contracorrente com o SO_2 gasoso, que é produzido ao lado das colunas através da queima de enxofre em dois fornos especiais.

Os principais objetivos da sulfitação são:

- Inibir reações que causem formação de cor;
- Coagular colóides solúveis;
- Diminuir a viscosidade do caldo;
- Formação do precipitado CaSO_3 (sulfito de cálcio);
- Evitar o desenvolvimento de microorganismos prejudiciais.

O consumo médio de enxofre fica entre 250 e 500 g por tonelada de cana.

A próxima etapa do processo é a **calagem**, que consiste na adição de leite de cal (Ca(OH)_2) ao caldo, elevando seu pH para um valor próximo de 7. Esse processo é realizado em tanques metálicos, continuamente, e tem por objetivo a eliminação de corantes do caldo, a neutralização de ácidos orgânicos e a formação de sulfito e fosfato de cálcio, que ao sedimentarem arrastam impurezas presentes no líquido.

O leite de cal é produzido na usina pela queima da cal virgem (CaO), consumindo de 500 a 1000 g por tonelada de cana.

Depois da calagem, o caldo é aquecido em trocadores de calor até uma temperatura de aproximadamente 105°C . O caldo é aquecido, principalmente, para acelerar a decantação, que é realizada de forma contínua em um equipamento denominado clarificador ou decantador: Na parte superior é retirado o caldo clarificado, enviado à evaporação. O sedimento, chamado de lodo, é enviado para filtros rotativos, para recuperação do açúcar contido nele. A quantidade de lodo retirada no fundo do decantador pode chegar a 20%.

Antes de chegar aos filtros, o lodo recebe a adição de bagacilho, que ajuda na filtração. O caldo retorna ao processo e o material retido no filtro é utilizado como adubo na lavoura e recebe o nome de torta.

3.2.1.6 EVAPORAÇÃO

O caldo clarificado é concentrado através da evaporação da água nele contida. O conjunto de evaporação é constituído por dois grupos de três caixas de evaporação, que funcionam alternadamente (quando um grupo está operando, o outro está em limpeza). Antes de chegar aos evaporadores, o caldo passa por 3 pré-evaporadores, que funcionam em paralelo.

A evaporação utiliza vapor vindo do setor de cozimento e fornece água condensada às caldeiras, à moenda (para embebição) e à lavagem da torta.

3.2.1.7 CRISTALIZAÇÃO

O caldo evaporado perde aproximadamente 75% da água, chegando a uma concentração de cerca de 65° Brix, recebendo o nome de xarope. O xarope é enviado para os cozedores, que trabalham em batelada. Nesta etapa, há a formação de cristais de açúcar, devido à precipitação da sacarose.

A formação de cristais é realizada através da semeadura (adição de cristais de açúcar ao xarope). A mistura de cristais e mel é denominada massa cozida e chega a 95° Brix.

A massa cozida é enviada aos cristalizadores, onde é resfriada para finalização do processo de cristalização.

3.2.1.8 SECAGEM E ENSAQUE

Depois de resfriada, a massa cozida segue para as centrífugas, onde o mel é separado dos cristais de sacarose. O mel retorna aos cozedores para recuperação do açúcar dissolvido, recebendo o nome de melaço, e é enviado para a fabricação de álcool. O açúcar é lavado com vapor, passa por resfriamento e secagem, e segue para o ensaque.

Somente antes do ensaque, o açúcar é analisado para classificação. Pode ser classificado como tipo 1, tipo 2 ou tipo 4, dependendo das características do produto. Dentre as análises realizadas, a principal é determinação da cor do açúcar (quanto mais claro, melhor sua qualidade).

O açúcar de tipo 1 é de melhor qualidade que o de tipo 2 e este, de melhor qualidade que o tipo 4.

O açúcar é armazenado e expedido: em sacos de 50kg, em big-bags de 1200kg ou a granel.

3.2.1.9 PRODUÇÃO DE ÁLCOOL

Após o caldo misto passar pelo tratamento descrito anteriormente (3.2.1.5. TRATAMENTO DO CALDO), o mesmo é resfriado através de trocadores de calor. Depois, sofre a adição de mel, sendo chamado de mosto, cuja concentração deve ser de aproximadamente 19° Brix, para facilitar a posterior fermentação.

Preparo do Fermento

O processo de fermentação utilizado pela Usina recupera continuamente leveduras do vinho, através da centrifugação deste antes de ser enviado à destilaria.

Parte deste subproduto (levedura) retorna ao processo, recebendo a adição de água e ácido sulfúrico, diminuindo seu pH, o que evita infecções por bactérias. Esta suspensão também recebe o nome de pé-de-cuba e permanece em agitação por três horas antes de ser enviado às dornas novamente.

A levedura tem um comportamento especial, pois tem um rendimento maior que 100%. Com o passar do tempo, a quantidade de levedura aumenta e um excedente começa a ser observado. Este excedente é enviado para secagem, para posterior comercialização.

Fermentação

Nas dornas, o pé-de-cuba é misturado ao mosto na proporção de 12 a 17 % de concentração final, transformando os açúcares em álcool. Além do álcool, também são formados alguns produtos secundários como: álcoois superiores, glicerol, aldeídos, gás carbônico, etc.

O processo de fermentação é realizado de forma contínua, passando por quatro dornas em aproximadamente 8 horas.

O produto final da fermentação é chamado de vinho, cujo teor médio de álcool é de 7%. O vinho é enviado às centrífugas para separação do leite de levedura, que retornará às cubas para recuperação do fermento, enquanto o vinho "delevedurado" é enviado para a destilação.

Destilação

A Usina São Carlos possui quatro aparelhos de destilação capazes de produzir tanto álcool anidro, como hidratado, com exceção do aparelho 4, onde só é produzido álcool hidratado.

A destilação é realizada em sete colunas distribuídas em quatro "troncos":

- A: destilação propriamente dita;
- B: retificação;
- C: desidratação;
- P: recuperação de ciclohexano.

O aparelho 4 possui apenas os troncos A e B, por isso não é capaz de produzir álcool anidro (não possui recurso para desidratação). Os outros aparelhos possuem todos troncos citados.

Nas colunas superpostas A, A1, e D, ocorre a destilação: o etanol é separado do vinho, que chega com aproximadamente 9° GL. O produto deste tronco é a flegma, vapor com cerca de 45° GL, que é enviado ao "tronco" B. Os subprodutos voláteis deste tronco são retirados no topo da coluna D e o produto de fundo, denominado vinhaça, é retirado no fundo da coluna A a uma proporção de 13 litros para cada litro de álcool.

A retificação é realizada nas colunas B e B1. Tem como objetivo concentrar a flegma a uma concentração de aproximadamente 96°GL e retirar as impurezas (álcoois superiores, aldeídos, ésteres, aminas, ácidos e bases). O produto deste tronco é o álcool hidratado. No fundo de B1 é retirada uma solução aquosa, chamada de vinhaça (um dos subprodutos desta etapa) e próximo à entrada de flegma é retirado o subproduto óleo fúsel (constituído por álcoois homólogos superiores).

Desidratação

O álcool hidratado é uma mistura binária álcool-água azeotrópica, ou seja, seus componentes não podem ser separados pelo processo de destilação. Este produto pode ser comercializado desta forma ou ser desidratado na coluna C, para ser vendido como álcool anidro.

Na coluna C, ciclohexano é adicionado em seu topo, para formar com o álcool hidratado, uma nova mistura azeotrópica, agora ternária, com ponto de ebulição inferior ao do álcool anidro.

Assim, no fundo da coluna C, é retirado o álcool anidro. Enquanto na parte superior é retirada a mistura ternária, que é enviada a um decantador. No decantador, são formadas duas fases: uma rica em ciclohexano, que retorna a coluna C; e outra, rica em água, que segue para a coluna P.

Recuperação do ciclohexano

No topo da coluna P, o ciclohexano é recuperado e reenviado à coluna C. Enquanto no fundo é retirada a mistura binária álcool-água, que é enviada a coluna B1.

Armazenamento do álcool

O álcool produzido é enviado para sete tanques, numerados de 7 a 13, onde aguardam a expedição.

A capacidade total dos tanques é de aproximadamente 60 milhões de litros, distribuídos da seguinte forma:

- tanques 7, 8, 11, e 12: 5 milhões de litros;
- tanques 9, e 10: 10 milhões de litros;
- tanque 13: 20 milhões de litros.

A retirada do álcool faz-se por meio de caminhões tanques.

3.2.2 A PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

O planejamento de produção na Usina São Carlos é realizado antes do início de cada safra, podendo ser replanejado a qualquer momento.

A Divisão Agrícola, através do histórico de safras anteriores e de um Sistema Especialista, faz a previsão de colheita mês a mês e informa à Produção. Como exemplo, a tabela abaixo ilustra a previsão informada para a safra de 2002.

Tabela 7: Previsão de colheita (em toneladas de cana-de-açúcar).

Mês	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Total
Previsão	150.000	290.000	300.000	300.000	290.000	280.000	124.978	1.734.978

A partir do mesmo Sistema Especialista, pode-se prever algumas características da cana a ser colhida. Dentre tais características, algumas são úteis no planejamento da produção: PC – porcentagem de sacarose na cana; AR – porcentagem de açúcares redutores na cana; FIBRA – porcentagem de fibra na cana.

O termo açúcares redutores é utilizado para representar a glicose e a frutose, por terem a propriedade de reduzir o óxido de cobre do estado cúprico ao cuproso.

Como exemplo, a tabela abaixo apresenta os valores previstos para a safra 2002.

Tabela 8: Características previstas para a cana.

Mês	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
FIBRA (%)	12,15	12,80	13,40	13,03	13,86	14,00	14,00
PC (%)	14,20	14,40	15,57	15,85	15,77	15,60	14,62
AR (%)	5,97	5,23	4,68	4,87	4,39	4,64	4,64

A partir das informações apresentadas, o setor de produção faz a previsão do Rendimento Industrial Total – RIT – para cada mês. Para esta previsão, utiliza-se o histórico de eficiência nos respectivos meses (Normalmente, a eficiência é menor nos primeiros e últimos dias de safra). Também é considerado que 9,5% dos açúcares redutores são aproveitados industrialmente. Assim:

$$RIT = (PC + AR * 0,095) * Eficiência$$

A eficiência industrial é calculada da seguinte forma:

$$Eficiência = \text{sacarose equivalente dos produtos} / \text{sacarose na cana}$$

Para o cálculo da quantidade equivalente de sacarose nos produtos são utilizadas as seguintes relações:

1 kg açúcar = 0,997 kg de sacarose

1 litro de álcool = 1,467 kg de sacarose

Porém, como o álcool anidro e o álcool hidratado não são constituídos totalmente por álcool, é utilizado um fator de correção para cada um deles, para que a graduação alcoólica de cada produto seja considerada:

Álcool anidro = 0,9964

Álcool hidratado = 0,9534

Assim, tem-se a quantidade equivalente de sacarose para cada produto:

Açúcar: 0,997 kg de sacarose / kg açúcar

Álcool anidro: 1,4617 kg de sacarose / litro álcool

Álcool hidratado: 1,3986 kg de sacarose / litro álcool

A tabela abaixo apresenta os valores de RIT calculados para a safra 2002.

Tabela 9: Cálculo do RIT (Rendimento Industrial Total).

Mês	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
RIT (%)	11,81	13,06	14,09	14,19	14,08	13,80	12,80

A quantidade equivalente de sacarose possível nos produtos é obtida, então, multiplicando-se a quantidade de cana prevista para cada mês, pelo respectivo valor de RIT. A tabela abaixo apresenta os resultados de tais cálculos para a safra 2002.

Tabela 10: Quantidade equivalente de sacarose nos produtos.

Mês	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Cana (ton)	150.000	290.000	300.000	300.000	290.000	280.000	124.978
RIT (%)	11,81	13,06	14,09	14,19	14,08	13,80	12,80
Sacarose (ton)	17.715	37.874	42.270	42.570	40.832	38.640	15.997

A produção de açúcar e álcool é definida para cada mês em função das previsões de venda informadas pela Diretoria e dos valores de sacarose calculados.

Normalmente, define-se a quantidade a ser produzida de dois produtos e calcula-se a quantidade restante de sacarose disponível para produção do terceiro produto. No exemplo utilizado até aqui (safra de 2002), foram definidas as quantidades de açúcar e álcool anidro a serem produzidas em cada mês e a quantidade restante de sacarose foi utilizada para produção de álcool hidratado.

Tabela 11: Definição das quantidades de dois, dos três produtos.

MÊS	AÇÚCAR	ÁLCOOL ANIDRO	ÁLCOOL HIDRATADO
	(sacos 50 kg)	(litros)	(litros)
MAIO	200.000	3.000.00	
JUNHO	460.000	6.300.00	
JULHO	520.000	8.000.00	
AGOSTO	520.000	8.000.00	
SETEMBRO	330.000	8.000.00	
OUTUBRO	290.000	6.300.00	
NOVEMBRO	170.000	1.700.00	
TOTAL	2.490.000	41.300.00	

Tabela 12: Cálculo da quantidade de sacarose disponível para produção de Alcool Hidratado (disponível = total – açúcar – anidro).

MÊS	SACAROSE TOTAL	SACAROSE AÇÚCAR	SACAROSE ANIDRO	SACAROSE DISPONÍVEL PARA PRODUÇÃO DE HIDRATADO
	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)
MAIO	17.715	9.970	4.385	3.360
JUNHO	37.874	22.931	9.208	5.735
JULHO	42.270	25.922	11.693	4.655
AGOSTO	42.570	25.922	11.693	4.955
SETEMBRO	40.832	16.450	11.693	12.689
OUTUBRO	38.640	14.456	9.208	14.976
NOVEMBRO	15.997	8.474	2.484	5.039
TOTAL	235.898	124.125	60.364	51.409

Dividindo a quantidade disponível de sacarose pelo fator referente ao álcool hidratado (1,3986) é obtida a quantidade a ser produzida.

Tabela 13: Planejamento de produção para todos produtos.

MÊS	AÇÚCAR	ÁLCOOL ANIDRO	ÁLCOOL HIDRATADO
	(sacos 50 kg)	(litros)	(litros)
MAIO	200.000	3.000.000	2.402.337
JUNHO	460.000	6.300.000	4.100.418
JULHO	520.000	8.000.000	3.328.238
AGOSTO	520.000	8.000.000	3.542.733
SETEMBRO	330.000	8.000.000	9.072.399
OUTUBRO	290.000	6.300.000	10.707.561
NOVEMBRO	170.000	1.700.000	3.602.791
TOTAL	2.490.000	41.300.000	36.756.478

Com o planejamento da produção finalizado, o setor de compras faz o planejamento de necessidades dos insumos (ácido sulfúrico, enxofre, cal, bactericida, etc.). Para este planejamento, é utilizado o consumo por unidade de produto na safra anterior.

Assim, por exemplo, se na safra de 2001 o consumo de biocida foi de 0,04g para cada litro de álcool, a necessidade para 2002 seria:

Tabela 14: Exemplo de planejamento de compras (biocida).

MÊS	ÁLCOOL ANIDRO	ÁLCOOL HIDRATADO	ÁLCOOL TOTAL	BIOCIDA
	(litros)	(litros)	(litros)	(kg)
MAIO	3.000.000	2.402.337	5.402.337	216
JUNHO	6.300.000	4.100.418	10.400.418	416
JULHO	8.000.000	3.328.238	11.328.238	453
AGOSTO	8.000.000	3.542.733	11.542.733	462
SETEMBRO	8.000.000	9.072.399	17.072.399	683
OUTUBRO	6.300.000	10.707.561	17.007.561	680
NOVEMBRO	1.700.000	3.602.791	5.302.791	212
TOTAL	41.300.000	36.756.478	78.056.478	3.122

4 PCP PARA PROCESSO CONTÍNUO

Neste capítulo, com base em BAAN (1999) e na experiência do autor, serão apresentados os módulos específicos do pacote *Process* – o pacote de gerenciamento de produção do BaaN IV direcionado às necessidades das indústrias de processo contínuo.

Em seguida, este capítulo tratará da configuração dos módulos de PCP do *Process* com base no processo produtivo da usina, apresentado no capítulo anterior.

Além do *Process*, o BaaN IV possui mais três pacotes destinados ao gerenciamento da produção:

- **Manufacturing:** destinado às indústrias de produção discreta;
- **Project:** destinado às indústrias de produção baseada em projetos;
- **Constraint Planning:** destinado à programação da produção com capacidade finita

Os módulos específicos do BaaN *Process* são os seguintes:

- Gerenciamento de Fórmula (FRN);
- Roteiro, ou Rota (ROU);
- Gerenciamento de Produção (PMG).

Além destes, o *Process* também compartilha outros módulos com outros pacotes do BaaN, por exemplo:

- Controle do Item (ITM);
- Plano Mestre de Produção (MPS);
- Custo Padrão (CPR);
- Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP);
- Planejamento das Necessidades de Capacidade (CRP);
- Apointamento de Horas (HRA).

Assim, este capítulo apresenta-se dividido nos seguintes tópicos:

- GERENCIAMENTO DE FÓRMULA (FRN);
- ROTEIRO (ROU);
- GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO (PMG);
- A CONFIGURAÇÃO.

4.1 GERENCIAMENTO DE FÓRMULA (FRN)

Este tópico trata da apresentação do módulo Gerenciamento de Fórmula – FRN do *Process*. Sua finalidade no pacote *Process* é a mesma que o módulo BOM (Lista de Materiais) tem no pacote *Manufacturing*. Porém, como o *Process* trata-se de um pacote especial para indústrias de processo contínuo, o módulo FRN possui algumas funcionalidades não presentes no BOM, a fim de atender as particularidades destas indústrias.

Processos produtivos que possuem co-produtos / subprodutos, por exemplo, não são atendidos pelo pacote *Manufacturing*, sendo necessária a utilização do *Process* e conseqüentemente do módulo FRN.

A seguir serão apresentadas as principais diferenças entre os dois módulos (BOM e FRN).

4.1.1 DIFERENÇAS ENTRE FÓRMULAS E LISTA DE MATERIAIS (BOM)

Diversas são as diferenças entre as fórmulas (usadas pelo *Process*) e as listas de materiais (utilizadas pelo *Manufacturing*).

Enquanto Listas de Materiais são usadas para operações de montagem e processamento de peças, as fórmulas são usadas, por exemplo, em processos que possuem operações de mistura.

O Módulo "Gerenciamento de Fórmula (FRN)" apresenta as seguintes funcionalidades não encontradas no Módulo de controle da "BOM":

- As quantidades de materiais necessárias não precisam ser **unidades inteiras**. Frações das unidades também podem ser utilizadas;
- As fórmulas podem ser baseadas em **porcentagem** ou quantidades absolutas. Também é possível definir fórmulas com

parte dos materiais configurados com necessidades baseadas em porcentagem e parte em quantidades absolutas;

- É possível registrar **quantidades fixas** de material, independente da quantidade total a ser produzida com a fórmula;
- Pode-se cadastrar em uma única fórmula de produto acabado, uma combinação de **diversos containeres**. Assim, é possível produzir um produto em várias embalagens diferentes sem a necessidade de criação de vários lotes de produção (um para cada embalagem);
- Os materiais da fórmula podem ser configurados como sendo “**escaláveis**”. Esta funcionalidade torna possível ajustar o tamanho do lote com base na disponibilidade desses materiais;
- Há possibilidade de considerar **perdas**, para compensar evaporações de materiais com alta volatilidade.
- Também pode ser considerado um **rendimento** para toda a fórmula, afetando as necessidades de todos os materiais;
- Juntamente com o item principal, podem ser produzidos **Co-produtos e subprodutos**;
- Os co-produtos / subprodutos podem ser **recorrentes**, ou seja, podem ser reutilizados no processo, até mesmo na mesma fórmula.
- Nos casos de reutilização de co-produtos / subprodutos, a porcentagem de rendimento pode ser **maior que 100%**.

4.1.2 CONFIGURAÇÃO DAS FÓRMULAS

As Fórmulas podem ser usadas para a manufatura de produtos finais, produtos semi-acabados e co-produtos. Não é possível cadastrar fórmulas para subprodutos, sendo esta, uma das únicas diferenças entre subprodutos e co-produtos.

Para cada fórmula é configurado um tamanho padrão. Na abertura de lotes de produção, este tamanho é trazido como tamanho padrão do lote, podendo ser alterado. No caso de alteração, o sistema ajusta automaticamente as quantidades dos componentes. Da mesma forma, pode ser configurado um container padrão para cada fórmula.

Caso haja necessidade de realizar simulações antes da liberação da fórmula, o módulo FRN apresenta esta possibilidade. Há um parâmetro que pode

ser configurado com dois *status*: "modelo" e "produção". As fórmulas configuradas como "modelo" não podem ser utilizadas para produção.

Também é possível cadastrar datas de expiração e efetivação. Assim, evita-se que uma fórmula seja utilizada durante um período de teste, ou depois da mesma estar obsoleta.

Ao contrário dos processos de produção discreta, pode ocorrer nos processos contínuos, de parte do produto ficar retido no equipamento que o processou. Para contornar este problema, bem como outros do mesmo tipo, como evaporação, por exemplo, o módulo FRN permite que seja cadastrado um percentual de rendimento para cada fórmula. Assim, uma quantidade adicional de componentes será prevista para que a quantidade produzida seja compatível com a necessidade líquida. Os rendimentos de diversas fórmulas podem ser ajustados coletivamente, para facilitar a manutenção do sistema.

Depois de toda configuração ser realizada, o sistema realiza algumas checagens para validação, destacando-se a procura por *loops* na definição de materiais.

4.1.3 MATERIAIS

Para cada fórmula, podem-se indicar quais materiais / ingredientes serão necessários. Tais materiais também podem ser incluídos e alterados depois da criação do lote através de uma sessão destinada a dar manutenção nos materiais estimados.

Na configuração das fórmulas, não se faz necessário utilizar a mesma unidade cadastrada para os módulos de controle de estoque. O sistema fará as devidas conversões, desde que os fatores de conversão correspondentes tenham sido configurados.

Assim como nas listas de materiais, itens fantasmas também podem ser cadastrados como ingredientes de uma fórmula.

Mesmo que a fórmula tenha sido configurada como sendo baseada em porcentagem e o material tenha sido definido requerendo uma porcentagem, é possível indicar a quantidade necessária em termos absolutos. O sistema calculará a porcentagem baseada no tamanho da fórmula.

Além das datas de efetivação e expiração da fórmula, também é possível indicar tais datas para cada material. Se nenhuma data for indicada, o período de validade será infinito. Podem-se cadastrar vários materiais para uma mesma

posição, indicando que os mesmos serão usados sucessivamente. Se houver algum caso de sobreposição de período, o sistema usará o primeiro material e ignorará os seguintes (Se um material não possuir data de expiração, todos subseqüentes na mesma posição nunca serão utilizados).

Com a utilização das datas citadas acima é possível manter dados históricos sobre a estrutura do produto. A tabela abaixo ilustra esta possibilidade.

Tabela 15: Período de validade dos materiais.

Pos/Seq	Item	Quantidade	Efetivação	Expiração
10/1	Caldo	375 litros	18/03/1990	
20/1	Bactericida 845	0,006 kg	18/03/1990	22/08/2001
20/2	Bactericida 898	0,006 kg	22/08/2001	

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

No dia 22/08/2001, 0,006kg de Bactericida 845 são substituídos por 0,006kg de Bactericida 898.

Também é possível indicar um almoxarifado padrão para cada material da fórmula.

Além do rendimento da fórmula, ainda é possível definir para cada material um percentual de perdas. Este valor afeta apenas o material em questão, e não toda fórmula. Esta funcionalidade permite que casos de evaporação, contração e diminuição sejam considerados nos cálculos de necessidades.

Pode-se também, para cada material, definir se o mesmo é escalável ou não. Materiais escaláveis têm suas quantidades alteradas nos casos de criação de lotes de produção com tamanhos diferentes dos tamanhos das fórmulas.

Recursos (como água e eletricidade) também podem fazer parte da fórmula. A definição dos mesmos como ingredientes permite que seus custos sejam considerados na apuração dos custos totais dos produtos.

Depois de definidas as operações do roteiro no módulo ROU, pode-se indicar, para cada material, em qual operação o mesmo será utilizado. Para isso é utilizado o campo "Operação" da sessão "Manter Materiais". Tal indicação traz as seguintes vantagens:

- Os materiais podem ser baixados do estoque operação por operação;
- Podem ser utilizados almoxarifados WIP (*Work In Progress*);
- Cálculo do momento exato em que os mesmos serão necessários.

Almoxarifados WIP são utilizados para armazenar estoques intermediários, usados para abastecer linhas de produção / centros de trabalho.

A relação do material com o almoxarifado WIP é determinada pelo Centro de Trabalho: um almoxarifado WIP é ligado a um Centro de Trabalho e para cada operação é indicado qual Centro de Trabalho a executará.

Caso o material não seja relacionado a uma operação, o sistema usará (como data de necessidade) a data de início da primeira operação do roteiro e fará a baixa do almoxarifado WIP do Centro de Trabalho da primeira operação ou do almoxarifado padrão do item. A definição de qual almoxarifado o sistema usará é determinada pela configuração de um dos parâmetros do Módulo de Controle de Chão de Fábrica.

Um código de nível baixo é utilizado para cada item, da mesma forma como é feito para as listas de materiais. Assim, o processamento de planejamento das necessidades de materiais pode ser realizado em um tempo menor.

4.1.4 CO-PRODUTOS E SUBPRODUTOS

Através do *Process*, podem-se cadastrar para cada fórmula, além do item final, co-produtos e subprodutos.

Para o *Process*, a principal diferença entre um co-produto e um subproduto é que para o segundo não é possível definir uma fórmula. Um co-produto, portanto, não pode ser produzido isoladamente. Ambos podem ser produzidos em qualquer ponto do processo de um item principal.

Cada co-produto / subproduto resultante de uma fórmula tem seus custos associados, que são alocados como uma porcentagem do custo da fórmula.

Como dito anteriormente, co-produtos / subprodutos podem ser configurados nas fórmulas como recorrentes, ou seja, podem ser reutilizados. Assim, tais itens são ao mesmo tempo matéria-prima e co-produto / subproduto.

Assim como os materiais, os Co-produtos e Subprodutos de uma fórmula também têm um período de validade e a lógica de funcionamento é a mesma.

Também, como no caso dos materiais, depois de configuradas as operações do roteiro, os co-produtos / subprodutos podem ser ligados às operações, indicando quando e onde os produtos sairão do processo. Mas, neste caso, se o co-produto / subproduto não estiver vinculado a uma operação, a data de disponibilização será a final da última operação do item principal.

4.1.5 CONTAINERES

Para cada fórmula, pode-se definir o container em que o item final será embalado.

Assim, podem-se produzir itens containerizados em vários containeres usando um único lote de produção. Não é necessário criar um lote para o produto "solto" e um lote para cada container. E para cada embalagem (container), pode ser definido um almoxarifado diferente.

O conceito de item containerizado funciona da seguinte forma:

- Define-se o item, por exemplo "CH" (chá), configurando-o com o valor "sim" no campo "containerizado" e como "litro" sendo sua unidade de estoque;
- Definem-se seus containeres, por exemplo "GARRAFA" (1 litro) e "LATA" (335 ml);
- Podem-se identificar os itens finais "Garrafa de chá" e "lata de chá" pela combinação item / container:
 - "CH / GARRAFA" é uma garrafa de chá;
 - "CH / LATA" é uma lata de chá.

Com relação à configuração do item como containerizado, deve-se atentar que somente será possível se o mesmo tiver sido configurado como "Item de Processo". E somente podem ser definidos como item de processo, os itens dos tipos comprados e manufaturados.

Os campos abaixo também só se aplicam aos itens de processo:

- Testar Concentração;
- Concentração Padrão.

Para cada combinação item/container, é possível obter dados de estoque por tipo de container e por item (independentemente do container). Também é possível obter os custos totais, incluindo os custos de embalagem.

Os containeres são configurados da mesma forma que as outras unidades, na sessão "Manter Unidades (tcmcs0101m000)". Porém, para indicar que tal unidade se trata de um container, o campo "Cnt" da sessão "Manter Unidades por Grupo de Unidade (tcmcs0112m000)" deve ser configurado como "Sim".

Quando um determinado container não puder mais ser utilizado deve-se configurar o campo "Cnt" com o valor "Stop".

4.1.6 FÓRMULAS MULTI-NÍVEL

As fórmulas podem apresentar vários níveis ou apenas um. O exemplo seguinte ilustra uma fórmula com vários níveis (multi-nível):

Item principal: BL - BOLO DE CHOCOLATE

Posição	Item	Descrição
10/1	MS	MASSA
20/1	CL	CALDA
30/1	CH	CHOCOLATE

Item fantasma: MS - MASSA

Posição	Item	Descrição
10/1	OV	OVO
20/1	FR	FARINHA

A fórmula do item "BOLO DE CHOCOLATE" possui três linhas, por isso denomina-se tal fórmula como sendo multi-nível. Caso a mesma possuísse apenas duas linhas seria denominada como fórmula de nível único.

O item manufaturado do nível 0 é chamado de item principal e para cada um de seus ingredientes, pode-se criar uma nova fórmula.

Figura 10: Fórmula Multi-nível.

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

Neste exemplo, a MASSA é apenas usada para fazer o BOLO DE CHOCOLATE. Ela não é considerada como um item manufaturado separadamente, é tratada como fantasma. Porém, também poderia ser configurada como um outro item principal.

Quando há itens fantasmas configurados nas fórmulas, o sistema calcula as necessidades de materiais considerando a fórmula multi-nível em sua forma resumida:

Figura 11: Forma resumida da fórmula.

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

A figura acima exibe apenas os itens comprados, que são usados na produção do item manufaturado "BOLO DE CHOCOLATE", pois não considera o item fantasma.

4.1.7 TIPOS DE FÓRMULA

O campo "Fórm. Perc." da sessão "Manter Fórmulas" possibilita a definição de dois tipos básicos de fórmula:

- Configurado como "sim" a fórmula será de porcentagem;
- Configurado como "não" a fórmula será de quantidade.

A partir destes dois tipos básicos, então, é possível criar quatro variações de tipos de fórmulas. Tais variações são:

Fórmula baseada em porcentagem: as necessidades de todos materiais são registradas em porcentagem. Deve ser possível converter cada um dos materiais para a unidade de estoque do item manufaturado. O campo "Form. Perc." é configurado com o valor "sim";

Fórmula baseada em quantidade: as necessidades de todos materiais são registradas em quantidade. O campo "Form. Perc." é configurado com o valor "não";

Fórmula de embalagem: especifica a quantidade de item principal a ser embalada e os materiais referentes a embalagem como linha de costura, etiqueta, tampa, etc. . O campo "Form. Perc." é configurado com o valor "Não";

Fórmula mista: as necessidades de parte dos materiais são registradas em porcentagem e parte em quantidade. Pode-se, por exemplo, em uma mesma fórmula, especificar os ingredientes (em porcentagem) e os componentes da embalagem (em quantidade). O campo "Form. Perc." é configurado com o valor "sim".

Exemplo:

BISCOITO em embalagens de 500g.

Tamanho da fórmula: 500g

Tabela 16: Tipos de Fórmulas.

Material	Tipo de fórmula			
	Porcentagem	Quantidade	Embalagem	Mista
Biscoito			500g	
Wafer	50.0 %	250 g		50.0%
Castanha	4.0 %	20 g		4.0 %
Chocolate	45.0 %	225 g		45.0 %
Açúcar	0.6 %	3 g		0.6 %
Sal	0.4 %	2 g		0.4 %
Embalagem para 500g			1 unid	1 unid
Lacre			1 unid	1 unid
Etiqueta			1 unid	1 unid
Cola			1 g	1 g
TOTAL	100.0 %	500 g	N /A	100.0 %

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

4.1.8 FÓRMULAS PARA ITENS EM CONTAINER

Para a produção de um determinado item em dois tipos de containeres diferentes faz-se necessário definir três fórmulas na sessão "Manter Fórmulas (psfrm0110m000)". Uma para o item principal e duas para os containeres (uma para cada um).

Nas fórmulas do item principal, o campo relativo ao container (Cont) deve ser deixado em branco.

Nas fórmulas dos containeres, o campo relativo ao tamanho da fórmula deve ser configurado com a capacidade da embalagem.

Por exemplo, para a produção de Chá em dois tipos de embalagens diferentes (garrafa e lata), as fórmulas devem ser configuradas da seguinte forma:

Tabela 17: Definição de Fórmulas.

	Chá (item principal)	Chá (garrafa)	Chá (lata)
Item da fórmula	CH	CH	CH
Cont.	-	GARRAFA	LATA
Tam. Fórmula	4.350 litros*	1 litro	0.335 litros
Fórm. Perc.	Sim	Não	Não

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

* O tamanho da fórmula do item principal pode ser qualquer outro compatível com os volumes das embalagens.

Na sessão "Manter Materiais (psfrm0111m000)" devem-se registrar as necessidades de materiais para cada uma das fórmulas. Por exemplo:

Materiais para o chá:

- Xarope 2%
- Água 80%
- Açúcar 18%

Materiais para uma "garrafa de chá (CH / GARRAFA)":

- Chá 1 litro
- Garrafa plástica 1 unid.
- Tampa de garrafa 1 unid.
- Etiqueta 1 unid.

Materiais para uma "lata de chá (CH / LATA)":

- chá 0.335 litros
- lata 1 unid.
- lacre 1 unid.

Como dito anteriormente, não se faz necessário criar lotes separados para cada container. Pode-se, por exemplo, criar um único lote para o item "chá (CH)", combinando 10.000 latas e 1.000 garrafas, que o sistema calculará, automaticamente, as necessidades de materiais para os dois containeres.

4.1.8.1 CÁLCULO DA QUANTIDADE BRUTA

O sistema calcula as necessidades brutas a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Necessidade bruta} = \text{quantidade líquida} \times (100/\text{rendimento}(\%)) \times (100/100 - \text{perdas})$$

Os dados para esta fórmula são imputados nos seguintes campos:

Rendimento → "Prod. %%" da sessão "Manter Fórmulas". É a razão entre os produtos bons que saem de um processo, pela entrada de materiais, ou seja, é o **rendimento** do produto.

Quantidade líquida → "Qtd Liq:" da sessão "Manter Materiais". É a quantidade de material necessária para a produção do item da fórmula.

Perdas → "Refugo" da sessão "Manter Materiais". É a quantidade de material perdida devido à evaporação, absorção, encolhimento, etc. Esta perda (por evaporação, por exemplo) não pode ser confundida com a eficiência, que afetará todos os materiais da fórmula.

O rendimento não afetará os cálculos de necessidades caso o campo "-Dep.qtd." esteja configurado com o valor "Sim". Este campo indica se a quantidade necessária de material deve ser ajustada ou não quando o tamanho da fórmula é alterado. Por exemplo, uma determinada fórmula pede dois materiais, dentre outros não citados: um dependente e outro não. O tamanho original da fórmula é de 550g. Ao alterar a quantidade da fórmula, a quantidade do ingrediente dependente também é alterado na mesma proporção.

Tabela 18: Materiais dependentes do tamanho da fórmula.

		Fórmula original:	Nova fórmula:
		550g	225g
Materiais	-Dep.qtd.	Quantidade líquida	Quantidade líquida
Ingrediente A	Sim	110g	55g
Ingrediente B	Não	5g	5g

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

4.1.9 CONVERSÃO DE UNIDADES DE MEDIDA

Para que seja possível utilizar, nas fórmulas, unidades diferentes das unidades de estoque, é preciso definir fatores de conversão para tal. Tais fatores podem ser cadastrados em três níveis diferentes:

- Nível do item: fatores definidos neste nível valem apenas para o item relacionado;
- Nível do grupo de item: fatores definidos neste nível valem para todos itens do grupo relacionado;
- Nível geral: fatores definidos neste nível valem para todos itens.

É possível, inclusive, cadastrar fatores para conversão de unidades que não pertencem à mesma grandeza física, por exemplo: kg e litros; sacas e litros.

Para que seja possível converter uma unidade em outra, portanto, o sistema precisa obter o fator de conversão apropriado. Caso haja fatores de conversão para as unidades em questão nos três níveis prevalecerá aquele que for encontrado primeiro, sendo que o sistema faz a busca na seguinte ordem:

- Fatores de conversão definidos para o item;
- Fatores de conversão definidos para o grupo do item;
- Fatores de conversão geral;

Etapas da Conversão de unidades

A conversão de unidades é realizada em várias etapas. O exemplo abaixo ilustra as etapas relativas à obtenção do fator de conversão a ser utilizado na conversão entre duas unidades fictícias A e B:

Figura 12: Etapas para obtenção do fator de conversão.

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

Para o fator de conversão calculado no Passo 13, vale o seguinte:

Fator encontrado → fator 1

Fator da unidade A para a unidade básica no nível geral → fator 2

Fator da unidade B para a unidade básica no nível geral → fator 3

Fator de conversão = (fator 1 * fator 3) / fator 2

4.2 ROTEIRO (ROU)

O Módulo "Roteiro (ROU)" é responsável pelos cadastros dos centros de trabalho, máquinas, tarefas, tempos padrão e calendários. Também é responsável pela configuração das operações e seus relacionamentos com os itens manufaturados.

CENTRO DE TRABALHO

O Centro de Trabalho é um grupo de máquinas e/ou empregados.

Há três tipos diferentes de centros de trabalho:

- Centro de trabalho secundário (Sub centro de trabalho);
- Centro de trabalho Principal (agrupamento de centros de trabalho secundários);
- Centro de trabalho de subcontratação (centros de trabalho localizados em outras empresas que prestam serviço).

As principais configurações realizadas no cadastro de um centro de trabalho são:

- Indicação se o centro deve ser considerado crítico pelo MPS
- Indicação do funcionário a ser utilizado pelo *Backflushing* – apontamento automático de horas;
- A capacidade em horas por semana e horas por dia;
- O número de turnos em que o centro é utilizado;
- O centro de trabalho principal ao qual ele pertence (no caso de centro de trabalho secundário);
- O fornecedor prestador de serviço (no caso de centro de trabalho de subcontratação).

4.2.1 MÁQUINAS

As operações podem ser realizadas em máquinas, e as taxas das mesmas podem ser usadas no cálculo do custo real das ordens de produção. O custo real para as ordens de produção pode ser calculado multiplicando as taxas das máquinas pelos números de horas gastas.

Os dados dos cadastros de máquinas são utilizados no cálculo do custo real das ordens de produção de acordo com a configuração do parâmetro "Taxas de Operação Real", da sessão "Manter Parâmetros do Apontamento de Horas (tihra0100m000)". Tal parâmetro pode ser configurado com os seguintes valores:

- **Taxas estimadas:** as taxas usadas para o custo real são as mesmas utilizadas para o custo padrão.
- **Taxas homem-máquina:** as taxas usadas para o custo real são iguais às taxas reais de mão-de-obra e máquina das sessões "Manter Funcionários" e "Manter Máquinas".

Além dos dados relativos ao custo de operação, também são cadastrados, para cada tarefa:

- Centro de trabalho onde a máquina está instalada;
- Capacidade semanal em horas;
- Capacidade diária em horas.

4.2.2 TAREFAS

As tarefas são descrições das atividades realizadas nas operações.

Os dados registrados no cadastro de tarefas são exibidos como valores padrões quando operações são incluídas nos roteiros.

Para cada tarefa, pode-se anexar um texto, que será impresso nos documentos das ordens de produção, caso não seja anexado texto à operação. Tais textos podem ser utilizados para registrar instruções de trabalho.

4.2.3 ROTEIROS

Para configuração de um roteiro, portanto, faz-se uso de dados de centros de trabalho, máquinas e tarefas:

1. Registram-se os dados dos Centros de Trabalho;

2. Registram-se os dados das máquinas, se existirem, relacionando-as aos Centros de Trabalho onde estão instaladas;
3. Tarefas são cadastradas e indica-se em que Centro de Trabalho e máquina são realizadas;
4. Um roteiro é inserido para o item manufaturado em questão;
5. No roteiro inserido, adicionam-se as operações;
6. Tarefas são relacionadas às operações. O sistema irá, então, exibir todos dados padrões das tarefas, tais como, máquina e Centro de Trabalho. (Os dados exibidos como padrão no momento em que uma tarefa é relacionada a uma operação podem ser alterados.)
7. A configuração do seqüenciamento das operações é realizada, finalizando a configuração do roteiro;

Antes de ser utilizado para produção, o roteiro deve ser validado através da checagem de várias regras, que podem ser agrupadas da seguinte forma:

- Regras gerais;
- Regras para fórmulas;
- Regras para produção;
- Regras para co-produtos/subprodutos;
- Regras para materiais;
- Regras para containeres de itens finais.

Abaixo, seguem alguns exemplos de tais regras:

Regras gerais:

- As operações do roteiro devem ser válidas para o período considerado. Tal validade é conferida através dos campos "Data Efetiva" (data de início do período de validade) e "Data Ven." (data final do período de validade).

Regras de fórmulas:

- As fórmulas devem estar com *status* "ativa".

Regras para co-produtos e subprodutos

- As “ramificações” (operações para co-produtos e subprodutos) devem estar configuradas com o campo “Operação Princ” com o valor “não”;
- As “ramificações” devem estar associadas a uma operação principal;
- As “ramificações” devem estar associadas a um co-produto ou subproduto.

Baseado nas operações presentes no roteiro de produção de um item, o sistema calcula o *lead time*, considerando:

- Tempos de *set-up*;
- Tempos de operação;
- Sobreposição de operações;
- Relação homem / máquina; e
- A quantidade a ser produzida.

Estes dados são, também, relacionados com algumas variáveis dos Centros de Trabalho como: número de empregados e máquinas, percentual atual de tempo trabalhado e capacidade disponível de acordo com o calendário da empresa.

Assim como no cadastro dos materiais, co-produtos e subprodutos das fórmulas, períodos de validade podem ser definidos para cada operação, possibilitando o gerenciamento de diferentes versões de roteiros.

É possível registrar os tempos de operação como fixos, quando os mesmos forem independentes da quantidade processada. E, ao invés de tempos de produção, também é possível registrar taxas de produção (velocidade) para cada operação.

As operações podem ser configuradas como sendo restritivas ou não-restritivas. Devem ser configuradas como restritiva quando a quantidade da operação seguinte é dependente da contagem da operação corrente. Por exemplo, se as operações A, B e C precedem a operação D e as três primeiras são restritivas, a quantidade produzida pela operação D não poderá exceder a contagem com o menor valor nas A, B e C. E se alguma das três não for restritiva sua contagem não será efeito sobre a quantidade produzida pela operação D.

Para um mesmo item, é possível definir diferentes roteiros para cada intervalo de quantidade a ser produzida. Assim, pode-se cadastrar um roteiro a ser utilizado para a produção de um litro de determinado item, um segundo para produção de dois litros e outro para produção de três ou mais litros, por exemplo.

4.2.3.1 SEQUENCIAMENTO DAS OPERAÇÕES

As operações podem ser relacionadas umas as outras formando uma seqüência. Este relacionamento identifica as redes de operações disponíveis.

Também é possível sincronizar operações de tal modo que sejam realizadas em paralelo.

Há quatro relações possíveis entre operações:

- Seqüenciais;
- Paralelas que terminam ao mesmo tempo;
- Paralelas que iniciam ao mesmo tempo; e
- “Ramificadas”.

Exemplo:

Figura 13: Relações entre operações.

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

Operações Seqüenciais.

A finalização da operação predecessora é necessária para que a próxima operação seja iniciada.

Figura 14: Operações Seqüenciais.

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

Operações Paralelas que Terminam ao Mesmo Tempo

As finalizações de várias operações predecessoras são necessárias para que seja iniciada uma única operação.

Figura 15: Operações que terminam ao mesmo tempo.

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

Operações Paralelas que Iniciam ao Mesmo Tempo

A finalização de uma operação predecessora é necessária para que várias operações sejam iniciadas.

Figura 16: Operações que iniciam ao mesmo tempo.

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

Este tipo de seqüenciamento é um pouco mais complexo, pois:

- Faz-se necessário conhecer **o que** será produzido em cada uma das operações seguintes;
- Faz-se necessário conhecer **quanto** será produzido por cada uma das operações seguintes;
- A **quantidade total** destinada às operações seguintes **não pode exceder** a saída da operação predecessora.

Operações “ramificadas”

As operações ramificadas são destinadas à produção de co-produtos ou subprodutos e são separadas das operações principais.

Figura 17: Operações "ramificadas".

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

4.2.4 TABELAS DE TEMPOS NORMAIS

As tabelas de tempos normais auxiliam nos cálculos do tempo de operação e taxa de produção para as operações.

A **taxa de produção** é o número de itens normais por minuto ou por hora, que uma tarefa pode produzir. É obtido da combinação de dois valores, um pertencente ao eixo X e outro ao eixo Y da tabela, multiplicado por um fator de conversão.

A taxa de produção será calculada por interpolação, caso um valor que não esteja presente dentre os valores dos eixos seja selecionado.

O **tempo de operação** é o tempo necessário em minutos para realizar uma tarefa.

Da mesma forma que a taxa de produção, este tempo é obtido pela combinação de dois valores, seguindo com a multiplicação de um fator de

conversão. E, da mesma forma, se um valor que não estiver presente for selecionado, o tempo de operação é calculado por interpolação.

4.2.5 CALENDÁRIOS

Os calendários são utilizados nos cálculos de lead time e capacidade disponível, podendo ser cadastrado um calendário diferente para cada centro de trabalho.

Eles fornecem informações sobre tempo disponível e número de turnos, para propósitos de planejamento (cálculo de datas de início e finalização de operações, *lead times* e capacidades)

4.3 GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO (PMG)

Enquanto os dois módulos apresentados anteriormente são responsáveis pelos cadastros, configurações e parametrizações do sistema, o módulo de Gerenciamento da Produção é responsável pelo planejamento e controle da produção.

Este módulo fornece vários documentos. Para fazer com que a impressão dos mesmos seja obrigatória, determinados parâmetros devem ser configurados para tal. Algumas informações trazidas por estes documentos são:

- Capacidade ociosa e sobrecarga de centros de trabalho e máquinas nas próximas semanas;
- Lotes atrasados;
- Lista de lotes afetados por falta de materiais;
- Materiais e lotes utilizando materiais indisponíveis em curto prazo;
- Roteiros utilizando máquinas prestes a serem substituídas;
- Lista dos lotes em que o tempo real de produção excedeu o tempo estimado.

4.3.1 LOTES DE PRODUÇÃO

Um lote de produção pode ser criado manualmente através da sessão "Manter Lotes de Produção", ou através da transferência de uma ordem de um dos módulos de planejamento.

Com base no item a ser fabricado, todas informações sobre materiais, co-produtos e subprodutos e itens finais serão trazidas do módulo "Gerenciamento De Fórmula (FRM)".

Os dados sobre as operações necessárias e a ordem com que devem ser executadas serão trazidos do módulo "Roteiro (ROU)".

Os lotes planejados são transferidos para o módulo de Gerenciamento da Produção depois de confirmados/liberados.

Enquanto o lote de produção estiver com o status "planejado", algumas informações podem ser alteradas:

- Custos estimados de produção;
- Estimativa de materiais;
- Estimativas de containeres de co-produtos, subprodutos e itens finais;
- Fórmulas e tamanho dos lotes;
- Eficiência, alterando necessidades de todo uso de materiais no lote;
- Necessidades de materiais escaláveis, afetando o tamanho do lote.
- Divisão de lotes de produção em containeres de itens finais.

4.3.1.1 BACKFLUSHING

Backflushing é o termo utilizado pelo BaaN para indicar baixas automáticas de materiais do estoque e lançamentos de horas usadas na produção de um item, com base em dados teóricos e nas quantidades de itens lançados como finalizados.

Utilizando-se *Backflushing*, o registro manual dos materiais utilizados na produção e das horas gastas nas tarefas não é necessário. Sempre que uma operação e um lote de produção são lançados como completamente (ou parcialmente) finalizados, o sistema calcula as quantidades de materiais utilizados e as horas gastas. Estes cálculos são baseados nas quantidades de itens manufaturados que foram lançados como finalizados e os dados teóricos previamente registrados. Porém, é possível ajustar as quantidades calculadas para *Backflushing* antes que elas sejam confirmadas e, também, é possível baixar materiais e lançar horas manualmente sempre que necessário.

O *Backflushing* pode ser calculado separadamente para cada operação. Esta opção permite maior controle sobre o momento das baixas de materiais e

apontamento de horas. Ou pode ser calculado para todos materiais do lote de produção de uma vez (caso já não tenham sido baixados previamente).

Podem-se combinar as duas opções: utilizando *Backflushing* para calcular a baixa de alguns materiais por operação e o restante quando o lote for completado.

BACKFLUSHING DE MATERIAIS

As baixas de materiais via *Backflushing* são realizadas da seguinte forma: Inicialmente, as quantidades estimadas de materiais são alocadas para "Entregas Subseqüentes". Quando as operações ou lotes de produção são lançados como finalizados, a quantidade alocada do material é baixada via *Backflushing*.

A baixa real dos estoques de materiais que utilizam *Backflushing* é controlada pelo Módulo "Controle de Localização (ILC)", podendo-se determinar de que localizações, em que quantidades e de que lotes os materiais são baixados dos almoxarifados.

Assim que os materiais são baixados, seu estoque é reduzido pela quantidade baixada.

BACKFLUSHING DE HORAS

O sistema apenas lançará horas via *Backflushing* se tiverem sido corretamente configurados: o item manufaturado e as operações para as quais as horas devem ser lançadas.

Para o item a ser manufaturado:

- Deve-se configurar o campo "Horas *Backflushing*" na sessão "Manter Lotes de Produção" com o valor "Sim".

Para as operações para as quais as horas deverão ser lançadas:

- Deve-se configurar o campo "*Backflushing*" na sessão "Manter Planejamento de Lote Estimado" com o valor "Sim".

Com o procedimento de *Backflushing*, os seguintes dados são lançados na sessão "Entrar Apontamento de Horas":

- Ano;
- Dia;
- Funcionário;
- Horas Homem;

- Horas Máquina;
- Tipo de Taxa Horária.

4.3.1.2 PROCESSAMENTO DOS LOTES DE PRODUÇÃO

Os lotes serão reprocessados sempre os campos abaixo forem alterados:

- **Lote Retrab** (indica se o lote é de retrabalho ou não);
- **Rot.** (indica o roteiro utilizado pelo lote);
- **Item** (item a ser produzido pelo lote).

Os lotes de retrabalho recebem um tratamento especial. Para eles, o sistema não estima as horas com base no roteiro e há apenas um material estimado: o próprio item principal. Horas e materiais adicionais devem ser registrados manualmente depois da criação do lote.

4.3.1.3 CÁLCULO DO TAMANHO DO LOTE CONSIDERANDO A RAZÃO ENTRE OS ITENS FINAIS

Quando o tamanho de um lote de produção é alterado, a razão entre todos seus itens finais deve permanecer inalterada. Em consequência, apenas alguns tamanhos de lote são permitidos. Caso um tamanho não permitido seja inserido, o sistema fará uma sugestão de dois valores alternativos: um menor, outro maior que o valor da tentativa inicial.

O sistema calcula os tamanhos permitidos de lote, partindo do menor tamanho de lote possível. (O menor lote possível é o tamanho do lote original dividido pelo máximo divisor comum das quantidades de cada item final.) Em seguida, utiliza múltiplos de tal tamanho para fazer a sugestão.

4.3.1.4 ESCALABILIDADE

Escalabilidade é a opção de deixar o sistema ajustar o tamanho do lote de produção quando a quantidade de um material escalável é alterada.

Um material é considerado como escalável se o campo "Escal" da sessão "Manter Materiais" estiver configurado com o valor "sim".

Quando a quantidade de um material escalável é alterada na sessão "Manter Materiais Estimados", o sistema pode redimensionar todo o lote, mantendo a proporção entre os materiais.

Também, quando o tamanho de um lote de produção é redimensionado, o sistema pode alterar a quantidade estimada dos materiais cadastrados como "dependentes da quantidade do lote". Estas alterações posteriores não causam um novo processo de redimensionamento, pois tal processo criaria um *loop* no sistema.

Se mais de um material escalável é alterado, o sistema redimensiona o lote considerando somente o primeiro material alterado, ignorando os outros.

O tamanho redimensionado do lote poderá necessitar de um ajuste, para que as quantidades de containeres de itens finais sejam dadas em números inteiros.

4.3.1.5 REDIMENSIONAMENTO DOS LOTES DE PRODUÇÃO

O lote de produção é redimensionado sempre que o tamanho do lote é alterado. Isto pode ocorrer nos seguintes casos:

- Alteração direta do tamanho do lote;
- Alteração do rendimento do lote;
- Alteração da quantidade de um material escalável;
- Inclusão, modificação ou exclusão de um item final.

Os redimensionamentos podem alterar as quantidades planejadas das operações, levando a uma modificação dos tempos de execução e, conseqüentemente, nas datas de início e final de tais operações (exceto para operações que são independentes da quantidade).

4.3.1.6 FINALIZAÇÃO DE LOTES DE PRODUÇÃO

Antes que um lote de produção possa ser registrado como finalizado (através da sessão "Registrar Lotes de Produção Completados"), todos itens finais, co-produtos e subprodutos existentes deverão ser finalizados. Estes procedimentos podem ser realizados através das sessões:

- "Registrar Containeres de Itens Finais Completados"; e
- "Registrar Co-/subprodutos Completados"

Caso seja lançado mais do que foi registrado como finalizado na última operação, o sistema pode fazer os ajustes necessários, dependendo da configuração do parâmetro "Registrando Método p/ Operações Passadas" da sessão "Manter Parâmetros PMG":

- **Automaticamente:** quando uma operação é finalizada, a quantidade registrada para a operação anterior é automaticamente ajustada para a mesma quantidade da operação corrente. Operações precedentes que já estiverem finalizadas, no entanto, não serão ajustadas;
- **Interativamente:** quando uma operação é finalizada, o sistema questiona se a quantidade registrada para a operação anterior deve ser ajustada;
- **Nenhum:** a quantidade registrada para a operação passada não é ajustada. A operação passada deve ser finalizada manualmente.

Mesmo depois de finalizar um lote de produção, podem-se baixar materiais para ele e fazer lançamento de horas.

4.3.1.7 FINALIZAÇÃO DE OPERAÇÕES

O *Process* permite que seja feito um monitoramento do progresso de um lote de produção de maneira detalhada registrando a finalização de cada operação, ao invés da finalização do lote como um todo. Permite, inclusive, que apenas parte de uma operação seja finalizada.

Ao finalizar uma operação é possível indicar se alguma quantidade foi perdida ou rejeitada por não atender algum requisito de qualidade.

Efeitos da finalização de uma operação

Quando uma certa quantidade é finalizada ou rejeitada em uma operação, as quantidades que podem ser finalizadas em operações subseqüentes são afetadas, sendo atualizadas automaticamente pelo sistema.

As quantidades finalizadas podem ser lançadas em número de containeres quando a operação estiver planejada desta forma.

Uma operação pode ser configurada como um ponto de contagem, sendo, neste caso, obrigatório informar a quantidade finalizada. Caso não seja configurada com tal, a quantidade poderá ser informada automaticamente, dependendo da configuração do parâmetro "Registrando Método p/ Operações Passadas" da sessão "Manter Parâmetros PMG".

Outra configuração possível de ser feita para cada operação é sua definição como “restritiva” ou “não-restritiva”. As quantidades registradas como finalizadas em operações restritivas limitam as quantidades possíveis de serem finalizadas pelas operações subseqüentes.

Quando houver várias operações paralelas precedendo uma mesma operação, aquela que for mais restritiva determinará qual será a quantidade planejada desta.

As seguintes operações sempre serão restritivas:

- Operações para itens finais;
- Operações para co-produtos (containerizados);
- Operações para as quais houver ordens de inspeção;
- Operações ramificadas.

A figura abaixo ajuda a explicar as conseqüências da definição de operações como restritivas.

Figura 18: Exemplo de operações restritivas.

Fonte: Adaptado de BAAN (1999)

As operações 1, 2 e 4 estão configuradas como restritivas. Assim, valem as seguintes regras:

- A quantidade registrada como finalizada na operação 2 deve ser menor ou igual à quantidade finalizada na operação 1;
- A quantidade registrada como finalizada na operação 4 deve ser menor ou igual à quantidade finalizada na operação 2.
- Mesmo sendo finalizadas apenas 33 unidades na operação 3, ela não restringe a operação 4 por não ser restritiva.

Caso um valor acima da restrição seja inserido, o sistema poderá manter as quantidades inalteradas, ou ajustar as quantidades finalizadas das operações antecessoras.

Caso se tente finalizar uma operação que tenha operações precedentes ainda não finalizadas, o sistema poderá rejeitar a finalização, ou finalizar todas operações precedentes automaticamente. No entanto, se uma operação for um ponto de contagem, não se pode finalizá-la automaticamente.

A finalização automática também depende da configuração do parâmetro "Registrando Método p/ Operações Passadas" da sessão "Manter Parâmetros PMG":

- **Automaticamente:** Quando uma operação é finalizada, o sistema também finaliza as operações precedentes;
- **Interativamente:** O sistema perguntará se deve finalizar as operações precedentes.

Uma operação de item final pode ser finalizada antes que a última do item principal tenha sido finalizada. A operação do item principal é finalizada automaticamente pelo sistema quando todas operações de itens finais tiverem sido finalizadas.

Quantidade Planejada das Operações Seguintes.

Em alguns casos, quando uma operação restritiva é finalizada, ou uma determinada quantidade é registrada como finalizada, o sistema atualiza as quantidades planejadas das operações seguintes.

As situações em que as quantidades planejadas são ajustadas pelo sistema são:

- Quando uma operação restritiva é finalizada;
- Quando se registra uma quantidade finalizada maior que a planejada;
- Quando se registra quantidades rejeitadas.

Quando uma operação restritiva é finalizada, a quantidade registrada como finalizada torna-se final. Então, a quantidade planejada das operações seguintes será baseada nesta quantidade.

Quando uma quantidade maior que a planejada é registrada como finalizada, a quantidade finalizada é atualizada para o valor corrente de itens finalizados, afetando também as operações seguintes.

Quando quantidades rejeitadas são registradas, as esperadas pelas operações seguintes serão reduzidas, refletindo nas planejadas.

Se a última operação de um item principal for seguida por múltiplas operações de itens finais e ela for alterada, o sistema não será capaz de determinar que operação de item final deverá ser alterada.

Neste caso, a sessão "Registrar Quantidades Completadas do Container de Item Final" será automaticamente executada, para que as quantidades planejadas sejam alteradas manualmente.

4.3.2 PLANEJAMENTO DO LOTE DE PRODUÇÃO

A fim de avaliar o efeito de mudanças no planejamento, o sistema disponibiliza janelas bem detalhadas, possibilitando ao usuário analisar *lead times* dos lotes e a utilização dos centros de trabalho ou locais de operação.

O calendário da empresa ou do Centro de Trabalho definido no módulo "Roteiro (ROU)" permite a definição de capacidade e tempos de trabalho variáveis por dia, para cada Centro de Trabalho ou local de operação. Esta função exibe as necessidades de capacidade dos recursos ao longo do tempo.

Diferentes prioridades podem ser associadas a cada lote no planejamento de produção.

4.3.2.1 TEMPO DE PRODUÇÃO DAS OPERAÇÕES

O sistema utiliza a seguinte fórmula para calcular o tempo de produção de uma operação:

$$\text{Tempo de produção (horas)} = (\text{tempo de setup} + \text{quant. Planejada} * \text{tempo de operação / unidade do roteiro}) * 1 / 60$$

Porém, se o campo "Fixad" estiver configurado como "Sim", o tempo de produção será independente do campo "Qtd Planejad". A fórmula para o tempo de produção será, então:

$$\text{Tempo de produção (horas)} = (\text{tempo de setup} + \text{tempo de operação / unidade do roteiro}) * 1 / 60$$

Lead Time de uma Operação

Para o planejamento, o número real de dias gastos pela operação deve ser conhecido e é calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{Lead time de operação} = \text{tempo de produção} / \text{número de horas por dia}$$

$$\text{Número de horas por dia} = \text{número de recursos} * \text{capacidade diária padrão} * \text{número de turnos}$$

No entanto, se um dos campos "Número de Recursos", "Capacidade Diária Padrão" ou "Número de Turnos" for igual a zero, um número padrão de 8 horas por dia é utilizado.

4.3.2.2 TEMPO LIVRE E O TEMPO OCIOSO

Tempo ocioso é o tempo entre os valores do campo "Data Encerramento Próximo" e do campo "Data Encerramento Distante" de uma operação.

Tempo livre é o tempo entre os valores do campo "Data Encerramento Distante" da operação anterior e do campo "Data Produção" da operação seguinte.

O campo "Data Encerramento Próximo" é a data esperada para a finalização da operação, caso não haja atrasos. E o campo "Data Encerramento Distante" representa o atraso máximo permitido para uma operação.

Assim, sempre haverá pelo menos uma operação seguinte em um relacionamento uma-para-uma, ou uma-para-muitas, que o tempo livre seja zero. E o tempo livre de uma operação que segue outras num relacionamento "muitas-para-uma" será sempre zero. Também, quando duas operações são ligadas, não poderá haver sobreposição e tempo livre, nem sobreposição e tempo ocioso simultaneamente.

4.3.2.3 CUSTEIO DOS LOTES DE PRODUÇÃO

É possível obter informações sobre a real utilização de materiais e horas gastas em um lote de produção e consultar o custo dos lotes correntes.

E, mesmo depois da finalização do lote, é possível lançar horas para o mesmo. Assim, para o *Process*, há uma distinção entre tecnicamente finalizado e financeiramente finalizado.

4.4 A CONFIGURAÇÃO

Este tópico trata da configuração do sistema produtivo descrito anteriormente, considerando um dos produtos finais da usina, o álcool hidratado, bem como seus co-produtos e subprodutos.

O levantamento dos dados necessários para tal configuração foi realizado com auxílio de gerentes e encarregados das áreas de Produção e Qualidade.

Primeiramente, os setores por onde passa o fluxo de materiais foram divididos em Centros de Trabalho. Depois, foram agrupados em Centros de Trabalho Principais. As tabelas seguintes apresentam tais Centros de Trabalho e seus respectivos códigos.

Para a configuração, foram considerados apenas os Centros de Trabalho envolvidos diretamente com o processo de fabricação.

Tabela 19: Centro de Trabalho Principal: RECEPÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CANA (PRE).

Código	Centro de Trabalho
P02	HILO
P03	MESA 15° - 50°
P04	TOMBADOR HIDRÁULICO

Tabela 20: Centro de Trabalho Principal: PREPARO PARA MOAGEM (PPR).

Código	Centro de Trabalho
P20	ESTEIRA METÁLICA
P21	PICADORES
P22	DESFIBRADORES
P23	ESTEIRÃO DE BORRACHA

Tabela 21: Centro de Trabalho Principal: MOENDA (PMO).

Código	Centro de Trabalho
P30	MOENDAS
P31	DISTRIBUIÇÃO DO CALDO

Tabela 22: Centro de Trabalho Principal: TRATAMENTO DO CALDO MISTO (PTM).

Código	Centro de Trabalho
P40	TRATAMENTO DO CALDO MISTO
P41	AQUECEDORES
P42	DECANTADORES

Tabela 23: Centro de Trabalho Principal: FERMENTAÇÃO (PFE).

Código	Centro de Trabalho
P50	FERMENTAÇÃO
P51	CENTRÍFUGAS
P52	CUBAS

Tabela 24: Centro de Trabalho Principal: DESTILARIA (PDE).

Código	Centro de Trabalho
P60	APARELHO DESTILAÇÃO 1
P61	APARELHO DESTILAÇÃO 2
P62	APARELHO DESTILAÇÃO 3
P63	APARELHO DESTILAÇÃO 4

No ANEXO A – CENTROS DE TRABALHO – é apresentado um relatório do *Process* com os Centros de Trabalho cadastrados. A sessão utilizada para cadastrá-los foi “Manter Centros de Trabalho (tiou0101m000)”.

Para cada Centro de Trabalho, então, foram identificadas e cadastradas (através da sessão “Manter Máquinas - tirou0102m000”) as principais máquinas, conforme exibido na abaixo. O ANEXO B – MÁQUINAS – ilustra um relatório das máquinas cadastradas no *Process*.

Tabela 25: Máquinas existentes nos Centros de Trabalho.

Máquina	Descrição	Centro de Trabalho
P02001	HILO	P02
P03001	MESA DE 15°	P03
P03002	MESA DE 50°	P03
P04002	TOMBADOR HIDRÁULICO	P04
P20001	ESTEIRA 3	P20
P21001	PICADOR	P21
P22001	DESFIBRADOR	P22
P23001	ESTEIRA 4	P23
P30001	MOENDA	P30
P31001	TANQUE PULMÃO	P31
P40001	TANQUE DE CALAGEM	P40
P41001	AQUECEDORES	P41
P42001	DECANTADORES	P42
P50001	DORNAS	P50
P51001	CENTRÍFUGAS	P51
P52001	CUBAS	P52
P60001	APARELHO DE DESTILAÇÃO 1	P60
P61001	APARELHO DE DESTILAÇÃO 2	P61
P62001	APARELHO DE DESTILAÇÃO 3	P62
P63001	APARELHO DE DESTILAÇÃO 4	P63

Após a identificação e cadastramento dos Centros de Trabalho e Máquinas, foram identificadas e cadastradas as tarefas realizadas em cada uma das Máquinas. Para cadastrá-las, foi usada a sessão “Manter Tarefas (tirou0103m000)”.

Tabela 26: Tarefas realizadas em cada máquina (por Centro de Trabalho).

Centro de Trabalho	Código	Tarefa
P02	9021	DESCARGA NA MESA
P03	9031	ALIMENTAÇÃO DE ESTEIRA
	9032	LAVAGEM DE CANA
P04	9041	DESCARGA DE CANA PICADA
P20	9201	TRANSPORTE PARA O PREPARO
P21	9211	PICAGEM
P22	9221	DESFIBRAMENTO
P23	9231	TRANSPORTE PARA O PROCESSO
P30	9301	MOAGEM
P31	9311	DISTRIBUIÇÃO DO CALDO
P40	9401	ASSEPSIA DO CALDO MISTO
	9402	CALAGEM DO CALDO MISTO
P41	9411	AQUECIMENTO DO CALDO MISTO
P42	9421	ADIÇÃO DE POLÍMEROS NO CALDO MISTO
	9422	DECANTAÇÃO DO CALDO MISTO
P50	9501	PREPARO DO MOSTO
	9502	FERMENTAÇÃO
P51	9511	CENTRIFUGAÇÃO
P52	9521	PREPARO DO FERMENTO
	9522	SANGRIA DE LEVEDO
P60	9601	DESTILAÇÃO APARELHO 1
P61	9611	DESTILAÇÃO APARELHO 2
P62	9621	DESTILAÇÃO APARELHO 3
P63	9631	DESTILAÇÃO APARELHO 4

Um relatório do Process contendo as tarefas cadastradas é exibido no ANEXO C - TAREFAS.

O próximo passo da configuração foi a determinação dos itens envolvidos na fabricação do álcool: itens finais, materiais, co-produtos e subprodutos. Também foi identificada, nessa etapa, qual tarefa adiciona determinado material ao processo, qual produz determinado co-produto, subproduto e item final.

A tabela abaixo apresenta tais itens e o ANEXO D – ITENS – exibe um relatório dos itens cadastrados no *Process*.

O cadastro de itens é comum a todos módulos do BaaN e é mantido através da sessão “Manter Dados de Item (tiitm0101m000)”.

Tabela 27: Itens envolvidos no processo.

Código	Descrição
TC43	SANGRA DE LEVEDO
TC44	FERMENTO COM SANGRA
TC50	LODO
TF01	FERMENTO
TF39	ÁLCOOL HIDRATADO
TF42	VINHO DELEVEDURADO
TF46	MOSTO
TF52	CALDO MISTO
TM01	FERMENTO
TM03	ÁCIDO SULFÚRICO
TM04	ANTIBIÓTICO
TM06	BACTERICIDA
TM07	BIOCIDA
TM08	ANTI ESPUMANTE
TM09	DISPERSANTE
TM10	FÓSFORO
TM11	SULFATO DE MAGNÉSIO
TM12	URÉIA
TM20	CAL VIRGEM
TM28	POLIACRILATO
TM29	SODA CÁUSTICA
TM48	MEL
TM49	ÁGUA BRUTA (AÇUDE)
TM54	ÁGUA CONDENSADA
TM56	CANA PICADA
TM57	CANA INTEIRA
TM59	VAPOR VEGETAL
TM60	VAPOR DE ALTA PRESSÃO
TS37	ÓLEO FÚSEL
TS38	VINHAÇA
TS41	VAPOR DE ESCAPE
TS61	BAGAÇO

Após a identificação dos itens, a quantidade envolvida de cada um deles foi calculada e representada nas próximas três figuras (Figura 19, Figura 20 e Figura 21), que ilustram os principais dados levantados para a configuração do *Process* (Centros de Trabalho, Tarefas, Máquinas e Itens).

As configurações das fórmulas e dos roteiros no *Process* podem ser visualizadas através dos relatórios exibidos no ANEXO E – FÓRMULAS – e no ANEXO F – ROTEIROS.

Nas fórmulas, são indicadas as quantidades envolvidas de cada item e a quais operações estão relacionadas. Para isso, foram utilizadas as seguintes sessões e subsessões:

- psfrm0101m000: Manter Aplicações Primárias;
- psfrm0102m000: Manter Base do Produto;
- psfrm0110m000: Manter Fórmulas;
- psfrm0111s000: Manter Materiais;
- psfrm0112s000: Manter Co- e Subprodutos.

Nos roteiros, é feito o seqüenciamento das tarefas, cadastrando as mesmas como operações de tais roteiros. Para isso, foram utilizadas as seguintes sessões e subsessões:

- psrou1102m000: Manter Códigos de Roteiro por Fórmula;
- psrou2110m000: Manter Operações de Roteiro;
- psrou2120m000: Manter Relações de Operações;
- psrou0217m000: Validar Roteiros.

Figura 19: Dados levantados para a configuração do Process (Recepção, Preparo e Moagem da Cana)

Figura 20: Dados levantados para a configuração do *Process* (tratamento do caldo e fermentação)

Figura 21: Dados levantados para a configuração do *Process* (destilação)

5 DISCUSSÕES FINAIS

A proposta inicial desta dissertação, apresentada no primeiro capítulo, foi “verificar a compatibilidade do *Process* ao processo produtivo de uma usina de açúcar e álcool”.

Assim, no segundo capítulo, apresentou-se uma pesquisa bibliográfica, que procurou demonstrar a evolução dos sistemas de administração da produção, partindo dos sistemas MRP até os atuais sistemas ERP, suas principais características e as tendências de evoluções para os próximos anos na visão de alguns autores.

No terceiro capítulo foram apresentadas as características do sistema produtivo do setor sucroalcooleiro através da descrição dos processos da usina estudada. O capítulo, no entanto, começou com a apresentação de algumas alternativas para classificação de sistemas de produção e das principais características das indústrias de processo contínuo.

O quarto capítulo apresentou as principais características dos módulos do *Process*, que foi desenvolvido com o objetivo de atender as particularidades das indústrias de processo contínuo, visto que os sistemas MRP, no qual se baseiam os sistemas ERP, foram desenvolvidos para atender as indústrias de produção discreta.

Para verificar a compatibilidade dos conceitos envolvidos nos módulos do *Process* com o sistema produtivo de uma usina, na seqüência do quarto capítulo, foi apresentada a configuração de tais módulos considerando a produção de um dos produtos finais da usina, o álcool hidratado.

Várias são as particularidades do processo produtivo e do planejamento da produção de uma usina de açúcar e álcool. Tais particularidades fazem com que a “aderência” aos módulos industriais dos sistemas ERP disponíveis comercialmente seja prejudicada.

Dentre as particularidades citadas, as mais importantes são:

- a) Existência de co-produtos e subprodutos (vinhaça, bagaço, óleo fúsel, etc);
- b) Reutilização, no próprio processo, de alguns co-produtos e subprodutos (mel, bagaço, fermento);
- c) Rendimento maior que 100% na reutilização de um de seus co-produtos (caso do fermento, que é composto por microorganismos que se “procriam” durante o processo);
- d) Diferença na composição química da principal matéria-prima, que somente é conhecida depois de ser analisada no início do processo industrial (a porcentagem de sacarose presente na cana-de-açúcar fornecida somente é conhecida depois da análise realizada pelo Laboratório de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose – PCTS);
- e) Perda de massa do item principal durante o processo, devido à evaporação;
- f) Produção totalmente dependente da disponibilidade da matéria-prima principal (cana-de-açúcar);
- g) No caso do açúcar, somente no final do processo produtivo é possível saber o tipo de açúcar produzido (tipo 1, tipo 2, ou tipo 4);
- h) As quantidades necessárias de alguns materiais não são unidades inteiras (para produção de 1 litro de álcool, pode ser necessário 0,004 de biocida, 0,006g de bactericida, etc).

Com a configuração desenvolvida e descrita no quarto capítulo foi possível comprovar que os módulos do *Process* são compatíveis com algumas dessas particularidades:

- No módulo FRM, através da sessão *psfrm0110m000* – “Manter Fórmulas” é possível acessar a subsessão *psfrm0112s000* – “Manter Co- e By-Produtos”, onde é possível cadastrar co-produtos e subprodutos para cada fórmula, indicando de que operação são resultantes. Na mesma subsessão é possível indicar se tal co-produto / subproduto é reutilizado no processo, configurando o campo “Recor.” com o valor “sim” e o campo “Rec.” com o número

da operação que este material é reutilizado. Assim, as particularidades descritas nos itens **a)** e **b)** são atendidas;

- Ainda na sub-sessão *psfrm0112s000* – “Manter Co- e By-Produtos”, para cada co-produto / subproduto cadastrado como recorrente, é possível cadastrar que porcentagem é reutilizada através do campo “Prod %”. Este campo pode ser preenchido, inclusive com valores superiores a 100%, o que faz com que a particularidade descrita no item **c)** seja atendida;
- Perdas durante o processo podem ser cadastradas, tanto individualmente para cada material, como para toda a fórmula. No primeiro caso, o campo a ser configurado é o “Refugo” da sub-sessão *psfrm0111s000* – “Manter Materiais”. No segundo caso, a configuração é feita através do campo “Prod. %” da sessão *psfrm0110m000* – “Manter Fórmulas”. A utilização de tais campos faz com que a particularidade do item **e)** seja atendida;
- Para cada material cadastrado na fórmula, é possível indicar se a quantidade disponível de tal material limita o tamanho do lote a ser produzido. Esta indicação é feita configurando o campo “Escaláv” com o valor “sim”. Assim, cadastrando-se a cana como um material escalável, toda vez que a quantidade disponível da mesma for alterada, o tamanho do lote e a quantidade necessária de todos materiais também configurados como escaláveis serão recalculados. As paradas temporárias no fornecimento de cana causadas pelas chuvas (ou as quebras de produção causadas pela falta delas) podem ser contornadas configurando a cana como um material escalável, o que faz com que o item **f)** seja atendido;
- A particularidade descrita no item **h)** é atendida pela possibilidade de se cadastrar valores não-inteiros no campo “Qtd Lít” da sub-sessão *psfrm0111s000* – “Manter Materiais”.

A particularidade citada no item **d)** é atendida através da configuração de uma campo ("Testar Concentração") pertencente a uma sessão ("Manter Dados de Item - *tiitm0101m000*") do módulo ITM (Controle do Item), motivo por que tal recurso não foi referenciado nos capítulos anteriores.

Para cada item cadastrado com o valor "sim" no campo citado acima, é indicada uma concentração padrão. Assim, sempre que um material estiver com uma concentração diferente de sua concentração padrão, as quantidades requeridas de tal item serão corrigidas.

Por exemplo, para um material que foi cadastrado tendo concentração padrão de 15% e indicado em uma fórmula com uma necessidade de 20 litros, ao ser utilizado um lote com concentração de 10% a seguinte correção será feita na quantidade requerida de tal material:

Quantidade requerida:	20 litros
Concentração padrão:	15 %
Concentração do lote:	10 %

$$\text{Quantidade requerida corrigida} = 20 * 15 / 10 = 30 \text{ litros}$$

A compatibilidade com a particularidade citada no item **g)** não pôde ser comprovado pela configuração apresentada no quarto capítulo, pois a modelagem foi desenvolvida com base no produto "álcool hidratado".

Porém, através do estudo realizado nos módulos do *Process*, apresentados no terceiro capítulo, é possível propor uma solução, cuja comprovação de compatibilidade fica como uma sugestão para trabalhos futuros.

A solução proposta é a utilização de containers diferentes para cada tipo de açúcar. Assim, depois de produzido e analisado, o açúcar seria embalado em um container relativo ao seu tipo.

Além do objetivo principal, o primeiro capítulo citou como um dos objetivos secundários, a avaliação de como os módulos do *Process* poderiam trazer mais competitividade à usina.

Tal avaliação será apresentada com base nos fatores de desempenho apresentados em 2.1 – COMPETITIVIDADE ATRAVÉS DA GESTÃO DA PRODUÇÃO:

- Custo percebido pelo cliente;

- Velocidade de entrega;
- Confiabilidade de entregas;
- Flexibilidade das saídas;
- Qualidade dos produtos;
- Serviços prestados ao cliente.

Não se pode afirmar que o **custo percebido** pelo cliente seria influenciado pela implementação do *Process*, pois, devido à condição de cooperada, o preço de venda dos produtos é definido pela Copersucar. Desta forma, uma redução dos custos traria uma maior margem de contribuição para os produtos.

A utilização de almoxarifados WIP, associados ao recurso *backflushing*, podem trazer um controle mais eficaz dos insumos industriais. Atualmente, é comum a transferência de todo material recebido para o chão-de-fábrica, o que deixa a área de compras totalmente desinformada quanto à necessidade de novas compras. Porém, é possível que as reduções dos custos provenientes deste controle mais eficaz não sejam tão relevantes. Isto, porque aproximadamente 80% do custo dos materiais são referentes à cana-de-açúcar.

Quanto ao gerenciamento de **datas de entrega**, é possível que também não tenha influência, visto que toda produção é direcionada para estoque. Pelo mesmo motivo, é provável que a **velocidade e confiabilidade de entrega** não seriam alteradas.

O direcionamento da produção para estoque também elimina a necessidade de comunicação aos clientes do *status* de seus pedidos. Atualmente, é informado à Copersucar a quantidade de cada produto em estoque.

Por possuir recursos estruturais totalmente dedicados, toda flexibilidade de programação da produção oferecida pelo *Process* seria sub-utilizada. Assim, o fator de desempenho **flexibilidade das saídas** não seria afetado.

Dessa forma, não se pode concluir que uma decisão em prol da implementação do *Process* trará melhoria da competitividade da usina com base nos fatores de desempenho citados.

No entanto, sua implementação pode trazer, por exemplo, melhoria do custeio do processo produtivo e vantagens nas integrações com os módulos financeiros.

Finalizando, é possível que a implementação traga reduções nos custos de produção, quer seja devido a um controle de estoque mais efetivo, quer seja por permitir decisões mais eficazes, devido à melhoria do custeio do processo. Ou seja, a empresa poderia ser tornar mais lucrativa sem, necessariamente, se tornar mais competitiva.

Este panorama, no entanto, poderia ser completamente diferente, caso a usina não fosse filiada à Copersucar. Pois assim, é provável que existiriam vários clientes e que estes perceberiam alterações nos preços dos produtos, devido a reduções nos custos de produção.

A Figura 22 ilustra de maneira resumida as etapas descritas acima.

Figura 22: Etapas do desenvolvimento do trabalho.

Este trabalho, apesar de trazer conceitos de PCP para indústrias de processo contínuo pouco explorados (o que também foi apresentado no primeiro capítulo como um objetivo secundário), não teve a pretensão de esgotar o assunto. Assim, ficam como propostas para trabalhos futuros:

- Estudo das integrações entre os módulos do *Process* e os outros módulos de PCP (MPS, CRP, HRA, etc);
- Simulação da produção de lotes a partir da configuração desenvolvida;

- Avaliação de como a implementação dos módulos do *Process* apoiariam decisões logísticas e de produção da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J.A. (1982). *Obtenção do etanol por fermentação alcoólica*. Maceió: Planalsucar.

ARNOLD, J.R.T. (1999). *Administração de materiais*. São Paulo: Atlas.

BAAN (1999). *Baan help*.

BARROS, G.S.C. (2001). *Agronegócio: uma lição de eficiência*. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/artigomensal.htm>>. Acesso em: 20 out. 2002.

BATEMAN, T.S.; SNELL, S.A. (1998). *Administração: construindo vantagem competitiva*. Tradução de Celso A.Rimoli. São Paulo: Atlas.

BERNROIDER, E.; KOCK, S. (2001). ERP selection process in midsize and large organizations. *Business Process Management Journal*, Bradford, v.7, n.3, p.251-257.

BONELLI, R. (1998). *As Estratégias dos grandes grupo industriais brasileiros no anos 90*. Rio de Janeiro: IPEA.

BROWNE, J. et al. (1998). *Production management systems: a CIM perspective*. Wokingham: Addison-Wesley.

BUFFA, E.S.; SARIN, R.K. (1987). *Modern production / operations management*. 8.ed. New York: John Wiley.

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

CARUSO, D. (1999). Implementing ERP. *Intelligent Enterprise*, San Mateo, p.24-26, Apr.

CARUSO, D.; JOHNSON, R. (1999). The Vision thing. *Intelligent Enterprise*, San Mateo, p.16-18, Jan.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. (1983). *Metodologia científica*. São Paulo: Makron.

CHAUDHRY, O. (1998). Enterprise supply chain management: an expanding software horizon. *APICS the Performance Advantage*, Marietta, v.8, n.9, Sept.

COPERSUCAR. Centro de Tecnologia (1988). *Fundamentos dos processos de fabricação de açúcar e álcool*. Piracicaba. (Caderno Copersucar, Série Industrial, 20).

CORRÊA, H.L. et al. (2001). *Planejamento programação e controle da produção*. 4.ed. São Paulo: Atlas.

CORRÊA, H.L.; GIANESE, I.G.N. (1993). *Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. São Paulo: Atlas.

DANE, F.C. (1990). *Research methods*. Belmont: Brooks/Cole.

DAVENPORT, T. (1998). *Putting the enterprise into the enterprise system*. Harvard Business Review, New York, v.76, n.4, p.121-131, July/Aug.

DAVENPORT, T.H. (2000). *Long live ERP*. CIO Magazine, Mar. Disponível em: <<http://www.cio.com/archive/030100/davenport.html>>. Acesso em 13 mar. 2002.

_____. (2002). *Enterprise IT at the crossroads*. CIO Magazine, Mar. Disponível em: <<http://www.cio.com/archive/031502/davenport.html>>. Acesso em: 13 mar. 2002.

DELGADO, A.A.; CESAR, M.A.A. (1977). *Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana*. Piracicaba: ESALQ/USP.

DIAS, M.A.P. (1995). *Administração de materiais*. 4.ed. São Paulo: Atlas.

Ampliação da oferta de energia através da biomassa. (2001). São Paulo: FIESP/CIESP.

FOGARTY, D.W. et al. (1991). *Production & inventory management*. 2nd.ed. Cincinnati: South-Western.

FORMOSO, C.T. et al. (1996). *Análise da formulação estratégica de produção de pequenas e micro empresas de construção*. Disponível em: <<http://www.guiadeobras.com.br/biblioteca/textos/estrat.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2001.

FRANSOO, J.C.; RUTTEN, W.G.M.M. (1994). A Typology of production control situation in process industries. *International Journal of Operation & Production Management*, Bradford, v.14, n.12, p.47-57.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. (2001). *Administração da produção e operações*. Tradução de José Carlos Barbosa dos Santos. 8.ed. São Paulo: Thomson Learning.

GIL, A.C. (1988). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.

HERBON, A. (1998). On Line production control of a flexible multi-cell manufacturing system operating in a highly dynamic environment. *International Journal of Production Research*, London, v.36, n.10, p.2771-2791.

INFORMATIONWEEK (2001a). *Quem viver verá*, Manhasset, n.43, p.12, Apr.

_____. (2001b). *100 mais inovadoras em TI*, Manhasset, n.51, p.12, Aug.

_____. (2001c). *Para que serve mesmo?*, Manhasset, n.43, p.10, Apr.

JETLY, N. (1999). ERP's last mile. *Intelligent Enterprise*, San Mateo, p.39-45, Dez.

JOHNSON, L.A.; MONTGOMERY, D.C. (1974). *Operations research in production planning scheduling and inventory control*. New York: John Wiley.

KANET, J.J.; SRIDHARAN, S.V. (1998). The Value of using scheduling information in planning material requirements. *Decision Sciences*, Atlanta, v.29, n.2, p.479-497.

KIRCHMER, M. (1998). *Business process oriented implementation of standard software*. Heidelberg: Springer-Verlag.

KOTTER, J. (1997). *Liderando mudança*. São Paulo: Campus.

LINDAU, R.A.; KANFLO, T.; LUMSDEN, K. (1994). Impact of real-time information for scheduling a car-body shop – a simulation study. *International Journal of Operations & Operations Management*, Bradford, v.14, n.3, p.114-125.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. (1986). *Técnicas em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Pedagógica e Universitária.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. (2000). *Administração da produção*. São Paulo: Saraiva.

MESQUITA, M.A. (2001). *Análise de modelos e práticas de planejamento e programação da produção: um estudo de caso na indústria farmacêutica*. 125 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

NEUSHEL, R.; FUULER, A. (1963). *Industrial engineering handbook*. New York: McGraw-Hill.

- NEVES, M.R.; BATALHA, M.O. (1997). *Desenvolvimento e novas tendências do setor sucroalcooleiro*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17., 1997, Gramado. *Anais eletrônicos...* Disponível em: <<http://www.gepai.dep.ufscar.br/publicacoes.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2001.
- ORLICKY, J.L.A. (1975). *Material requirements planning: the new way of life in production and inventory management*. New York: McGraw-Hill.
- PADUA, E.M.M. (1996). *Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática*. São Paulo: Papirus.
- PAIVA, A. (1998). Quebrando o paradigma de revisão de processos na implantação de sistemas ERP. *Excellence Report: symnetics business transformation*, ano II, n.2.
- PALVIA, P.C.; BASU, S.C. (1999). Information systems management issues: reporting and relevance. *Decision Sciences*, Atlanta, v.30, n.1, p.273-290.
- PASIN, R.M.; NEVES, M.F. (2001). Fusões, aquisições e internacionalização da agroindústria sucro-alcooleira. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ECONOMIA E GEATÃO DE NEGÓCIOS AGROALIMENTARES, 3., 2001, Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto: FEA/USP.
- PIRES, S.R.I. (1995). *Gestão estratégica da produção*. Piracicaba: UNIMEP.
- PLENERT, G.; KIRCHMIER, B. (2000). *Finite capacity scheduling: management, selection and implementation*. New York: Wiley.
- PORTER, J.K. et al. (1996). Production planning and control system developments in Germany. *International Journal of Operations in Production Management*, Bradford, v.15, n.1, p.27-39.
- _____. (1999). Manufacturing classifications: relationships with production control systems. *Integrated Manufacturing Systems*, Bradford, v.10, p.189-198, Oct.
- RESENDE, M.O.; SACOMANO, J.B. (1997). *Princípios dos sistemas de planejamento e controle da produção*. São Carlos: EESC/USP.
- RIZZI, A.; PETRONI, A. (2001). Antecedents of MRP adoption in small and medium-sized firms. *Benchmarking: an international journal*, Cambridge, v.8, n.2, p.144-156.
- RUIZ, J.A. (1993). *Metodologia científica: guia para a eficiência nos estudos*. São Paulo: Atlas.
- SIPPER, D.; BULFIN, R.L. (1997). *Production, planning, control and integration*. New York: McGraw-Hill.

SIRIGINIDI, S.R. (2000). Enterprise resource planning in reengineering business. *Business Process Management Journal*, Bradford, v.6, n.5, p.376-391.

SLACK, N. (1993). *Vantagem competitiva em manufatura*. São Paulo: Atlas.

SLACK, N. et al. (1998). *Operations Management*. Londres: Pitman.

SOUZA, C.A.; ZWICKER, R. (1999). *Um Modelo de ciclo de vida de sistemas ERP: aspectos relacionados à sua seleção, implementação e utilização*. In: SEMEAD, 4./SEMEAD JR, 1999, São Paulo. *Anais eletrônicos...* Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/c11-art06.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2002.

SOUZA, F.B.; PIRES, S.R.I. (1999). Análise e proposições sobre o balanceamento e uso de excesso de capacidade em recursos produtivos. *Gestão & Produção*, São Carlos, v.6, n.2, p.111-126, ago.

STAIR, R.M. (1996). *Princípios de sistemas de informação: uma abordagem gerencial*. Tradução de Maria Lúcia Iecker Vieira e Dalton Conde de Alencar. 2.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.

THEMISTOCLEOUS, M.; IRANI, Z.; O'KEEFE, R.M. (2001). ERP and application integration - exploratory survey. *Business Process Management Journal*, Bradford, v.7, n.3, p.195-204.

TOOMEY, J.W. (1996). *MRP II - planning for manufacturing excellence*. Boston: Kluwer Academic.

VAN DONK, D.P.; VAN DAM, P. (1998). Structuring complexity in scheduling: a study in a food processing industry. *British Food Journal*, Bradford, v.100, n.1, p.18-24.

VASCONCELOS, Y. (2002). Não sobra nem o bagaço. *Pesquisa FAPESP*, São Paulo, n.77, p.66-70, jul.

VENKATARAMAN, R.; NATHAN, J. (1994). Master production scheduling for a process industry environment – a case study. *International Journal of Operation & Production Management*, Bradford, v.14, n.10, p.44-53.

VOLLMANN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C. (1992). *Integrated production and inventory management*. Illinois: Business One Irwin.

_____. (1997). *Manufacturing planning and control systems*. 4th.ed. New York: McGraw-Hill.

WAACK, R.S.; NEVES, M.F. (1998). Competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar. In: FARINA, E.M.M.Q.; ZYLBERSTAJN, D. (Coord.).

Competitividade no agribusiness brasileiro. São Paulo: PENSE/FIA/FEA-USP. 1 CD-ROM.

WILD, R. (1971). *The Techniques of production management.* London: Holt Rinehart and Winston.

ZACCARELLI, S.C. (1987). *Programação e controle da produção.* 5.ed. São Paulo: Pioneira.

ANEXO A – CENTROS DE TRABALHO

Data : 04/06/03 (10:30)

Usina Açucareira Jaboticabal

CENTROS DE TRABALHO POR CENTRO DE TRABALHO PRINCIPAL

Pág : 1

Clá : 10

Ctr Trab Princ	Código Centro Trab	Descrição	Tipo Ctr. Trabalho	Al- noxar WIP	Crit no MPS	Comp	Tempo Espera	Tipo de Capacidd Critica	Unids. Recurs	Cap.Básica/Un. Rec.		No d Turn
										[h/Semana]	[Hrs/Dia]	
PCA	PCA	CALDEIRA	Centro Tr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	PDE	DESTILARIA	Centro Tr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	PFE	FERMENTAÇÃO	Centro Tr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	PNO	MOENDA	Centro Tr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	PPP	RECAU	Centro Tr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	PPR	PREPARO PARA MOAGEM	Centro Tr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	PRE	RECEPÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CA	Centro Tr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	PTM	TRATAMENTO CALDO MISTO	Centro Tr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
PCA	PCT	CALDEIRA	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
PDE	P60	DESTILARIA	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P61	APARELHO DESTILARIA 1	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P62	APARELHO DESTILARIA 2	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P63	APARELHO DESTILARIA 3	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P63	APARELHO DESTILARIA 4	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
PFE	P50	FERMENTAÇÃO	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P51	FERMENTAÇÃO	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P52	CURVAS	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P52	CURVAS	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
PNO	P30	MOENDA	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P31	MOENDA	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P31	DISTRIBUIÇÃO DO CALDO	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
PPR	P20	PREPARO PARA MOAGEM	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P21	ESTEIRA METALICA	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P21	PICADOR	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P22	DESFIBRADOR	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P23	ESTEIRA DE BORRACHA	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
PRE	P02	RECEPÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CAN	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P03	HILO	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P03	MESA DE 15 E 50	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P04	TOMBADOR HIDRAULICO	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P05	TRATAMENTO DE AGUA LAVAGEM	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
PTM	P40	TRATAMENTO CALDO MISTO	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P41	TRATAMENTO DO CALDO MISTO	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P41	AQUECEDORES	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	
	P42	DECANTADORES	Sub Centr		Não	100	0,00	Capacd má	1,00	168,00	24,00	

ANEXO B – MÁQUINAS

Data : 04/06/03 [10:31]
Usina Açucareira Jaboticabal

MÁQUINAS

Pág : 1
Emp : 100

Moeda Cia Base R\$ Real

Máquina	Descrição	Ctr Trab	Máquina [R\$]	Capacid Semanal	Capac Diária	Taxa Máq/Homem
P02001	HILO	P02	5,00	168,00	24,00	2,00
P03001	MESA DE 15	P03	5,00	168,00	24,00	1,00
P03002	MESA DE 50	P03	5,00	168,00	24,00	1,00
P04002	TOMBADOR HIDRAULICO	P04	5,00	168,00	24,00	1,00
P05001	TRATAMENTO DA AGUA DA LAVAGE	P05	5,00	168,00	24,00	0,50
P20001	ESTEIRA 3	P20	5,00	168,00	24,00	0,33
P21001	PICADOR	P21	5,00	168,00	24,00	0,33
P22001	DEFIBRADOR	P22	5,00	168,00	24,00	0,33
P23001	ESTEIRA 4	P23	5,00	168,00	24,00	0,66
P30001	MOENDA	P30	5,00	168,00	24,00	3,00
P31001	TANQUE PULMAO	P31	5,00	168,00	24,00	0,33
P40001	TANQUE DE CALAGEM	P40	5,00	168,00	24,00	0,50
P41001	AQUECEDORES	P41	5,00	168,00	24,00	0,50
P42001	DECANTADORES	P42	5,00	168,00	24,00	1,00
P50001	DORNAS	P50	5,00	168,00	24,00	2,00
P51001	CENTRIFUGAS	P50	5,00	168,00	24,00	1,00
P52001	CUBAS	P50	5,00	168,00	24,00	2,00
P60001	APARELHO DESTILAÇÃO 1	P60	5,00	168,00	24,00	1,00
P61001	APARELHO DESTILAÇÃO 2	P61	5,00	168,00	24,00	3,00
P62001	APARELHO DESTILAÇÃO 3	P62	5,00	168,00	24,00	3,00
P63001	APARELHO DESTILAÇÃO 4	P63	5,00	168,00	24,00	1,00

ANEXO C – TAREFAS

Data : 03/06/03 [16:14]
Usina Açucareira Jaboticabal

TAREFAS

Pág
Cia

Tarf	Descrição	Chve Busca	Tip Taref	CTxOp
9021	DESCARGA NA MESA	DESCARGA NA MESA	Operação Máquina	001
9031	ALIMENTAÇÃO DE ESTEIRA	ALIMENTAÇÃO DE E	Operação Máquina	001
9032	LAVAGEM DE CANA	LAVAGEM DE CANA	Operação Máquina	001
9041	DESCARGA DE CANA PICADA	DESCARGA DE CANA	Operação Máquina	001
9051	TRATAMENTO AGUA LAVAGEM CANA	TRATAMENTO AGUA	Operação Máquina	001
9201	TRANSPORTE PARA O PREPARO	TRANSPORTE PARA	Operação Máquina	001
9211	PICAGEM	PICAGEM	Operação Máquina	001
9221	DESFIBRAMENTO	DESFIBRAMENTO	Operação Máquina	001
9231	TRANSPORTE PARA O PROCESSO	TRANSPORTE PARA	Operação Máquina	001
9301	MOAGEM	MOAGEM	Operação Máquina	001
9311	DISTRIBUIÇÃO DO CALDO	DISTRIBUIÇÃO DO	Operação Máquina	001
9401	ASSEPSIA DO CALDO MISTO	ASSEPSIA DO CALD	Operação Máquina	001
9402	CALAGEM DO CALDO MISTO	CALAGEM DO CALDO	Operação Máquina	001
9411	AQUECIMENTO DO CALDO MISTO	AQUECIMENTO DO C	Operação Máquina	001
9421	ADIÇÃO POLIMEROS CALDO MISTO	ADIÇÃO POLIMEROS	Operação Máquina	001
9422	DECANTAÇÃO CALDO MISTO	DECANTAÇÃO CALDO	Operação Máquina	001
9501	PREPARO DO MOSTO	PREPARO DO MOSTO	Operação Máquina	001
9502	FERMENTAÇÃO	FERMENTAÇÃO	Operação Máquina	001
9511	CENTRIFUGAÇÃO	CENTRIFUGAÇÃO	Operação Máquina	001
9521	PREPARO DO FERMENTO	PREPARO DO FERME	Operação Máquina	001
9522	SANGRIA DE LEVEDO	SANGRIA DE LEVED	Operação Máquina	001
9601	DESTILAÇÃO APARELHO 1	DESTILAÇÃO APARE	Operação Máquina	001
9611	DESTILAÇÃO APARELHO 2	DESTILAÇÃO APARE	Operação Máquina	001
9621	DESTILAÇÃO APARELHO 3	DESTILAÇÃO APARE	Operação Máquina	001
9631	DESTILAÇÃO APARELHO 4	DESTILAÇÃO APARE	Operação Máquina	001

ANEXO D – ITENS

Data : 03/06/03 [13:46]
Usina Açucareira Jaboticabal

DADOS GERAIS DO ITEM (RESUMIDO)
Orden por Código do

Pág : 1
Cia : 100

Código do Item	Descrição	Tpo Itm	Sist. Ordem	Chave Pesq I	Chave de pesqII	Cód. de sinaliz.	Grupo de Item
TM01	FERMENTO	Compra	MRP	FERMENTO	TM01		7 Insumos-Ferm
TM03	ACIDO SULFURICO	Compra	MRP	ACIDO SULF	TM03		43 Utensílios d
TM04	ANTIBIOTICO	Compra	MRP	ANTIBIOTIC	TM04		7 Insumos-Ferm
TM06	BACTERICIDA	Compra	MRP	BACTERICID	TM06		7 Insumos-Ferm
TM07	BIOCIDA	Compra	MRP	BIOCIDA	TM07		7 Insumos-Ferm
TM08	ANTI ESPUMANTE	Compra	MRP	ANTI ESPUM	TM08		7 Insumos-Ferm
TM09	DISPERSANTE	Compra	MRP	DISPERSANT	TM09		6 Insumos-Disp
TM10	FOSFORO	Compra	MRP	FOSFORO	TM10		7 Insumos-Ferm
TM11	SULFATO DE MAGNESIO	Compra	MRP	SULFATO DE	TM11		7 Insumos-Ferm
TM12	UREIA	Compra	MRP	UREIA	TM12		7 Insumos-Ferm
TM20	CAL VIRGEM	Compra	MRP	CAL VIRGEM	TM20		8 Insumos-Bási
TM28	POLIACRILATO	Compra	MRP	POLIACRILA	TM28		4 Insumos-Floc
TM29	SODA CAUSTICA	Compra	MRP	SODA CAUST	TM29		6 Insumos-Disp
TM48	MEL	Manufa	MRP	MEL	TM48		52 Sub-produtos
TM49	AGUA BRUTA (AÇUDE)	Manufa	MRP	AGUA BRUTA	TM49		53 Itens de Cus
TM54	AGUA CONDENSADA	Manufa	MRP	AGUA CONDE	TM54		53 Itens de Cus
TM56	CANA PICADA	Compra	MRP	CANA PICAD	TM56		49 Álcool
TM57	CANA INTEIRA	Compra	MRP	CANA INTEI	TM57		49 Álcool
TM59	VAPOR VEGETAL	Manufa	MRP	VAPOR VEGE	TM59		53 Itens de Cus
TM60	VAPOR DE ALTA PRESSA	Manufa	MRP	VAPOR DE A	TM60		53 Itens de Cus
TS37	OLEO FUSEL	Manufa	MRP	OLEO FUSEL	TS37		52 Sub-produtos
TS38	VINHAÇA	Manufa	MRP	VINHAÇA	TS38		52 Sub-produtos
TS41	VAPOR DE ESCAPE	Manufa	MRP	VAPOR DE E	TS41		53 Itens de Cus
TS61	BAGAÇO	Manufa	MRP	BAGAÇO	TS61		49 Álcool

Data : 03/06/03 [13:58]
Usina Açucareira Jaboticabal

DADOS GERAIS DO ITEM (RESUMIDO)
Orden por Código do

Pág : 1
Cia : 100

Código do Item	Descrição	Tpo Itm	Sist. Ordem	Chave Pesq I	Chave de pesqII	Cód. de sinaliz.	Grupo de Item
TSUB37	OLEO FUSEL	Manufa	MRP	OLEO FUSEL	TSUB37		52 Sub-produtos
TSUB38	VINHAÇA	Manufa	MRP	VINHAÇA	TSUB38		52 Sub-produtos

ANEXO E – FÓRMULAS

Data : 04/06/03 [11:24]
Usina Açucareira Jaboticabal

FÓRMULAS (MULTI-NÍVEL) (1)
Data inicial: 04/06/03

Pág
Cia.

Item Fórmula : TF39 ALCOOL HIDRATADO Tam Fórmul : 40,0000 l Prod. V:
Ativ. : Sim Fórm. Tipo : Produção

Nível	Item	Cnt	Desc.	Pos. / Seq.	Qtidade Necessár	Un.	Inic. Data	Data Ven.	Seleç
1	TF42		VINHO DELEVEDURADO	1/ 1	168,6870	l	26/02/2003		Qualq
.2	TH08		ANTI ESPUMANTE	10/ 1	0,0210	kg	25/02/2003		Qualq
.2	TF01		FERMENTO	20/ 1	4,4440	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TC44		FERMENTO COM SANGRA	10/ 1	2,7270	l	25/02/2003		Qualq
.3	TH03		ACIDO SULFURICO	20/ 1	0,0070	l	25/02/2003		Qualq
.3	TH04		ANTIBIOTICO	30/ 1	0,0050	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH06		BACTERICIDA	40/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH07		BIOCIDA	50/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH09		DISPERSANTE	60/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH10		FOSFORO	70/ 1	0,0030	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH11		SULFATO DE MAGNESIO	80/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH12		UREIA	90/ 1	0,0060	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH49		AGUA BRUTA (AÇUDE)	100/ 1	2,2220	l	01/03/2003		Qualq
.2	TF46		MOSTO	30/ 1	154,6070	l	25/02/2003		Qualq
.3	TF52		CALDO MISTO	5/ 1	157,7620	l	25/02/2003		Qualq
.4	TH57		CANA INTEIRA	10/ 1	107,3210	kg	25/02/2003		Qualq
.4	TH56		CANA PICADA	20/ 1	54,2140	kg	25/02/2003		Qualq
.4	TH60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	30/ 1	7,8880	kg	25/02/2003		Qualq
.4	TH60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	40/ 1	7,8880	kg	25/02/2003		Qualq
.4	TH54		AGUA CONDENSADA	50/ 1	30,4450	l	25/02/2003		Qualq
.4	TH60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	60/ 1	23,6640	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH07		BIOCIDA	10/ 1	0,0110	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH06		BACTERICIDA	20/ 1	0,0110	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH20		CAL VIRGEN	30/ 1	104,4280	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH59		VAPOR VEGETAL	40/ 1	15,4610	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH28		POLIACRILATO	50/ 1	0,4250	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH48		MEL	60/ 1	11,1570	l	25/02/2003		Qualq
.3	TH49		AGUA BRUTA (AÇUDE)	70/ 1	0,2770	l	25/02/2003		Qualq
1	TF42		VINHO DELEVEDURADO	2/ 1	168,6870	l	26/02/2003		Qualq
.2	TH08		ANTI ESPUMANTE	10/ 1	0,0210	kg	25/02/2003		Qualq
.2	TF01		FERMENTO	20/ 1	4,4440	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TC44		FERMENTO COM SANGRA	10/ 1	2,7270	l	25/02/2003		Qualq
.3	TH03		ACIDO SULFURICO	20/ 1	0,0070	l	25/02/2003		Qualq
.3	TH04		ANTIBIOTICO	30/ 1	0,0050	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH06		BACTERICIDA	40/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH07		BIOCIDA	50/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH09		DISPERSANTE	60/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH10		FOSFORO	70/ 1	0,0030	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH11		SULFATO DE MAGNESIO	80/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH12		UREIA	90/ 1	0,0060	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH49		AGUA BRUTA (AÇUDE)	100/ 1	2,2220	l	01/03/2003		Qualq
.2	TF46		MOSTO	30/ 1	154,6070	l	25/02/2003		Qualq
.3	TF52		CALDO MISTO	5/ 1	157,7620	l	25/02/2003		Qualq
.4	TH57		CANA INTEIRA	10/ 1	107,3210	kg	25/02/2003		Qualq
.4	TH56		CANA PICADA	20/ 1	54,2140	kg	25/02/2003		Qualq
.4	TH60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	30/ 1	7,8880	kg	25/02/2003		Qualq
.4	TH60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	40/ 1	7,8880	kg	25/02/2003		Qualq
.4	TH54		AGUA CONDENSADA	50/ 1	30,4450	l	25/02/2003		Qualq
.4	TH60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	60/ 1	23,6640	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH07		BIOCIDA	10/ 1	0,0110	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH06		BACTERICIDA	20/ 1	0,0110	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH20		CAL VIRGEN	30/ 1	104,4280	kg	25/02/2003		Qualq
.3	TH59		VAPOR VEGETAL	40/ 1	15,4610	kg	25/02/2003		Qualq

Data : 04/06/03 [11:24]
Usina Açucareira Jaboticabal

FÓRMULAS (MULTI-NÍVEL) (1)
Data Inicial: 04/06/03

Pág
Cia.

Item Fórmula : TF39 ALCOOL HIDRATADO Tam Formul : 40,0000 l Prod. %:
Ativ. : Sim Fôrm. Tipo : Produção

Nível	Item	Cnt	Desc.	Pos. / Seq.	Qtidade Necessár	Un.	Inic. Data	Data Ven.	Seleç
..3	TM28		POLIACRILATO	50/ 1	0,4250	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM48		MEL	60/ 1	11,1570	l	25/02/2003		Qualq
..3	TM49		AGUA BRUTA (AÇUDE)	70/ 1	0,2770	l	25/02/2003		Qualq
1	TF42		VINHO DELEVEDURADO	3/ 1	168,6870	l	26/02/2003		Qualq
.2	TM08		ANTI ESPUMANTE	10/ 1	0,0210	kg	25/02/2003		Qualq
.2	TF01		FERMENTO	20/ 1	4,4440	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TC44		FERMENTO COM SANGRA	10/ 1	2,7270	l	25/02/2003		Qualq
..3	TM03		ACIDO SULFURICO	20/ 1	0,0070	l	25/02/2003		Qualq
..3	TM04		ANTIBIOTICO	30/ 1	0,0050	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM06		BACTERICIDA	40/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM07		BIOCIDA	50/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM09		DISPERSANTE	60/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM10		FOSFORO	70/ 1	0,0030	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM11		SULFATO DE MAGNESIO	80/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM12		UREIA	90/ 1	0,0060	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM49		AGUA BRUTA (AÇUDE)	100/ 1	2,2220	l	01/03/2003		Qualq
.2	TF46		MOSTO	30/ 1	154,6070	l	25/02/2003		Qualq
..3	TF52		CALDO MISTO	5/ 1	157,7620	l	25/02/2003		Qualq
...4	TM57		CANA INTEIRA	10/ 1	107,3210	kg	25/02/2003		Qualq
...4	TM56		CANA PICADA	20/ 1	54,2140	kg	25/02/2003		Qualq
...4	TM60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	30/ 1	7,8880	kg	25/02/2003		Qualq
...4	TM60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	40/ 1	7,8880	kg	25/02/2003		Qualq
...4	TM54		AGUA CONDENSADA	50/ 1	30,4450	l	25/02/2003		Qualq
...4	TM60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	60/ 1	23,6640	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM07		BIOCIDA	10/ 1	0,0110	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM06		BACTERICIDA	20/ 1	0,0110	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM20		CAL VIRGEM	30/ 1	104,4280	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM59		VAPOR VEGETAL	40/ 1	15,4610	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM28		POLIACRILATO	50/ 1	0,4250	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM48		MEL	60/ 1	11,1570	l	25/02/2003		Qualq
..3	TM49		AGUA BRUTA (AÇUDE)	70/ 1	0,2770	l	25/02/2003		Qualq
1	TF42		VINHO DELEVEDURADO	4/ 1	168,6870	l	26/02/2003		Qualq
.2	TM08		ANTI ESPUMANTE	10/ 1	0,0210	kg	25/02/2003		Qualq
.2	TF01		FERMENTO	20/ 1	4,4440	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TC44		FERMENTO COM SANGRA	10/ 1	2,7270	l	25/02/2003		Qualq
..3	TM03		ACIDO SULFURICO	20/ 1	0,0070	l	25/02/2003		Qualq
..3	TM04		ANTIBIOTICO	30/ 1	0,0050	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM06		BACTERICIDA	40/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM07		BIOCIDA	50/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM09		DISPERSANTE	60/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM10		FOSFORO	70/ 1	0,0030	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM11		SULFATO DE MAGNESIO	80/ 1	0,0010	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM12		UREIA	90/ 1	0,0060	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM49		AGUA BRUTA (AÇUDE)	100/ 1	2,2220	l	01/03/2003		Qualq
.2	TF46		MOSTO	30/ 1	154,6070	l	25/02/2003		Qualq
..3	TF52		CALDO MISTO	5/ 1	157,7620	l	25/02/2003		Qualq
...4	TM57		CANA INTEIRA	10/ 1	107,3210	kg	25/02/2003		Qualq
...4	TM56		CANA PICADA	20/ 1	54,2140	kg	25/02/2003		Qualq
...4	TM60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	30/ 1	7,8880	kg	25/02/2003		Qualq
...4	TM60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	40/ 1	7,8880	kg	25/02/2003		Qualq
...4	TM54		AGUA CONDENSADA	50/ 1	30,4450	l	25/02/2003		Qualq
...4	TM60		VAPOR DE ALTA PRESSAO	60/ 1	23,6640	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM07		BIOCIDA	10/ 1	0,0110	kg	25/02/2003		Qualq

Data : 04/06/03 (11:24)
Usina Açucareira Jaboticabal

FÓRMULAS (MULTI-NÍVEL) (1)
Data Inicial: 04/06/03

Pág
Cia.

Item Fórmula : TF39 ALCOOL HIDRATADO Tam Fórmul : 40,0000 l Prod. %:
Ativ. : Sim Fórm. Tipo : Produção

Nível	Item	Cnt	Desc.	Pos. / Seq.	Qtidade Necessár	Un.	Inic. Data	Data Ven.	Seleç
..3	TM06		BACTERICIDA	20/ 1	0,0110	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM20		CAL VIRGEM	30/ 1	104,4280	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM59		VAPOR VEGETAL	40/ 1	15,4610	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM28		POLIACRILATO	50/ 1	0,4250	kg	25/02/2003		Qualq
..3	TM48		MEL	60/ 1	11,1570	l	25/02/2003		Qualq
..3	TM49		AGUA BRUTA (AÇUDE)	70/ 1	0,2770	l	25/02/2003		Qualq
1	TS41		VAPOR DE ESCAPE	10/ 1	32,0000	kg	26/02/2003		Qualq
1	TS41		VAPOR DE ESCAPE	20/ 1	32,0000	kg	26/02/2003		Qualq
1	TS41		VAPOR DE ESCAPE	30/ 1	32,0000	kg	26/02/2003		Qualq
1	TS41		VAPOR DE ESCAPE	40/ 1	32,0000	kg	26/02/2003		Qualq
1	TM29		SODA CAUSTICA	50/ 1	0,0040	kg	27/02/2003		Qualq
1	TM29		SODA CAUSTICA	60/ 1	0,0040	kg	27/02/2003		Qualq
1	TM29		SODA CAUSTICA	70/ 1	0,0040	kg	27/02/2003		Qualq
1	TM29		SODA CAUSTICA	80/ 1	0,0040	kg	27/02/2003		Qualq

Co/subprod.				Item Fórmula:				TF39			
Item	Cont.	Co/By	Pos.	Inic. Data	Data Ven.	Oper.	Qtd Liq	Un.	Rec.	Pos. /	
TSUB37		Pr	10/ 1	27/02/2003		10	0,0100	l	Não		
TSUB37		Pr	20/ 1	27/02/2003		20	0,0100	l	Não		
TSUB37		Pr	30/ 1	27/02/2003		30	0,0100	l	Não		
TSUB37		Pr	40/ 1	27/02/2003		40	0,0100	l	Não		
TSUB38		Pr	50/ 1	27/02/2003		10	177,0000	l	Não		
TSUB38		Pr	60/ 1	27/02/2003		20	177,0000	l	Não		
TSUB38		Pr	70/ 1	27/02/2003		30	177,0000	l	Não		
TSUB38		Pr	80/ 1	27/02/2003		40	177,0000	l	Não		

ANEXO F – ROTEIROS

Data : 03/06/03 [16:20]
Usina Açucareira Jaboticabal

ROTEIRO (RESUMIDO)
Data inicial: 03/06/03

Pág. : 1
Cia. : 100

Opr.	Tarf	Ctr	Máq.	Config	Taxa	Tmp Exec	Ocup	Ocup	Sobre-	Info	Inic. Data	Data Ven.	Back-	Ponto	Tmp Ex	Res	Oper
		Tra			[Hora]		Homem	Máqui	pos	Extra			flush	Conta	Fixado	trit	Prin
Item Fórmula : TF01 FERMENTO 176,00 kg Cont. : Rot. : TF01 2020 Roteiro Padrão : Não																	
10/	1	9522	P52	P52001	0	0,00	216,000	1,00	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
20/	1	9521	P52	P52001	0	0,00	756,000	1,50	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim

Data : 03/06/03 [16:20]
Usina Açucareira Jaboticabal

ROTEIRO (RESUMIDO)
Data inicial: 03/06/03

Pág. : 2
Cia. : 100

Opr.	Tarf	Ctr	Máq.	Config	Taxa	Tmp Exec	Ocup	Ocup	Sobre-	Info	Inic. Data	Data Ven.	Back-	Ponto	Tmp Ex	Res	Oper
		Tra			[Hora]		Homem	Máqui	pos	Extra			flush	Conta	Fixado	trit	Prin
Item Fórmula : TF39 ALCOOL HIDRATADO 40,00 1 Cont. : Rot. : TF39 2020 Roteiro Padrão : Não																	
10/	1	9601	P60	P60001	1	0,00	24,000	1,00	100,00	100,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
20/	1	9611	P61	P61001	1	0,00	32,000	3,00	100,00	100,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
30/	1	9621	P62	P62001	1	0,00	32,000	3,00	100,00	100,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
40/	1	9631	P63	P63001	1	0,00	24,000	1,00	100,00	100,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim

Data : 03/06/03 [16:20]
Usina Açucareira Jaboticabal

ROTEIRO (RESUMIDO)
Data inicial: 03/06/03

Pág. : 3
Cia. : 100

Opr.	Tarf	Ctr	Máq.	Config	Taxa	Tmp Exec	Ocup	Ocup	Sobre-	Info	Inic. Data	Data Ven.	Back-	Ponto	Tmp Ex	Res	Oper
		Tra			[Hora]		Homem	Máqui	pos	Extra			flush	Conta	Fixado	trit	Prin
Item Fórmula : TF42 VINHO DELEVEDURADO 668,00 1 Cont. : Rot. : TF42 2020 Roteiro Padrão : Não																	
10/	1	9502	P50	P50001	1	0,00	8016,000	1,00	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
20/	1	9511	P51	P51001	0	0,00	2004,000	1,00	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim

Data : 03/06/03 [16:20]
Usina Açucareira Jaboticabal

ROTEIRO (RESUMIDO)
Data inicial: 03/06/03

Pág. : 4
Cia. : 100

Opr.	Tarf	Ctr	Máq.	Config	Taxa [Hora]	Tmp Exec	Ocup Homem	Ocup Máqui	Sobre- pos	Info Extra	Inic. Data	Data Ven.	Back- flush	Ponto Conta	Tmp Ex Fixado	Res trit	Oper Prin
Item Fórmula : TF46 MOSTO 600,00 1 Cont. : Rot. : TF46 2020 Roteiro Padrão : Não																	
10/	1	9401	P40	P40001	0	0,00	1304,000	0,50	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
20/	1	9402	P40	P40001	0	0,00	1304,000	0,50	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
30/	1	9411	P41	P41001	0	0,00	652,000	0,33	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
40/	1	9421	P42	P42001	0	0,00	652,000	0,33	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
50/	1	9422	P42	P42001	0	0,00	3260,000	0,33	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
60/	1	9501	P50	P50001	1	0,00	652,000	1,00	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim

Data : 03/06/03 [16:20]
Usina Açucareira Jaboticabal

ROTEIRO (RESUMIDO)
Data inicial: 03/06/03

Pág. : 5
Cia. : 100

Opr.	Tarf	Ctr	Máq.	Config	Taxa	Tmp Exec	Ocup	Ocup	Sobre-	Info	Inic. Data	Data Ven.	Back-	Ponto	Tmp Ex	Res	Oper
		Tra			[Hora]		Homem	Máqui	pos	Extra			flush	Conta	Fixado	trit	Prin

Item Fórmula : TF52 CALDO MISTO 600,00 1

Cont. :

Rot. : TF52 2020

Roteiro Padrão : Não

10/	1	9021	P02	P02001	1	0,00	1100,000	2,00	80,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
20/	1	9032	P03	P03002	1	0,00	550,000	1,50	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
30/	1	9031	P03	P03001	1	0,00	350,000	1,50	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
40/	1	9041	P04	P04002	1	0,00	550,000	1,00	80,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
50/	1	9201	P20	P20001	0	0,00	400,000	0,50	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
60/	1	9211	P21	P21001	0	0,00	350,000	0,50	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
70/	1	9221	P22	P22001	0	0,00	350,000	0,50	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
80/	1	9231	P23	P23001	0	0,00	250,000	0,50	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
90/	1	9301	P30	P30001	0	0,00	1100,000	4,00	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim
100/	1	9311	P31	P31001	0	0,00	550,000	1,00	100,00	0,00	25/02/2003		Sim	Não	Não	Sim	Sim