

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROALIMENTAR:**  
**ARQUITETURA PARA AS FUNÇÕES DE**  
**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.**

**MOACIR SCARPELLI**

**São Carlos 2006**

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROALIMENTAR:  
ARQUITETURA PARA AS FUNÇÕES DE  
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROALIMENTAR:**  
**ARQUITETURA PARA AS FUNÇÕES DE**  
**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**

Moacir Scarpelli

**Tese de doutoramento apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de doutor em Engenharia de Produção.**

**Orientador: Prof. Dr. Mário Otávio Batalha**

**São Carlos**

**2006**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

S285sp

Scarpelli, Moacir.

Sistemas de produção agroalimentar: arquitetura para as funções de planejamento e controle da produção / Moacir Scarpelli. -- São Carlos : UFSCar, 2007.  
297 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Agroindústria. 2. Planejamento e controle da produção.  
3. Indústria - classificação. I. Título.

CDD: 338.1 (20<sup>a</sup>)

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**AUTOR: Moacir Scarpelli**

**TÍTULO DO TRABALHO: SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROALIMENTAR -  
Arquitetura para as funções de planejamento e controle da produção.**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Aprovado em 19 de dezembro de 2006.

### **BANCA EXAMINADORA**

<b>Presidente (Orientador)</b>	<b>Prof. Dr. Mário Otávio Batalha _____(DEP/UFSCAr)</b>
<b>1ºExaminador</b>	<b>Prof. Dr. Paulo Furquim de Azevedo ____ (FGVSP)</b>
<b>2ºExaminador</b>	<b>Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes _____(USP-São Carlos)</b>
<b>3ºExaminador</b>	<b>Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup>. Andréa Lago _____(DEP/UFSCAr)</b>
<b>4ºExaminador</b>	<b>Prof. Dr. Hildo Meirelles de S. Filho _____(DEP/UFSCAr)</b>

## DEDICATÓRIA

A sabedoria popular diz que um homem deve ter filhos, escrever um livro e plantar uma árvore. Em uma interpretação livre, pode-se subentender que essa é a sua busca pela imortalidade, que se daria pela sua matéria, nos cromossomos de seus filhos, pelas suas idéias, nas letras gravadas pela vida e, por último, em suas ações benéficas, espalhando frutos, flores e sombra. As três coisas são intrinsecamente interligadas e o sucesso de uma é tanto maior, quanto maior for o sucesso da outra. Ao conjunto harmonioso das três poder-se-ia dar o nome de felicidade. O sucesso aqui pode ser entendido como toda a contribuição que se dá para que outros também possam buscar sua imortalidade e assim também serem felizes. Essa felicidade não seria plena se não pudéssemos compartilhá-la com todos os que de alguma forma apóiam, intervêm ou acompanham essas realizações com seu amor, sua amizade e seu vivo interesse.

É com esse intuito que dedico, a contribuição, que suponho esse trabalho possa dar, primeiramente aos meus pais, origem dos erros e acertos, e aos meus filhos, estes, minha continuidade e melhor obra. Em seguida dedico aos que acreditaram em mim e, de alguma forma, apoiaram com seu incentivo, sua expectativa, suas contribuições e seu carinho. Isso inclui irmãos, de sangue ou de fé, amigos de infância, formação e trabalho, alunos e tantos quantos me ouviram ou me falaram ao cérebro e ao coração.

Dedico por fim e em especial, a uma faxineira que conheci, em função deste trabalho. Uma pessoa que é a síntese do desprendimento, caráter, humildade, sensibilidade e idealismo, raros nos dias de hoje, mas ainda preservados, como modelo, em uma alma tão simples e ingênua. Uma certeza de que sempre se pode melhorar a qualidade da árvore.

“O homem é a medida de todas as coisas”

Protágoras de Abdera

## AGRADECIMENTOS

Ao se formular agradecimentos, sempre se incorre no risco de não mencionar alguém que, de alguma forma, também faz jus a eles. Assim, de antemão, peço a estes que compreendam que a ausência de seus nomes, apenas indica meu possível grau de senilidade e não a importância que lhes dedico. Desta forma, inicialmente gostaria de formular meus agradecimentos ao Professor Mário Otávio Batalha, não só meu orientador, sobretudo um grande amigo, com quem partilhei idéias, trabalho e cervejas. Alguém que acreditou e ofereceu todo o apoio necessário nessa jornada.

Em seguida, por grupos e, nestes, ordem alfabética, um defeito em minha formação, agradeço ao:

- (1) Grupo francês: - Professores - Annie Lambert e Jean Louis Lambert;  
- amigos - Christian Pechot; Ghislaine Bidaut; Isabelle Gruisson; Sebastien Bretch;
- (2) Grupo dos colegas de trabalho: - Professores – Alessandra Rachid; Ana Lúcia Vitale Torkomian; Andréa Lago; Edemilson Nogueira; Hildo Meirelles; José Flávio Diniz Nantes; Júlio César Donadone; Luiz Fernando de O. Paolillo; Manoel Fernando Martins; Marcelo Silva Pinho; Paulo Eduardo Gomes Bento; Reinaldo Morábito; Roberto Antonio Martins; Rosane Chicarelli Alcântara; Elizabeth Schultzer (In Memoriam); Luiz Gastão de Castro Lima (in Memoriam);
- (3) Grupo de música: - Alceu Gomes Alves fl. (violão); Gian Pessoa (violão); Mauro Rocha Cortes (percussão); Paulo Furquim (violão, cavaquinho e viola de arco).
- (4) Grupo dos amigos de jornada: Alfeo Rohm; Antonio Battochio; Antonio Roberto Villaboin Chagas; Ariovaldo de Souza; Cláudia Buhamra; João Widmer; Marilena Malta Campos; Norma Aquiles Basso; Raimundo José de Souza;
- (5) Grupo importante: Cláudia Carregaro; Carla Maiotto; Carolina Carregaro; Marco Antonio Castellar;
- (6) Grupo mais que importante: Silvânia Costa Carregaro;
- (7) Grupo muito mais que importante: Anália G. Scarpelli; Hermínio Scarpelli; Marilene Scarpelli; Marilda S. Costa; Marisa Scarpelli.
- (8) Grupo fundamental: Alexandre Camargo Scarpelli; Maíra Camargo Scarpelli.

Aos nomes que mencionei e aos que não mencionei, mas que sabem fazer parte do rol especial com que os distingo, todo o meu agradecimento pelo apoio, amizade e

enorme confiança que em mim sempre depositaram.

Este trabalho foi desenvolvido com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, conforme Processo de número BEX1093/02-9.



## RESUMO

A agroindústria tem-se mostrado um segmento extremamente importante no contexto produtivo, particularmente no Brasil, seja em relação aos valores econômicos envolvidos, seja na geração de empregos diretos e indiretos. Entretanto, suas peculiaridades não têm sido suficientemente consideradas na literatura e mesmo no desenvolvimento de sistemas de Planejamento e Controle da Produção. Assim, esse trabalho visa resgatar essas preocupações, contribuindo basicamente em dois aspectos. O primeiro é a constituição de um sistema de classificação que permite identificar esses empreendimentos segundo suas particulares características constitutivas. O segundo é a proposição de uma arquitetura para o sistema de Planejamento e Controle da Produção, voltado para as principais necessidades da parcela de empreendimentos agroindustriais dedicados ao fracionamento da matéria-prima alimentar, tais como abatedouros e moageiras. Nessa arquitetura é particularmente destacada a preocupação com a previsão de demanda, associada à restrição de disponibilidade da matéria-prima, bem como a constituição do programa mestre de produção, considerando a geração simultânea de co-produtos, que podem ou não ser imediatamente desejados.

Palavras-chave: -Agroindústria de primeira transformação; Planejamento e Controle da Produção Agroindustrial; Sistema de Classificação de Empresas de Manufatura.

## **ABSTRACT**

The role of the agribusiness has been extremely important in the context of the Brazilian production in terms of both economic values and employment generation. However, the agribusiness specific characteristics have not been sufficiently considered in the literature and even in the development of Production Planning and Control Systems. This thesis is an attempt to fulfill this lack. Two basic aspects were taken into consideration. First, the thesis provides a classification system that allows for identifying those enterprises according to their special characteristics. Second, the architecture of a Planning and Control System is proposed in order to address the main needs of agri-industries, which are dedicated to the raw material splitting up, such as slaughterhouses and mills. In that architecture, it is particularly taken into account demand forecasting and raw material availability restriction. Also, a rule of master production scheduling have been built taking into consideration the simultaneous generation of co-products, which can or not to be immediately needed.

**Key words:** First transformation's agro industry; Agro industry Production's Planning and Control System; Manufacturing Enterprise Classification System.

## Lista de Figuras

<b>Figura n<sup>o</sup></b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1.1	Participação percentual das exportações brasileiras no comércio mundial.....	2
1.2	Classificação dos ramos de estudo.....	10
1.3	Etapas do método científico.....	12
2.1	Estrutura de um sistema de processamento industrial.....	17
2.2	Configurações de processos industriais com diferentes segmentações e interpenetração de produtos.....	19
2.3	Subdivisão de empreendimentos e diversificação de produtos.....	20
2.4	Administração de operações e fabricação.....	24
2.5	Estrutura convencional para planejamento e controle da produção.....	29
2.6	Estrutura hierárquica para planejamento e controle da fabricação.....	30
2.7	Balanceamento de capacidade inter plantas e processos.....	32
2.8	Tipologia das técnicas de previsão.....	34
2.9	Níveis de previsão de vendas.....	35
2.10	Evolução dos sistemas de estoque e fabricação.....	41
2.11	Intervalos e períodos de um programa mestre de produção.....	42
2.12	Representação da estrutura hierárquica de composição de um produto.	49
2.13	Estrutura de lista de materiais com co-produtos representando um processo de fracionamento de grãos por tamanho.....	56
2.14	Gráfico de Gozinto para árvore de fragmentação.....	57
2.15	Possíveis alternativas obtidas em processos de desagregação.....	58
2.16	Listas de materiais para MRP e JIT.....	60
2.17	Estrutura da lista de manufatura do produto acabado e seus subconjuntos.....	62
2.18	Verificação de carga em relação à capacidade.....	64
2.19	Relação entre os possíveis tipos de estoque em um ambiente industrial	72
2.20	Comparação de sistema de estoque de quantidade de pedido fixada e reposição por período de pedido fixado.....	73

<b>Figura n°</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
2.22	Exemplo de lista de materiais tradicional versus a de tempo de execução único.....	76
2.23	Controle do processo de produção no MRP.....	87
2.24	Sistema PBC em um processo de três estágios.....	90
2.25	Gargalos e recurso restrição de capacidade.....	91
2.26	Carta de fluxo do OPT.....	93
2.27	Evolução dos sistemas de PCP puros e híbridos.....	104
3.1	Classificação dos sistemas de produção (cubo PCS).....	109
3.2	Maneiras de executar as várias funções de coordenação.....	110
3.3	Carta de situações de produção com relação as principais características: complicação e especificidade.....	111
3.4	Projeções globais de conceitos a situações.....	112
3.5	Funções e alternativas em relação aos conceitos de controle.....	113
3.6	Regiões de dominância para os conceitos de controle.....	114
4.1	Cadeia da carne bovina.....	131
4.2	Fases da produção pecuária bovina.....	134
4.3	Fluxo de materiais e procedimentos de abate, evisceração e corte.....	141
4.4	Estrutura de codificação dos lotes de carcaça.....	147
4.5	Volume das exportações de carne bovina.....	156
4.6	Tendência das exportações de carne bovina por opção.....	156
4.7	Participação percentual dos diferentes tipos de carne bovina no volume total exportado pelo Brasil <sup>1</sup> (2000).....	157
5.1	Operações típicas que constituem as atividades dentro das empresas....	162
5.2	Atividades possíveis de serem executadas nas empresas.....	163
5.3	Possíveis estruturas dos produtos.....	168
5.4	Sistemas de emissão de ordens considerando o tipo de processo e de intervenção do cliente.....	181
5.5	Sistemas de planejamento de materiais.....	186
5.6	Cálculo da capacidade.....	188

---

<sup>1</sup> Cota Hilton = índice que fixa a participação de cada país no mercado europeu de carne *in natura*.

<b>Figura n°</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
6.1	Arquitetura do sistema de informações em empreendimentos agroindustriais de primeira transformação.....	203
6.2	Relação entre a demanda futura e a restrição de matéria-prima.....	205
6.3	Relação entre ciclo na produção rural e horizonte de previsão.....	206
6.4	Modelo básico de desenvolvimento da matéria-prima agropecuária.....	209
6.5	Detalhe do planejamento agregado integrando diferentes processos em uma planta.....	210
6.6	Instâncias decisórias sobre grades de venda e de produção.....	213
6.7	Composição de produtos e aproveitamento da matéria-prima.....	215
6.8	Variantes e produtos da matéria-prima 'A' em árvores de desagregação.....	219
6.9	Exemplo de cálculo de necessidade de matéria-prima.....	220
6.10	Notação para cálculo de necessidade de matéria-prima.....	221
6.11	Exemplo de estrutura em árvore com restrição de quantidades fracionárias.....	222

**Lista de tabelas**

<b>Tabela n°</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1.1	Exportações brasileiras (em US\$ milhões FOB).....	3
2.1	Programa mestre de produção em taxa de produção diária para um dado item	45
4.1	Produção de carnes bovina, de vitelo e de búfalo, de países selecionados .....	128
4.2	Conselho nacional da pecuária de corte – balanço da pecuária bovínica de corte 1994 a 2004**	128
4.3	Volume das exportações de carne bovina.....	155

## Lista de Quadros

<b>Quadro n°</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
2.1	Atividades e eventos dinâmicos típicos e suas frequências.....	26
2.2	Comparação de níveis em um sistema integrado hierarquicamente..	27
2.3	Planejamento agregado e as estruturas de planejamento e controle da produção.....	39
3.1	Comparação dos conceitos de controle.....	113
3.2	Elementos de Caracterização do sistema de classificação multidimensional .....	114
3.3	Valores admissíveis para as variáveis.....	115
3.4	As variáveis e a escolha de um sistema de Planejamento e Controle da produção.....	116
3.5	Produção para estoque.....	119
3.6	Acabamento (personalização) por pedido.....	119
3.7	Fabricação ou concepção sob pedido.....	120
3.8	Identificação de sistema de gestão apropriado (a).....	120
3.9	Identificação de sistema de gestão apropriado (b).....	121
3.10	Identificação de sistema de gestão apropriado (c).....	121
3.11	Elementos de análise e nomenclatura originais, adotados nas classificações.....	122
3.12	Famílias de atributos, particularidade e complexidade que permitem caracterizar os sistemas de produção.....	124
4.1	Classificação de carcaças bovinas.....	151
4.2	Exportações Brasileiras de Carne In Natura e Industrializada em (1999).....	157
5.1	Características dos sistemas de fluxo de materiais.....	169
5.2	Características dos sistemas de fluxo de materiais modificado.....	169
5.3	Atitudes corporativas que implicam preferências estratégicas.....	171
5.4	Indústrias de primeira transformação (2° processo): Preparação de matérias-primas.....	175
5.5	Indústrias de segunda transformação (3° processo) : Obtenção de produtos intermediários .....	176
5.6	Indústrias de 2ª transformação (4° processo): Obtenção de produtos intermediários e/ou finais montados.....	177

<b>Quadro n°</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
5.7	Classificação revisada dos sistemas de emissão de ordens de produção.....	180
5.8	Indústrias de primeira transformação (2° processo): Preparação de matérias-primas.....	182
5.9	Indústrias de 2ª. Transformação (3° processo): Obtenção de produtos intermediários fabricados.....	183
5.10	Indústrias de 2ª. Transformação (4° processo): Obtenção de produtos intermediários e finais montados.....	184
5.11	Sentido preferencial do Fluxo de Informações.....	190
5.12	Classificação das Indústrias de primeira transformação (2° processo): Preparação de matérias-primas.....	192
5.13	Classificação das Indústrias de 2ª. Transformação (3° processo): Obtenção de produtos intermediários fabricados.....	193
5.14	Classificação das Indústrias de 2ª. Transformação (4° processo): Obtenção de produtos intermediários e finais montados.....	194
5.15	Classificação das indústrias de primeira transformação (2° processo): preparação de matérias-primas perecíveis.....	195
5.16	Classificação das indústrias de primeira transformação (2° processo): Preparação de matérias-primas não perecíveis.....	196
5.17	Classificação das indústrias de 2ª transformação (3° processo): Obtenção de produtos perecíveis intermediários fabricados.....	197
5.18	Classificação das Indústrias de 2ª. Transformação (3° processo): Obtenção de produtos não perecíveis, intermediários, fabricados....	198
5.19	Classificação das Indústrias de 2ª. Transformação (4° processo): Obtenção de produtos perecíveis, intermediários e finais montados	199
5.20	Classificação das Indústrias de 2ª. Transformação (4° processo): Obtenção de produtos não perecíveis, intermediários e finais, montados .....	200



## LISTA DE SIGLAS. SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.

ABIA	Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação
ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne
APICS	American Production and Inventory Control Society
ATO	Assemble To Order
BOM	Bill of Material
BOMfr	Bill of Manufacturing
BSC	Base Stock Control
C	Contínuo
CCR	Capacity Constraint Resource
CNPC	Conselho nacional de Pecuária de Corte
CONWIP	Constant Work in Process
COP	Customer Order Point
COPICS	Communications Oriented Production Information and Control System
CRP	Capacity Requirement Planning
DCI/DIPOA	Divisão de Controle do Comércio Internacional do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
DDTO	Design of Disassemble to Order
DMTO	Design of Manufacturing To Order
DTO	Design To Order
DTO	Disassemble to order
E	Empurrar
EBQ	Economic Batch Quantity
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria
EOQ	Economic Order Quantity
ERP	Enterprise Resource Planning
ETO	Enginer To Order
FAPRI	Food and Agricultural Policy Research Institute
FC	Fluxo convergente
FD	Fluxo divergente
FL	Fluxo linear

FOG	Factory Order Generation
FS	Flow Shop
FSB	Flow Shop Bloqueado
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEDI	Instituto de Estudos para o desenvolvimento industrial
JIT	Just in time
JS	Job Shop
L	Lote
LPA	Lote de itens PAdronizados
LPE	Lote de itens PErsonalizados
LRP	Lot Requirement Planning
LSPE	Lote de itens Semi-PErsonalizados
M	Massa
MATO	Modified Assemble to Order
MDIC	Ministério de Desenvolvimento Indústria e comércio
MDTO	Modified Disassemble to Order
MMTO	Modified Make to Order
MOG	Material Order Generation
MPS	Master Production Schedulling
MRP	Material Requirement Planning
MRP II	Manufacturing Resource Planning
MTO	Make To Order
MTS	Make To Stock
oo-BOM	Object Oriented Bill of Material
OPOQ	Order Point Order Quantity
OPT	Optimized Production Technology
P	Puxar
PA	Projeto de Agregação
PBC	Periodic Batch Control
PCS	Personalization Constraint Step
PDP	Programa Diretor de Produção
PDT	Projeto de Desagregação/ Transformação

PEA	População Economicamente Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
PIC	Plano Industrial e Comercial
PRM	Planejamento Reverso de Materiais
PS	Project Shop
RA	Receita de Agregação
RCCP	Rough Cut Capacity Planning
RDT	Receita de Desagregação/ Transformação
ROP	Reorder Point Systems
SBC	Standard Batch Control System
SDA/MAPA	Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
SECEX	Secretaria de Comércio Exterior
SFC	Shop Floor Control
SHC	Schedulling
SIC	Statistic Inventory Control
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SISBOV	Sistema Brasileiro de identificação e certificação de Origem Bovina e bubalina
SRF/MF	Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda
TI	Tecnologia de Informação
USDA	United States Department of Agriculture
WIP	Work In Process

### Lista de termos estrangeiros

Assemble To Order (ATO)	Tipo de política de planejamento em que as funções que acionam a montagem de produtos só são desempenhadas mediante a confirmação de demandas reais estabelecidas por ordens de venda.
Base Stock Control (BSC)	Tipo de sistema de controle de estoque que opera repondo um saldo negativo de estoque (ou demanda virtual) gerado por uma demanda do produto pai.
Basic BOM	Lista de materiais constituída para especificar uma família de produtos oriundos de fragmentação cujas matérias primas sejam consideradas contínuas.
Bill of Manufacturing (BOMfr)	Tipo de lista que especifica conjuntamente a seqüência de operações de produção para fazer um produto intermediário ou acabado e os materiais necessários a cada operação.
Bill Of Material	Listas de materiais que traduzem em sua configuração de apresentação a estrutura hierárquica com que os produtos são constituídos.
Blending	Operação ou conjunto de operações que se caracteriza pela mistura de componentes visando a obtenção de uma dada especificação final.
Buckets	Espaços de tempo (dia, semana, quinzena, mês), também denominados fases, em que se subdividem os períodos de um programa mestre.
Buffer	Denominação dada aos estoques criados em processo para tornar independentes etapas de produção reduzindo os riscos de falta de material e aumentando a flexibilidade de programação.
By-product	Material de valor, produzido como um fluxo lateral de um processo de produção.
Capacity Constraint Resource	Recurso de produção que mais restringe o desempenho do sistema
Capacity Requirement Planning	Módulo dos sistemas MRP II e ERP que executa a avaliação da carga com base em capacidade infinita.
Closed looping	Sistemática de revisão do programa mestre de produção à luz do resultado da avaliação de carga em relação à capacidade disponível introduzido no sistema MRP II - Planejamento de recursos de manufatura.
Cold shortening	Encurtamento por resfriamento: fenômeno do encurtamento das fibras dos músculos da carcaça bovina causado pelo armazenamento sob temperatura entre 0 e 10°C na fase de pré-rigidez.

Conwip	(Constant Work in Process – estoque constante em processo) tipo de sistema de controle que libera os trabalhos para uma linha de tal forma que o máximo nível de estoque em termos de carga não seja violado.
Decoupling Point	Também denominado Customer Order Point – COP caracteriza o ponto do processo em que se separa a parte da organização orientada em direção a atividades de fabricação dedicadas a pedidos de clientes, da parte da organização baseada em previsão para estoque.
Design To Order (DTO)	Tipo de política de planejamento em que as funções que acionam a fabricação só são desempenhadas mediante a confirmação de demandas reais estabelecidas por ordens de venda incluindo a possibilidade de projetar um produto integralmente de acordo com especificações dos clientes.
Engineering To Order (ETO)	Tipo de política de planejamento em que as funções que acionam a fabricação só são desempenhadas mediante a confirmação de demandas reais estabelecidas por ordens de venda incluindo a possibilidade de promover adequações do projeto de acordo com especificações dos clientes.
Enterprise Resource Planning	Planejamento de Recursos do Empreendimento, sistema que privilegia a integração do conjunto de funções do empreendimento associando-as ao MRP II.
Flow JIT System	Sistema de controle da produção que funciona como um sistema de estoque de duas gavetas onde a reposição de um <u>lote unitário</u> de fabricação é acionada quando a primeira gaveta é esvaziada.
Flow shop	Tipo de constituição de um empreendimento em que os materiais fluem através dos centros de trabalho segundo um roteiro fixo segundo um padrão de fluxo de fabricação unidirecional .
Frozen Cooked Beef	Tipo de carne industrializada, na forma de cortes, cozidos e embalados.
JIT kanbam	Sistema de controle da produção que funciona como um sistema de estoque de duas gavetas onde a reposição de um lote de fabricação é acionada quando a primeira gaveta é esvaziada.
Job	entidades operacionais (lotes) a serem controladas no piso da fábrica
Job shop	Tipo de fluxo de materiais em que os lotes de matérias primas percorrem diferentes roteiros para a execução das operações. Esse fluxo, dito emaranhado está estreitamente associado ao tamanho dos lotes sua repetitividade e layout associado.
Just in time	Sistemas de fabricação baseados na lógica de só se produzir o necessário quando necessário.
kanbam	Sistemática de controle de fabricação baseada no uso de cartões de controle.

Lead time	Tempo de obtenção de cada item ou conjunto, desde o momento de início de sua obtenção até o momento em que se torna disponível para uso.
Lot Requirement Planning (LRP)	Planejamento de necessidade de lote: sistema de planejamento em que as necessidades de peças são determinadas pela explosão dos produtos constantes de um programa mestre, mas no qual apenas algumas delas são destacadas como lotes relacionados especificamente a demanda do produto pai.
Make to order (MTO)	Tipo de política de planejamento em que as funções que acionam a fabricação só são desempenhadas mediante a confirmação de demandas reais estabelecidas por ordens de venda.
Make To Stock (MTS)	Tipo de política de planejamento em que as funções que acionam a fabricação são desempenhadas antecipando-se às demandas reais.
MRP program based	Planejamento de necessidade de materiais baseado em programa: sistema resultante da evolução do MRP que introduziu o conceito de lista de manufatura e programação mestra com avaliação simultânea de carga.
Object Oriented Bill of Material	Lista de materiais orientada a objeto. Procedimento de geração dinâmica de listas de materiais, com base em recursos proporcionados por linguagem de programação computacional orientada a objeto, que permite tratar estruturas de produtos em que os componentes e quantidades são variáveis.
Optimized production technology (OPT)	Tipo de sistema de planejamento e controle da produção cuja principal característica é balancear o fluxo de produção com base em recurso restrição de capacidade.
Order point order quantity (OPOQ)	Tipo de sistema de planejamento e controle da produção baseado na reposição de estoque determinada por um ponto de ressuprimento. Esse ponto é definido com relação ao tempo de ressuprimento e a quantidade a repor calculada com base na taxa de consumo.
Periodic batch control (PBC)	Tipo de sistema de planejamento e controle da produção em que periódica e sistematicamente são emitidos os mesmos conjuntos de ordens de reposição e cujos tempos de reposição se equivalem.
Project shop	Fabricação por projeto: tipo de constituição de um empreendimento em que os recursos são levados ao local de geração dos produtos, dadas as suas características dimensionais ou peculiaridades construtivas.
Recipe	Tipo de lista de material aplicável a produtos constituídos por matérias primas caracterizadas como contínuas.
Rough Cut Capacity Planning (RCCP)	: verificação grosseira da capacidade, baseada na análise da somatória de cargas de trabalho que incidem sobre um conjunto de recursos denominados críticos, determinada por um programa mestre de produção.

Runout	Técnica de priorização da emissão de ordens de reposição de estoque em linhas de produção baseada na taxa de demanda e duração do estoque disponível.
Shop Floor Control (SFC)	Módulo dos sistemas MRP II e ERP que executa a programação e controle de fabricação.
Spare parts	Conjuntos de componentes e/ou subconjuntos que se sugere acompanhar os produtos, de forma a simplificar o processo de manutenção.
Standard Batch Control System (SBC)	Sistema de Controle de lote padrão. Sistema de planejamento e controle da produção que visa sincronizar a emissão da ordem de produção de um pequeno lote de produtos acabados com a emissão de ordens nas quantidades exatas das peças e componentes requeridos.
Statistic Inventory Control	Controle estatístico de estoque. Procedimento de reposição de estoques em que se considera o tempo de reposição, a taxa de demanda por unidade de tempo e o nível de atendimento desejado expresso por uma quantidade em estoque capaz de garantir uma certa variabilidade de demanda.
Supply to order	Abastecimento sob pedido. Obtenção de matérias primas realizada apenas quando houver aplicações definidas que as consumam.
Supply to stock	Abastecimento para estoque. Obtenção de matérias primas para repor estoques com aplicação presumida.
Synchro-MRP	Sistema de planejamento e controle de fabricação híbrido, que apropria as vantagens oferecidas por sistemas do tipo MRP no longo prazo e médio prazo com a sistemática de controle mais maleável obtida com o kanbam.
Throughput time	Tempo de processamento total exigido para a obtenção de um dado produto.
Time based	Sistemas de planejamento de materiais que consideram a reposição segundo intervalos de tempo.
Time phased	Sistema de emissão de ordem de fabricação baseado no lead time de obtenção do item.

## SUMÁRIO

	Resumo	ix
	Abstract	x
	Lista de figuras	xi
	Lista de tabelas	xiv
	Lista de quadros	xv
	Lista de siglas	xvii
	Lista de termos estrangeiros	xx
Capítulo 1	Apresentação do trabalho	1
	1.1 Introdução	1
	1.2 Justificativa, ou o significado da indústria agroalimentar brasileira .....	1
	1.3 Objetivos do trabalho.....	4
	1.4 Notas metodológicas.....	9
	1.5 Estrutura do Trabalho.....	14
Capítulo 2	Sistemas de Produção e as Funções de Gestão de Operações.....	17
	2.1 Introdução.....	17
	2.2 Planejamento e controle da produção.....	22
	2.3 Elementos de um sistema de planejamento e controle da produção.....	25
	2.4 Estrutura do planejamento da produção por níveis hierárquicos	26
	2.5 Estrutura para planejamento hierárquico e para planejamento convencional.....	29
	2.6 Previsão de demanda e plano de aquisição de recursos.....	31
	2.7 Planejamento agregado ou planejamento industrial e comercial	36
	2.8 Programa mestre de produção.....	39
	2.9 Sistemas de planejamento de materiais.....	46
	2.9.1 Sistema de planejamento de necessidade de materiais (MRP).....	48
	2.9.2 Sistema de planejamento de necessidade de materiais (MRP) – receitas.....	51
	2.9.3 Sistema de planejamento de necessidade de materiais sob condições de desagregação.....	53



2.9.4 Sistema de planejamento de necessidade de materiais em ambientes Just in Time.....	60
2.9.5 Ações resultantes.....	60
2.10 Sistema de planejamento da capacidade e as estruturas de planejamento e controle da produção.....	61
2.10.1 Sistemas de planejamento da capacidade em ambientes MRP.....	63
2.10.2 Síntese do Planejamento da Capacidade nos sistemas OPOQ, MRP, JIT,PBC e OPT.....	64
2.11 Sistemas de emissão de ordens.....	65
2.11.1 Sistemas de emissão de ordens OPOQ ( <i>Order Point Order Quantity</i> ).....	70
2.11.2 Sistemas de emissão de ordens PBC ( <i>Periodic Batch Control</i> ).....	75
2.11.3 Sistemas de emissão de ordens MRP.....	77
2.11.4 Sistemas de Emissão de Ordens (JIT) KANBAM.....	80
2.12 Sistemas de programação e controle da produção.....	81
2.12.1 Sistemas de programação e controle da produção no MRP, MRP II e ERP.....	86
2.12.1.1 Quem usa o MRP.....	88
2.12.2 Sistemas de programação e controle da produção PBC ( <i>Periodic Batch Control</i> ).....	89
2.12.3 Sistemas de programação e controle da produção OPT ( <i>Optimized Production Technology</i> ).....	90
2.12.3.1 Quem usa o OPT.....	94
2.12.4 Sistemas de programação e controle da produção JIT Kanbam.....	95
2.12.4.1 Quem usa o Kanbam.....	97
2.12.5 Sistemas de programação e controle da produção CONWIP ( <i>Constant Work in Process</i> – estoque constante em processo).....	97
2.12.5.1 Quem usa o CONWIP.....	98
2.13 Síntese dos Sistemas de Produção e as Funções de Gestão de Operações.....	99
2.13.1 Evolução dos sistemas de planejamento e controle da produção.....	100

Capítulo 3	Sistemas de Classificação dos Empreendimentos Industriais.....	107
	3.1 Introdução.....	107
	3.2 Métodos, propostas e abrangência dos sistemas de classificação.....	108
Capítulo 4	Indústria de primeira transformação: o abatedouro bovino.....	127
	4.1 Introdução.....	127
	4.2 Considerações sobre a cadeia da carne bovina.....	127
	4.3 A cadeia da carne bovina.....	130
	4.3.1 Pannel da produção bovina.....	133
	4.3.2 Processo de produção rural.....	136
	4.3.2.1 Fase da cria.....	136
	4.3.2.2 A fase da recria.....	138
	4.3.2.3 Fase da engorda.....	140
	4.3.4 Processo de abate.....	141
	4.4 Mercado Consumidor.....	154
	4.4.1 Fatores que afetam a preferência do Consumidor	158
	4.5 Síntese.....	158
Capítulo 5	Proposição de um sistema de classificação amplo.....	160
	5.1 Introdução.....	160
	5.2 Recorte vertical ou identificação de etapa do processo industrial.....	162
	5.3 Recorte horizontal ou caracterização da etapa do processo industrial.....	165
	5.3.1 Primeira dimensão horizontal: exigências físicas.....	166
	5.3.1.1 Matérias-primas.....	166
	5.3.1.2 Produtos.....	167
	5.3.1.3 Fluxos de Materiais.....	169
	5.3.1.4 Exigências físicas combinadas	170
	5.3.2 Segunda dimensão horizontal: estratégia.....	170
	5.3.2.1 Determinação do nível de repetitividade do sistema produtivo.....	173
	5.3.3 Classificação combinando a primeira e segunda dimensão.	174
	5.3.4 Terceira dimensão horizontal: organização das funções de planejamento e controle da produção.....	178
	5.3.4.1 Sistema de Emissão de Ordens de Produção.....	178

	5.4 Sistema de classificação proposto.....	181
	5.4.1 Sistema de cálculo de materiais.....	185
	5.4.2 Sistema de planejamento da capacidade.....	187
	5.4.3 Sistema de Controle da Produção.....	188
	5.5 Síntese do sistema de classificação proposto.....	191
Capítulo 6	Proposição de uma arquitetura de sistema de informação para empreendimentos agroalimentares de primeira transformação.....	202
	6.1 Exigências e arquitetura do sistema.....	202
	6.2 Previsão de demanda e verificação de disponibilidade de matéria-prima no longo prazo.....	204
	6.3 Planejamento agregado por processo e integrado por planta.....	208
	6.4 Planejamento da capacidade e de materiais.....	210
	6.4.1 Grades de produtos por família.....	211
	6.5 Programa mestre de produção por processo.....	217
	6.5.1 Sistema de Planejamento Reverso de Materiais (PRM).....	217
	6.5.2 Modelo de cálculo de necessidade de materiais.....	218
	6.6 Sistema de emissão de ordens e controle da produção.....	223
	6.7 Síntese da arquitetura proposta.....	224
Capítulo 7	Avaliação das proposições.....	226
	7.1 Introdução.....	226
	7.2 Avaliação do sistema de classificação de empreendimentos industriais proposto.....	226
	7.2.1 Considerações.....	227
	7.3 Avaliação da estrutura de sistema de planejamento e controle da produção.....	228
	7.3.1 Considerações.....	228
Capítulo 8	Conclusões.....	233
	8.1 Avaliação geral dos resultados alcançados.....	233
	8.2 Contribuições oferecidas.....	234
	8.3 Propostas de continuidade.....	235
	Referência Bibliográfica.....	237
	Glossário.....	253
	Anexos.....	257

## **Capítulo 1. Apresentação do trabalho**

### **1.1 Introdução**

No início dos anos 90 verificou-se um processo de aumento do consumo de alimentos e simultânea modernização industrial decorrente da abertura comercial. Esse processo aprofundou-se na segunda metade da década, na medida em que cresciam as exigências do mercado consumidor. A necessidade de promover um equilíbrio nas balança comercial ensejou maior incentivo às exportações. As cadeias de carnes (suína bovina, de aves e de crustáceos) desempenharam papel significativo nesse cenário, desbravando novos mercados consumidores, instalando e modernizando plantas e interiorizando a produção no Brasil. Dada a significativa importância que os produtos agroalimentares brasileiros assumiram neste século, tanto no mercado nacional quanto no internacional, observa-se, em algumas dessas cadeias, a necessidade premente de melhorar sua coordenação e os processos administrativos de sua agroindústria.

### **1.2 Justificativa, ou o significado da indústria agroalimentar brasileira**

Para se ter uma dimensão da importância da agroindústria alimentar, primeiramente, é necessário destacar o valor econômico do agronegócio nas transações internacionais como um todo. Em seguida deve-se avaliar a participação brasileira dentro deste contexto e, por fim, mensurar a parcela referente aos produtos agroalimentares.

Segundo dados do Banco Mundial o PIB total mundial é de 44.384.871 (milhões de US dólares). De acordo com Prado, M. (1999):

Em 1998, “O agronegócio representava 22% do PIB total, cerca de US\$6,6 trilhões, sendo classificado como o maior negócio do mundo, superior a petróleo, telecomunicações e energia”, (Prado M., p.137, 1999).

“Segundo a Harvard Business School a projeção de crescimento do setor para os próximos 30 anos é de 1,46% ao ano, chegando em 2028 a US\$10,2 trilhões” (Prado M., 1999, p.137), (Editorial: Pecuária de corte, 2000).

No texto “Radiografia das exportações brasileiras”, publicado pelo Instituto de

Estudos para o desenvolvimento industrial (IEDI, 2003), a participação do conjunto das exportações brasileiras no comércio mundial total era da ordem de 0,86% em 1989, de acordo com o Boletim Funcex de comércio exterior, até outubro de 2004 já se encontrava próxima de 1,2%, conforme figura 1.

Ainda conforme o IEDI, a participação brasileira nas exportações de produtos primários agrícolas no mercado mundial em 2001 era da ordem de 4,5% e as exportações de alimentos, dentro deste contexto, da ordem de 3,9%. Dados mais recentes apresentados pela Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA, 2004), destacados na Tabela 1.1, mostram a participação da indústria agroalimentar no total exportado pelo Brasil de janeiro a junho de 2004.

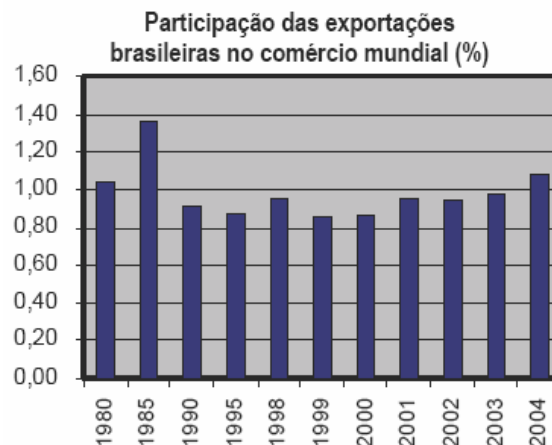


Figura 1.1 Participação percentual das exportações brasileiras no comércio mundial

**Fonte:** Boletim Funcex de Comércio Exterior, Outubro de 2004

O trabalho do IEDI aponta ainda que “O Brasil têm o que muitos países emergentes não têm: uma forte base exportadora agropecuária e agroindustrial. Isso lhe confere a vantagem de possuir uma pauta de exportação diversificada, o que é importante como proteção das exportações totais, frente às oscilações do comércio exterior”.

Tabela 1.1 – Exportações brasileiras (em US\$ milhões FOB)

<b>Brasil- Total</b>	<b>Jan.-Jun. 2004</b>	<b>Jan.-Jun. 2003</b>	<b>Var. % (2003/04)</b>	<b>Part. % no Total Geral Jan.-Jun. 2004</b>	<b>Part. % no total Geral Jan.-Jun. 2003</b>
<b>Total Geral</b>	<b>43.306</b>	<b>33.002</b>	<b>31,2</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Total Agronegócio (I = II + III)</b>	<b>13.273</b>	<b>49.265</b>	<b>43,3</b>	<b>30,6</b>	<b>28,1</b>
<b>Total Agropecuária (II)</b>	<b>5.520</b>	<b>3.952</b>	<b>39,7</b>	<b>12,7</b>	<b>12,0</b>
<b>Alimentos Industrializados (III)</b>	<b>7.553</b>	<b>5.314</b>	<b>45,9</b>	<b>17,9</b>	<b>16,1</b>
<b>Importações totais</b>	<b>28.257</b>	<b>22.605</b>	<b>24,0</b>		
<b>Saldo comercial</b>	<b>15.049</b>	<b>10.397</b>	<b>44,7</b>		
I – Produtos agropecuários não alimentícios + alimentos in natura + alimentos industrializados; II – Produtos agropecuários não alimentícios + alimentos in natura; III – Alimentos industrializados.					

Fonte: ABIA-SECEX (2004).

A par dos aspectos essencialmente econômicos, destaca-se a relevância do agronegócio no tocante a geração de empregos. Segundo Batalha (2000):

“Estima-se que 18,2 milhões de pessoas estejam empregadas somente na produção agrícola, o que significa 26% da População Economicamente Ativa (PEA). Quando se considera todo o agronegócio brasileiro, a ocupação se expande para algo em torno de 52% da PEA, representando mais de 36 milhões de pessoas empregadas no setor (Ministério da Agricultura 1998)”, (Batalha, 2000, p.1).

Independentemente das críticas que possam ser feitas quanto ao aumento da participação das exportações brasileiras no mercado mundial, com produtos de baixo conteúdo tecnológico ou ainda com produtos de clara tendência de consumo regressivo, compensada ao longo dos anos pela diversificação de mercados, é inegável que ocorre um processo de afirmação internacional do Brasil como um grande exportador. Há grandes perspectivas para o agronegócio brasileiro como um todo e para a agroindústria em particular, especialmente o segmento agroalimentar. Entretanto, essa evolução deve ser sustentada por sucessivos incrementos tecnológicos tanto nas práticas de produção quanto nas de gerenciamento.

Deve-se garantir, com o melhoramento das práticas de produção, o aumento da produtividade e do valor agregado, bem como a mudança do perfil brasileiro de exportador de produtos primários para exportador de produtos manufaturados. Deve-se também garantir com o melhoramento das práticas gerenciais, a redução de custos e o pleno atendimento de pedidos, com o cumprimento de prazos, confiabilidade de entrega e respeito aos quesitos de qualidade e conformidade formulados pelos consumidores.

Tendo em vista a importância econômica e social atual do agronegócio brasileiro, bem como as perspectivas apontadas, considera-se especialmente relevante toda contribuição que se possa dar ao melhoramento da tecnologia de gerenciamento das empresas agroalimentares. Para tanto, propõe-se nesse trabalho caracterizar mais apropriadamente essas empresas e dar forma a uma estrutura de sistema de planejamento que lhes seja mais adequada. Do ponto de vista acadêmico a relevância é caracterizada pela contribuição ao conhecimento em uma área em que a literatura é escassa. A proposição de uma estrutura de sistema de planejamento específica enseja a abertura de novas fronteiras de pesquisa para os modelos de apoio a decisão, considerando parâmetros até então relegados ao segundo plano ou mesmo ignorados.

### **1.3 Objetivos do trabalho**

Toda empresa precisa definir quais produtos vai produzir, quando vai fazê-lo e quanto de cada um será fabricado. Essas decisões orientam cada jornada ou período determinado de trabalho visando obter o retorno econômico esperado, dentro das restrições de capacidade, disponibilidade de matéria-prima, mão-de-obra e capital. Para se tomar essas decisões é necessário: conhecer a demanda prevista de cada produto; ter-se pedidos confirmados; ou ambos. Além disso, esses elementos de decisão assumem diferente relevância, de acordo com o tipo de processamento executado em cada empreendimento. Assim, pode-se subdividir a indústria agroalimentar em dois subconjuntos principais.

O primeiro subconjunto agrega os empreendimentos que se dedicam às primeiras etapas de processamento das matérias-primas agropecuárias, imediatamente após sua obtenção no campo. Isto é, etapas de processamento relacionadas à fragmentação de vegetais ou animais. Esse subconjunto será denominado a seguir indústria agroalimentar de primeira transformação.

O segundo subconjunto agrega os empreendimentos que se dedicam às etapas de composição de produtos a partir das matérias-primas geradas pelas indústrias de fragmentação. Esse subconjunto será doravante denominado indústria agroalimentar de segunda transformação.

Vários são os aspectos que tornam os processos de tomada de decisão mais

complexos nas indústrias agroalimentares de primeira transformação.

O primeiro aspecto a destacar diz respeito ao ciclo de obtenção das matérias-primas agropecuárias. Além das particulares incertezas associadas à sua obtenção, decorrente do clima e do processo natural de evolução, deve-se considerar que a demanda de hoje deve ser atendida por uma matéria-prima gerada ou plantada há alguns meses ou anos atrás e, portanto, limitada. Assim, o fornecimento de produtos estará condicionado não só pela sua demanda, mas, sobretudo, pela disponibilidade da matéria-prima e pelas condições em que ela se encontrar no momento do processamento.

O segundo aspecto a destacar é que, para uma parte significativa das indústrias agroalimentares de primeira transformação, a dificuldade na tomada de decisão é agravada porque no processo de fragmentação para obtenção dos produtos desejados criam-se automaticamente co-produtos para os quais pode não haver demanda prevista, ou vendas confirmadas, pelo menos para o período considerado. Exemplos típicos desse tipo de empresa são os abatedouros.

Os co-produtos não imediatamente desejados, isto é, produtos simultânea e obrigatoriamente obtidos no processo de fragmentação, são então armazenados para possível venda futura. Como os produtos agroalimentares são geralmente perecíveis, esse armazenamento tem limite de tempo máximo a partir do qual precisam ser descartados. Se o armazenamento dos co-produtos agroalimentares não fizer parte de uma estratégia de abastecimento futuro, para o qual se preveja uma demanda do mercado maior que a oferta, acumulará custos de estocagem com o passar do tempo. A cada dia adicional o lucro potencial será progressivamente reduzido em função dos custos de estocagem, até se tornar prejuízo. Assim, estoques na indústria agroalimentar de primeira transformação são indesejáveis, salvo a exceção mencionada.

Como se pode observar, a perecibilidade é um outro aspecto que não pode ser menosprezado. A partir do momento em que um animal é abatido ou o vegetal colhido, a matéria-prima assim obtida é material em decomposição. Isso delimita os tempos de processamento, comercialização e consumo. Essas janelas de tempo devem ser rigidamente observadas, tendo em vista a qualidade dos produtos, o respeito à legislação sanitária, aos custos associados, o respeito ao consumidor, à manutenção dos mercados e mesmo sua ampliação.



Um outro aspecto extremamente relevante para as empresas agroalimentares de primeira transformação é que a comercialização de seus produtos avança progressivamente para diferentes países. As diferentes culturas desses novos mercados consumidores impõem que os produtos apresentem diferentes particularidades em suas propriedades. Quando diferentes produtos desejados têm por origem uma mesma matéria-prima, podem acarretar no processo de planejamento uma dificuldade adicional, a intersecção na demanda da matéria-prima ou a união de demanda. Isto é, no primeiro caso, um produto utiliza elementos da matéria-prima, que são comuns ao outro produto, tornando-os mutuamente exclusivos e impondo a necessidade de matéria-prima adicional. No segundo caso, um produto não impede a obtenção do outro a partir da mesma unidade de matéria-prima. Assim, um aspecto não negligenciável do processo de tomada de decisão é a composição de produtos previstos ou pedidos, em relação à definição da quantidade de matéria-prima necessária. No caso de produtos mutuamente exclusivos, a quantidade de matéria-prima necessária tem que ser maior que no caso de produtos oriundos de processos de união e, por conseqüência, também será maior a quantidade de co-produtos gerados.

Também é necessário considerar peculiaridades da previsão de demanda ou pedidos confirmados, tais como exigências de homogeneidade. A matéria-prima agroindustrial é por excelência heterogênea nas formas e propriedades. Assim, para os empreendimentos em que o processo produtivo não pode promover uma padronização dos produtos sem alterar sua essência, é usual haver pedidos com restrições de origem, tais como lote de criação, raça e/ou idade, no caso de animais, e variedade ou campo de colheita, no caso de vegetais. Visa-se com isso, reduzir a dispersão dessa heterogeneidade. Essas exigências são as mais importantes porque impõem não só excedentes decorrentes de co-produtos não imediatamente desejados, como excedentes dos próprios produtos, quando os lotes de matéria-prima são maiores que os dos pedidos.

Mesmo com as restrições de origem, somente se pode contar com indicadores estatísticos para relacionar a matéria-prima disponível com as especificações dos produtos desejados. Em matéria-prima viva não há processos naturais de intervenção, durante seu desenvolvimento, para enquadramento em especificações rígidas.

Por fim, deve-se destacar a natural sazonalidade de oferta de matéria-prima

associada às safras e entressafras, mesmo nos casos em que progressivamente essa sazonalidade natural venha sendo atenuada com o uso de tecnologia, como nos casos de uso de diferentes variedades para alongar o período de colheita.

Assim, o conjunto de especificidades das indústrias agroalimentares de primeira transformação pode ser sintetizado por:

- limitação no atendimento da demanda, como função da incerteza e limitação na disponibilidade de matéria-prima;
- perecibilidade da matéria-prima e produtos;
- sazonalidade de oferta da matéria-prima;
- ampliação da diversidade de produtos desejados como função da diversidade cultural dos mercados consumidores;
- geração de co-produtos;
- incerteza nas propriedades das matérias-primas.

Admite-se que essas especificidades não estão suficientemente contempladas nos sistemas de planejamento apresentados na literatura, dado que o subconjunto das indústrias agroalimentares não foi adequadamente caracterizado nos sistemas de classificação disponíveis. Propõe-se então como objetivo inicial:

“Desenvolver um sistema de classificação que caracterize os empreendimentos agroalimentares de primeira transformação, incorporando suas peculiaridades e definindo suas implicações na formulação de uma proposta de arquitetura para o sistema de planejamento e controle da produção”.

Arquitetura é definida nesse trabalho, como a forma e a organização hierárquica e temporal com que devem se apresentar às funções necessárias de planejamento e controle da produção.

Além de caracterizar os empreendimentos agroalimentares de primeira transformação admite-se que, para se promover o melhoramento na tecnologia de gerenciamento, é necessário estruturar um sistema de planejamento e controle da produção que incorpore suas peculiaridades em seus processos de tomada de decisão. Assim, o sistema de planejamento e controle da produção de produtos agroalimentares, em indústrias de primeira transformação, deve prover respostas ao seguinte conjunto de questões:

- Quais produtos serão fabricados considerando a diversidade necessária?;

- Quanto de cada produto será produzido considerando as limitações de disponibilidade da matéria-prima?;
- Quanto de cada co-produto será admitido considerando o consumo futuro e os custos de sua manutenção?;
- Por quanto tempo podem-se manter os co-produtos estocados considerando as condições de estocagem e a sua perecibilidade?;
- Quais são as matérias-primas necessárias considerando as exigências de homogeneidade?;
- Quanto de matéria-prima será necessário considerando os processos de união e de intersecção?.

A questão central que, então, se torna o segundo objetivo deste trabalho é:

“Que arquitetura deve apresentar um sistema de planejamento e controle da produção, para tratar o conjunto de variáveis das indústrias agroalimentares de primeira transformação”.

É necessário destacar que, em se tratando de um sistema de informações, há todo um conjunto paralelo de registros e decisões que se valem dos mesmos elementos da base de dados do planejamento e controle da produção e que, na forma de retroalimentação, servem para aperfeiçoá-lo. São exemplos típicos a rastreabilidade, que dá margem a revisões dos processos físicos, e o sistema de custeio, que dá margem a revisões dos processos de gestão. Esses sistemas estão estreitamente relacionados à arquitetura do sistema de planejamento e controle da produção, exigindo uma formulação integrada e coordenada de suas funções. Entretanto, esse conjunto paralelo de registros e decisões não será desenvolvido nesse trabalho, constituindo-se outros ramos de pesquisa a serem explorados.

Por último, é necessário lembrar que as indústrias dedicadas às primeiras transformações têm recebido pouca atenção na literatura, apesar de exercerem um papel fundamental nas cadeias produtivas.

#### 1.4 Notas metodológicas

A proposta de tratar cientificamente a estruturação de um modelo de planejamento e controle da produção que atenda às peculiaridades dos sistemas de produção agroindustrial de primeira transformação impõe a necessidade de descrever, analisar e avaliar os métodos de investigação. Este procedimento visa encontrar, dentre as possibilidades de abordagem metodológica, a melhor maneira de caracterizar, circunscrever e tratar o problema.

De acordo com Vera (1979), se a metodologia não é uma condição suficiente para o êxito de uma pesquisa, ela é, sem dúvida, uma condição necessária. A metodologia científica pressupõe objetivos definidos por Gay & Diehl (1992) nos seguintes termos:

“O objetivo de todo esforço científico é explicar, prever e/ou controlar fenômenos. Este objetivo é baseado na suposição de que todos os comportamentos e eventos são organizados e que eles são conseqüências que têm causas que podem ser encontradas”, (Gay & Diehl, 1992).

De acordo com Campomar (1991), esse esforço é então denominado científico quando “permite que qualquer outro pesquisador reproduza os mesmos resultados obtidos se observar os mesmos cuidados e circunstâncias definidos pelo método especificado na investigação original”.

Para explicar, prever e/ou controlar fenômenos procura-se construir teorias ou modelos ou ainda estabelecer relações que organizem e dêem sentido às observações e legitimem conhecimentos empíricos sobre o mundo real (Campomar, 1991). Segundo Lakatos & Marconi (1995), a ciência *strictu sensu*, decorrência de todo esforço científico, “não se refere a um conhecimento qualquer, mas àquele que, além de apreender ou registrar fatos, demonstra-os pelas suas causas constitutivas ou determinantes”. A forma com que se dá o desenvolvimento deste esforço, isto é, a pesquisa científica é determinada pelo tipo de problema proposto.

Há diferentes formas de agrupar os diversos ramos de estudo e ciências específicas, sobre as quais se aplicam as pesquisas científicas. Uma dessas formas é apresentada em Lakatos & Marconi (1995), conforme a Figura 1.2.

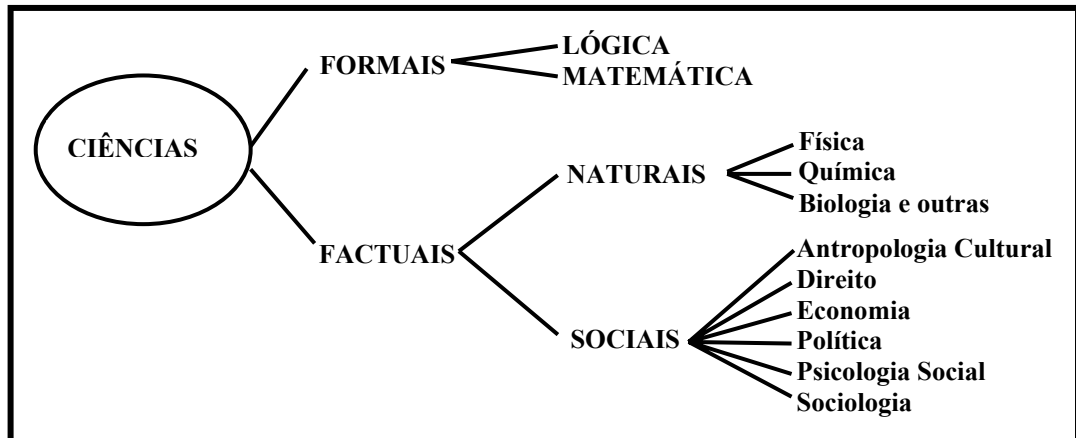


Figura 1.2 Classificação dos ramos de estudo  
 Fonte: Lakatos & Marconi (1995).

Observa-se que, de acordo com essa classificação, as ciências factuais tratam de objetos empíricos, de coisas e de processos. Os enunciados desses objetos referem-se a fenômenos e processos. Os métodos com que se tratam esses objetos necessitam da observação e/ou experimentação e, portanto, necessitam de “fatos” que definam o conteúdo ou significação e do fato experimental para a validação de provas.

Ainda de acordo com estes autores, mesmo assim, não se assegura haver uma única verdade ou que esta seja imutável, podendo haver outros estudos que causem uma melhor aproximação de sua construção conceitual sendo o resultado alcançado apenas temporário.

Apesar das proposições de desdobramento dos grupos de ciências, formuladas por Vera (1979), o que enquadraria os problemas de administração em um subgrupo de ciências interdisciplinares, Lakatos & Marconi (1995) também os reconhecem como parte das ciências factuais. Estes autores indicam que a diferenciação destes para os demais subgrupos seria dada “pelo caráter de seus objetos, pela maneira de considerá-los (ênfase ou perspectiva) e pelos métodos de investigação e de prova”.

A partir de tais considerações, parece bastante apropriado associar a identificação de um problema de administração, isto é um processo de tomada de decisão, com uma ciência factual.

No que diz respeito ao método de investigação e de prova, pode-se pensar a questão do método em três níveis. O primeiro nível, diz respeito à estrutura de abordagem que dá ao trabalho a característica de método científico. O segundo nível

relaciona-se com a lógica de desenvolvimento da análise e o terceiro está ligado ao mecanismo ou ferramental para sua execução.

Para o primeiro nível, nesse caso, Lakatos & Marconi (1995) propõem que a estrutura de abordagem se dê, segundo as seguintes etapas:

- (a) Descoberta do problema: onde se detecta uma lacuna do conhecimento;
- (b) Colocação precisa do problema: onde se procura dar o contorno do problema à luz dos conhecimentos disponíveis sobre o assunto;
- (c) Busca de conhecimentos ou instrumentos: onde se procura conhecer alternativas passíveis de dar um novo tratamento ao problema;
- (d) Inovação: formulação de hipóteses e teorias ou proposição de técnicas que se mostrem adequadas à resolução do problema;
- (e) Obtenção de uma solução;
- (f) Investigação de conseqüências: obtenção de prognósticos ou conseqüências;
- (g) Comprovação: onde se efetua o confronto dos prognósticos ou conseqüências com as teorias ou dados empíricos disponíveis;
- (h) Correção das hipóteses ou teorias.

Ainda segundo esses autores, independentemente do tipo de método que se adote em uma pesquisa, para a consecução dos objetivos propostos, segundo uma forma científica, deve-se seguir as etapas destacadas na Figura 1.3. Esta será também a seqüência lógica assumida neste trabalho.

No que diz respeito à lógica de análise, essa pode ser do tipo indutivo ou dedutivo. A discussão sobre a validade de uma ou outra fogem ao escopo deste trabalho para refugiar-se no âmbito da filosofia. Assim, propõe-se tão somente adotar a que se mostre mais adequada aos objetivos estabelecidos. Dada a forma com que se apresentam na literatura os diferentes tipos de sistemas de informação para planejamento e controle da produção e, a hipótese de que há uma lacuna de conhecimento no que diz respeito aos sistemas de produção que se dedicam ao fracionamento da matéria-prima, particularmente aqueles dedicados ao fracionamento da matéria-prima agropecuária, parece bastante apropriada à adoção do método hipotético-dedutivo.

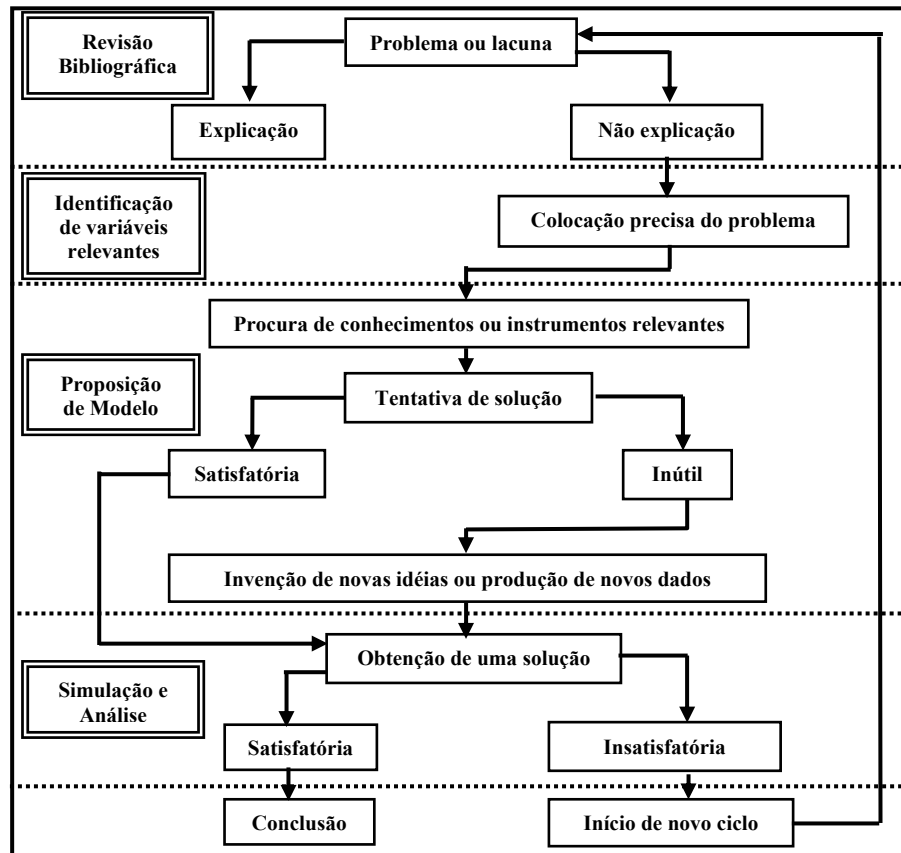


Figura 1.3 Etapas do método científico

Fonte: Adaptado de Lakatos, E. M. et al., (1995).

De acordo com a proposição do método hipotético-dedutivo, a pesquisa seria desenvolvida, neste trabalho, segundo as etapas descritas a seguir.

O Problema: os sistemas vigentes de classificação dos sistemas produtivos que orientam a determinação dos sistemas de informação para planejamento e controle da produção não contemplam de forma precisa os empreendimentos que se dedicam ao fracionamento de matérias-primas (indústrias de primeira transformação). Como decorrência, não há sistemas de informação formais apropriados para esses empreendimentos.

Conjectura: considerando que, se há um modelo de sistema de informação mais adequado para cada diferente tipo de empreendimento classificado, então, é de se supor que seja possível propor um modelo teórico específico para os empreendimentos agroalimentares de primeira transformação, dedicados ao fracionamento da matéria-prima agropecuária.

Falseamento: o cotejamento dos procedimentos executados na realidade com a estrutura teórica proposta poderia possibilitar sua análise e avaliação, corroborando ou não a existência de um modelo mais apropriado para a gestão de empreendimentos agroindustriais de primeira transformação. Dada a dificuldade intrínseca dessa etapa, por envolver a manipulação de informação indisponível e uma avaliação subjetiva, o falseamento será assim substituído por entrevistas fechadas.

Quanto ao terceiro nível, isto é, o mecanismo ou ferramental para execução da análise, os métodos utilizados para a investigação podem ser subdivididos em quantitativos e qualitativos.

Mazzotti & Gewandsznajder (1999) sugerem que “um projeto de pesquisa consiste basicamente em um plano para uma investigação sistemática que busca uma melhor compreensão de um dado problema”. Ainda segundo esses autores, três situações encontradas na literatura podem dar origem a um problema de pesquisa:

- (a) Lacunas no conhecimento existente;
- (b) Inconsistências entre o que uma teoria prevê que aconteça e os resultados de pesquisa ou observações de práticas cotidianas; e
- (c) Inconsistências entre resultados de diferentes pesquisas ou entre estes e o que se observou na prática.

A forma com que são definidos os sistemas de produção e os de informação e decisão, bem como, em alguns casos, a inadequação de uns aos outros sugere que há significativas lacunas de conhecimento a serem preenchidas. Segundo Mazzotti & Gewandsznajder (1999), “essas lacunas geralmente se referem à compreensão de processos que ocorrem em uma dada instituição, grupo ou comunidade”. Assim, além da bibliografia sobre o tema, “o contato com o campo na fase inicial do planejamento é de suma importância”, ajudando na compreensão, avaliação e focalização mais apropriada do objeto de trabalho.

Ainda segundo esses autores, as pesquisas que se propõem a preencher lacunas no conhecimento podem ser de dois tipos: exploratórias ou descritivas.

Denomina-se pesquisa exploratória o trabalho que detalha um problema para precisá-lo, estabelecendo hipóteses, conceitos a eles associados ou direcionamento para aprofundamento do conhecimento.



Uma pesquisa é dita descritiva quando o trabalho se relaciona ao comportamento de características dos problemas ou ainda de situações decorrentes.

Em ambos os casos, em sendo possível obter inferências sobre o objeto de análise e estabelecer relações de causa e efeito sobre especificidades do problema, pode-se denominar o trabalho de uma pesquisa causal.

Tem-se então um problema de pesquisa, baseado nas lacunas de conhecimento associadas aos empreendimentos agroalimentares de primeira transformação. Trata-se assim, de uma pesquisa qualitativa, dado o caráter subjetivo das proposições. O método adotado será do tipo hipotético-dedutivo, em que se busca estabelecer relações de causa e efeito. Para tanto, será aplicada, como ferramental, a pesquisa descritiva.

### **1.5 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho é composto por oito capítulos. Neste primeiro, procurou-se estabelecer o contexto em que se pretende desenvolver o trabalho, os objetivos a serem alcançados e sua importância, bem como, após uma análise metodológica, o processo de desenvolvimento da pesquisa.

Tendo em vista que um dos objetivos propostos é a formulação de uma arquitetura para sistema de Planejamento e Controle da Produção, são revistas, no capítulo dois, as diferentes possibilidades de estruturação das funções de planejamento e controle, bem como as diferentes formas com que podem ser executadas. Procura-se também, nesse capítulo, identificar os ambientes e condições em que cada diferente possibilidade seja mais adequada.

Considerando a hipótese de que as diferentes estruturações para as funções de planejamento e controle da produção possam ser apontadas por sistemas de classificação procura-se, no capítulo três, resgatar na literatura as diferentes formas com que esses sistemas se apresentam e as variáveis que cada um deles admite como relevantes. Na análise desses sistemas de classificação, visa-se mostrar que eles não são suficientes para apontar sistemas que atendam às exigências dos sistemas de produção agroindustriais.

No capítulo quatro, é desenvolvida uma descrição da cadeia da carne, destacando tanto sua importância do ponto de vista econômico, quanto sua

representatividade em relação ao objeto de análise, isto é, a indústria de primeira transformação agroalimentar. No desenvolvimento desse capítulo são particularmente observados os aspectos à jusante e a montante dessa cadeia, que condicionam os processos de tomada de decisão nos sistemas de Planejamento e Controle da Produção dentro dos frigoríficos abatedouros.

A partir da verificação de que os sistemas de classificação disponíveis não são suficientemente abrangentes para caracterizar os sistemas de produção agroindustriais, e assim indicar sistemas de Planejamento e Controle da Produção que lhes sejam mais adequados, propõe-se, no quinto capítulo, um novo sistema de classificação. O primeiro aspecto a diferenciar essa proposição é que o sistema de classificação desenvolvido não considera os empreendimentos como sendo unidades de processo único. Considera-se que em um mesmo empreendimento podem coexistir processos de produção distintos, cujas peculiaridades ensejam a necessidade de sistemas específicos de planejamento e controle da produção. Cada um desses subsistemas de produção integra-se aos demais como empresas fornecedoras ou clientes. Assim, classificam-se os processos e não as empresas. Uma segunda diferenciação notável é o uso de variáveis que caracterizam, em cada processo, os sistemas de produção que trabalham com matérias-primas minerais ou vivas. Essa particularidade, entre outras, permite distinguir os processos de produção agroindustriais dos demais tipos de processos de produção. Destaca-se por fim, a inclusão da variável “estratégia de produção”, como elemento diferenciador dos sistemas de Planejamento e Controle da Produção, indicados em cada caso.

Admitindo-se que o sistema de classificação desenvolvido aponta para as exigências específicas dos processos de produção agroindustriais, propõe-se, no capítulo seis, uma arquitetura apropriada para as funções de Planejamento e Controle da Produção nesses empreendimentos. Essa proposição visa contemplar tais peculiaridades nos processos de fracionamento da matéria-prima, encontrados em empresas agroalimentares. Destacam-se, entre essas empresas, os abatedouros e moageiras.

No capítulo sete, são verificadas as consistências das proposições formuladas tanto em relação ao sistema de classificação, quanto em relação a uma arquitetura para o planejamento e controle da produção, específica para a indústria de primeira transformação agroindustrial.

Finalmente, no capítulo oito, são abordadas as contribuições oferecidas, destacadas as lacunas ainda existentes e delineados os possíveis futuros desenvolvimentos.

## Capítulo 2. Sistemas de Produção e as Funções de Gestão de Operações

### 2.1 Introdução

Um processo industrial é um conjunto de decisões e ações que visa transformar recursos naturais em produtos com algum valor de uso para um consumidor ou mercado. Essas ações, denominadas operações, são determinadas em função do uso ou finalidade do produto e encadeadas, conforme a Figura 2.1, no que será aqui denominado um processo industrial de produção. Cada diferente tipo de produto ou família de produtos é assim obtido por um processo industrial de produção específico ou cadeia de produção.

Os processos industriais são constituídos em substituição aos processos artesanais de produção para lhes conferir melhor desempenho ou para agrupar recursos que seriam inviáveis artesanalmente.

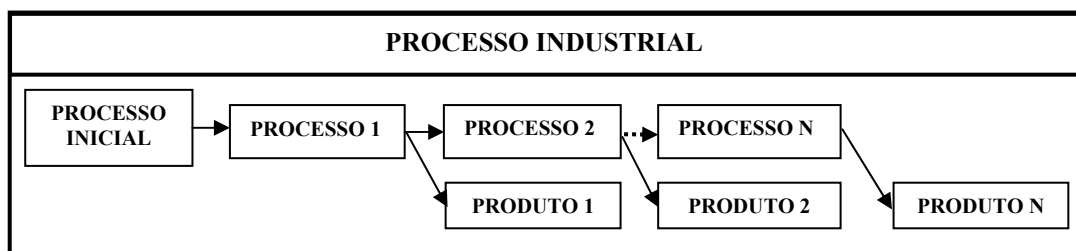


Figura 2.1 Estrutura de um sistema de processamento industrial

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os processos industriais buscam promover um diferencial entre o custo de fabricação e o valor de uso, de tal forma que seja gerado um lucro capaz de tornar atrativo o investimento necessário a essa estruturação. Para que esse diferencial seja significativo concorrem: a escala de produção e/ou a tecnologia embarcada no produto.

A escala de produção permite fracionar os custos fixos de obtenção dos produtos entre um grande número de unidades produzidas, reduzindo assim o custo total de cada unidade.

A tecnologia embarcada permite reduzir os custos variáveis e/ou aumentar o valor de uso. A tecnologia embarcada pode ser entendida como um conjunto de conhecimentos específicos e um conjunto de recursos físicos apropriados, utilizados no produto e/ou em sua obtenção. O conjunto de conhecimentos específicos comporta a

definição do(s) produto(s), a definição do(s) processo(s) necessário(s) para gerá-lo(s) e o sistema de informações e decisões necessárias para administrar as ações de obtenção e fornecimento do(s) produto(s) assim fabricado(s), bem como o estabelecimento dos parâmetros de desempenho e avaliação na execução dessas ações. O conjunto de recursos físicos comporta os materiais, equipamentos, ferramentas, dispositivos, instalações e mão-de-obra necessária à execução das ações.

Um empreendimento industrial pode abarcar todo o processo industrial de fabricação de um produto, desde a obtenção da matéria-prima junto à natureza, ou uma parcela conveniente desse processo. A determinação dessa parcela conveniente é ditada pelas estratégias: comercial; de produção e; econômica. Elas, por sua vez, são determinadas pelo ambiente institucional e concorrencial, as relações com os fornecedores e consumidores, sua capacidade tecnológica, bem como sua capacidade gerencial e financeira. Assim, caso seja interessante atuar em apenas uma parcela do processo industrial, a delimitação a montante do processo será determinada pela existência de um mercado fornecedor que execute as operações iniciais de geração das matérias-primas necessárias sob as condições requeridas de qualidade, tempo, confiabilidade, quantidade e preço. A jusante, o processo será delimitado pela existência de um mercado consumidor compatível com o retorno econômico esperado. A estratégia adotada é, assim, determinante no estabelecimento da posição que o empreendimento ocupará no processo industrial, definindo os limites de sua atuação (Batalha, 1993).

Quando um processo industrial é constituído por diferentes empreendimentos, necessariamente surgem conflitos de interesse entre eles porque todos concorrem por uma parcela da diferença obtida entre o custo total e o valor final de uso do produto. Entretanto, este conflito pode ser administrado de forma positiva promovendo-se maior participação do produto final no mercado, divisão adequada dos ganhos entre os empreendimentos e integração das interfaces de relacionamento, além da óbvia redução de custo em cada etapa do processo. Inversamente, esse conflito pode também ser administrado de forma negativa, focando-se os objetivos exclusivos de cada empreendimento, o que acirra os conflitos potenciais.

O processo industrial de fabricação ou cadeia de um dado produto ou família destes é dito coordenado quando consegue operar todas as suas etapas, da obtenção da matéria-prima ao consumo final, sem sofrer as discontinuidades decorrentes dos

conflitos ou dificuldades originadas de sua fragmentação em empreendimentos distintos. Inversamente pode-se considerar uma cadeia como não coordenada quando os diferentes empreendimentos que a constituem operam sem foco comum. A Figura 2.2 apresenta um exemplo de cadeias.

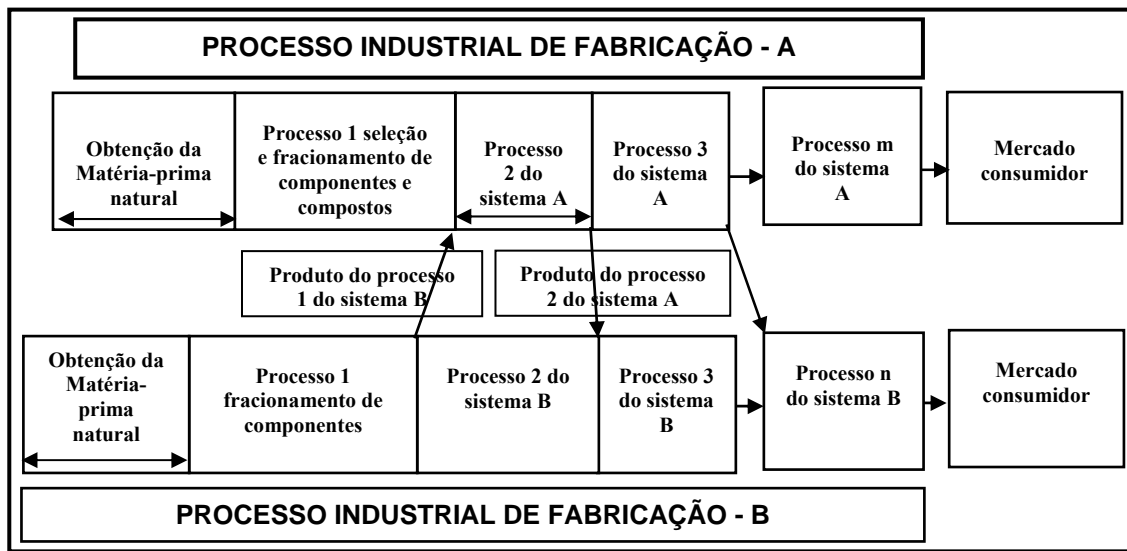


Figura 2.2 Configurações de processos industriais com diferentes segmentações e interpenetração de produtos

Fonte: Elaborada pelo autor.

A literatura registra, ao longo da história, significativas alterações na estruturação das cadeias produtivas. Em períodos mais recentes, o grau de exigências determinado pelas instituições na forma de normas e leis, pelos consumidores na forma de novos códigos sociais de comportamento e consumo, e pela concorrência na forma de inovações tecnológicas, vêm progressivamente impondo, aos empreendimentos industriais, maior capital investido na tecnologia embarcada. Isto pode ser traduzido como maiores exigências de qualidade, maior diversidade de opções de produtos, menores preços, maior rapidez e confiabilidade de entregas (Sipper & Bulfin, 1997).

Uma das possíveis estratégias industriais cada vez mais utilizada para enfrentar essas exigências consiste em reduzir o conjunto de operações desenvolvidas em cada empreendimento. Reduz-se assim a parcela do processo industrial executada em cada empreendimento, limitando-a ao processo sobre o qual a empresa detém maior domínio (Skinner, 1969); (Bolwijn & Brinkman, 1987); (Gousty & Kieffer, 1988); (Porter et al., 1999). Cria-se, dessa forma, maior fragmentação no processo industrial, com novos empreendimentos ocupando os espaços intermediários deixados por empreendimentos

focados, conforme mostrado na Figura 2.3. Os produtos acabados de um empreendimento intermediário podem então ser produtos para os usuários finais ou componentes para os empreendimentos subseqüentes nas cadeias das quais eles façam parte.

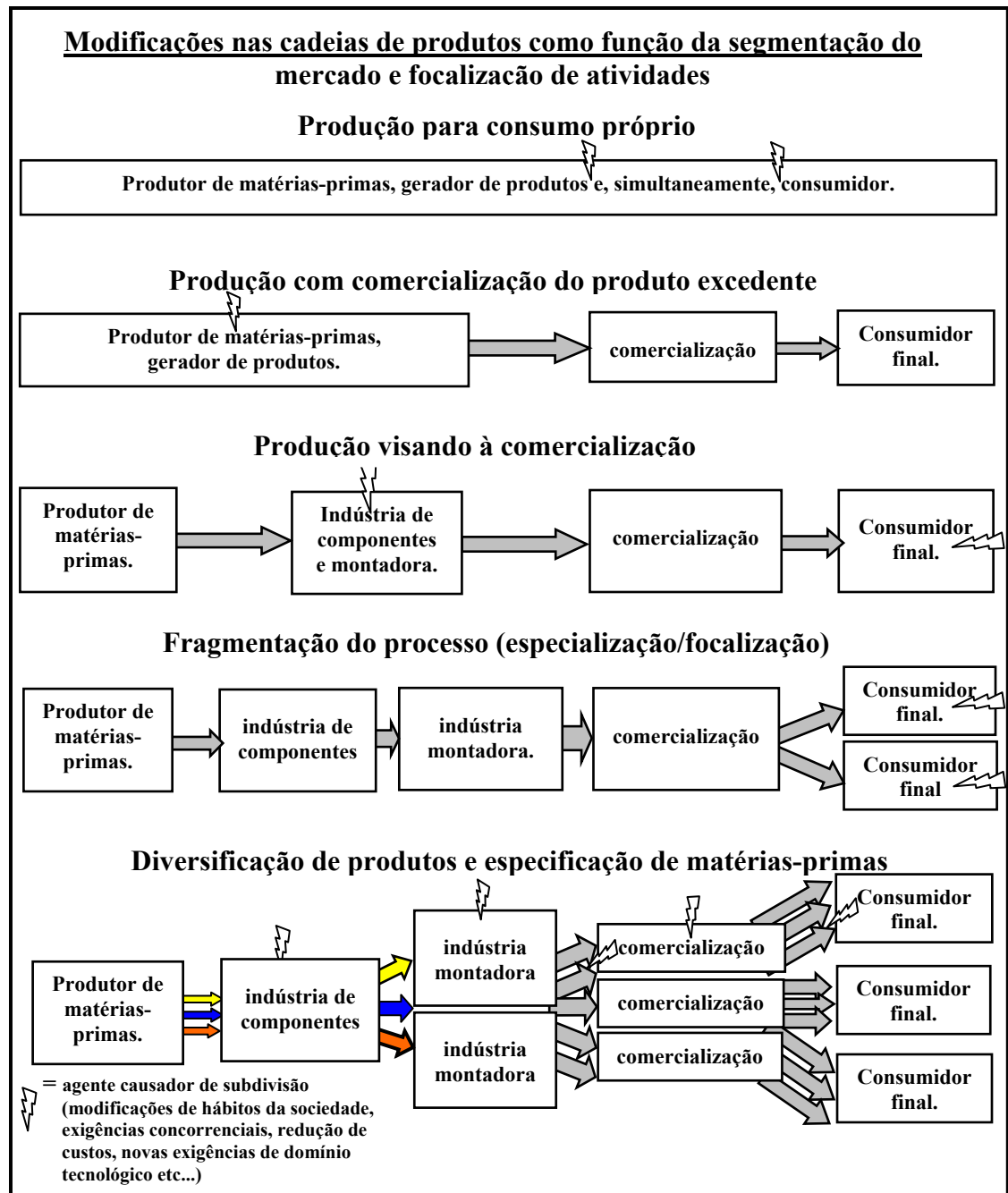


Figura 2.3 Subdivisão de empreendimentos e diversificação de produtos

Fonte: Elaborada pelo autor.

A diversificação de produtos, um dos itens do paradigma de Sipper & Bulfin (1997) para os empreendimentos industriais, supõe a possível utilização do mesmo

conjunto básico de tecnologia embarcada, com a aplicação das mesmas operações disponíveis segundo uma diferente combinação ou, ainda, a execução de operações semelhantes explorando a flexibilidade dos equipamentos e operadores.

A combinação de operações executada em cada empreendimento industrial é composta a partir das seguintes possíveis alternativas:

- (i) -operação de obtenção/geração de matéria-prima;
- (ii) -operação de aquisição de matéria-prima e/ou componentes e/ou insumos;
- (iii) -operação de seleção;
- (iv) -operação de separação de partes e/ou compostos;
- (v) -operação de transformação física:
  - Mudança de forma;
  - Mudança de dimensão;
  - Mudança de propriedades físicas.
- (vi) -operação de transformação físico-química:
  - atenuação ou eliminação de propriedades físico-químicas;
  - incorporação ou acentuação de propriedades físico-químicas.
- (vii) -operação de fracionamento;
- (viii) -operação de montagem;
- (ix) -operação de transporte;
- (x) -operação de estocagem;
- (xi) -operação de acondicionamento;
- (xii) -operação de venda;
- (xiii) -operação de instalação;
- (xiv) -operação de acompanhamento ou pós - venda.

A progressiva focalização associada à diversificação de produtos permite e, de certa forma, acaba por obrigar a dinamização das formas de combinação das operações dentro dos empreendimentos industriais, no que passou a ser denominado de flexibilização da produção. Essas mudanças também exigem o estabelecimento de novas formas de relações de cada empreendimento a montante e a jusante em uma dada cadeia de forma a adequar a velocidade de obtenção e preços exigidos pelo mercado às



pequenas quantidades de fabricação, decorrentes da maior variedade de opções dos produtos.

A criação de um novo empreendimento industrial, a manutenção de seu desempenho ou a sua melhoria, depende de sua capacidade de se adaptar a essas condições dinâmicas. O estabelecimento dessa capacidade é função do uso combinado e eficaz de seus recursos físicos (equipamentos, materiais, ferramentas, dispositivos e instalações), recursos de gestão (sistemas de informações e mecanismos de decisão) e recursos humanos (MacCarthy & Fernandes, 2000).

Essa combinação de uso dos recursos é estabelecida no que usualmente é denominado de Planejamento e Controle da Produção. Assim, torna-se conveniente explorar as funções e configurações com que estas atividades podem se apresentar.

## **2.2 Planejamento e controle da produção**

A origem da distinção entre a execução das atividades de fabricação propriamente ditas e o estabelecimento das decisões e instruções sobre o que produzir, quanto, como, com o que, onde, quem e quando, remonta ao início do século passado, quando por volta de 1910, introduziram-se, nos sistemas de produção, práticas de divisão do trabalho associadas a uma organização hierarquicamente estruturada. Convencionou-se denominar essas práticas como organização científica do trabalho e Taylorismo ao conjunto de princípios que lhes davam sustentação. Esse nome consolidou-se, como decorrência dos trabalhos de pesquisa e divulgação desenvolvidos por Frederick Taylor. De acordo com Proth (1992), do Taylorismo a história guardou os seguintes princípios:

- os quadros administrativos especificam as técnicas de execução dos trabalhos;
- os trabalhadores devem ser formados nas tarefas específicas que eles irão executar;
- os trabalhadores seguem, em seu trabalho, as especificações fornecidas pelos quadros administrativos.

Ainda que diferentes formas organizacionais tenham introduzido, ao longo do século passado, novos modos de relacionamento e partição de responsabilidades,

mantêm-se necessárias as atividades de tomada de decisão e coordenação das diferentes atividades desenvolvidas em qualquer empreendimento, envolvendo:

- relações comerciais com o mercado;
- atividades físicas e;
- atividades econômicas.

Esse conjunto mais amplo de tomada de decisão e coordenação denomina-se gestão empresarial ou administração de operações. De modo análogo, o conjunto de decisões e ações associadas à coordenação das atividades físicas que proporcionam o fluxo de materiais em um empreendimento é denominado Planejamento e Controle da Produção.

De acordo com Boyer et al. (1986), o planejamento pode ser definido tanto do ponto de vista de seu conteúdo quanto de sua finalidade. Segundo estes autores, do ponto de vista do conteúdo, planejar é tornar endógenos em médio e longo prazo os fatores exógenos que intervêm no desenvolvimento do empreendimento, com o fim de controlá-lo. Do ponto de vista de sua finalidade, planejar é estruturar as atividades tendo em vista alcançar objetivos futuros predeterminados, com resultados previamente estudados. Para que seja possível planejar a produção é necessário gerir os fluxos de materiais e os fluxos de informações que se relacionam conforme os objetivos prioritários, definidos pela direção do empreendimento em sua estratégia industrial (Courtois et al., 1989). Concorrem na gestão dos fluxos de informações e materiais, os recursos mobilizados que podem ser de quatro tipos:

- homens (operadores que intervêm diretamente no processo de transformação, contribuindo de uma maneira ou de outra para sua boa execução);
- materiais (matérias-primas, componentes);
- equipamentos (edifícios, máquinas e ferramentas);
- informações técnicas e procedurais (processos, projetos, normas, regras...) ou ainda relativas ao estado de utilização do sistema produtivo e dos demais recursos (o que permite estabelecer como devem ser executadas as atividades e reagir às perturbações observadas).

Os sistemas de administração de operações e de planejamento e controle são constituídos de acordo com as necessidades e possibilidades de cada empreendimento.

Entretanto, suas funções são comuns a quaisquer empreendimentos e podem ser agrupadas para efeito de estudo.

De acordo com Hopp & Spearman (1996) a estrutura básica, sob a qual se distinguem estes grupos e suas abrangências, pode ser definida como apresentado na Figura 2.4.

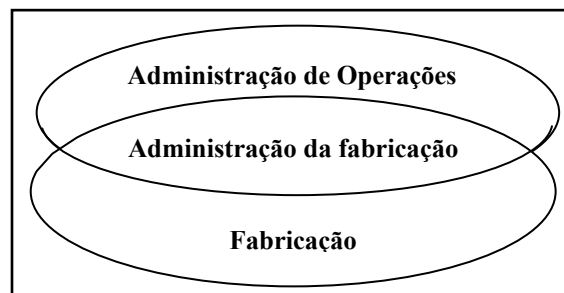


Figura 2.4 Administração de operações e fabricação

Fonte: Hopp & Spearman (1996).

O conjunto mais amplo, denominado administração de operações, inclui entre outras funções, o projeto do produto, o desenvolvimento do processo, o projeto da fábrica, o controle de qualidade, o planejamento estratégico, a organização da força de trabalho, a administração da cadeia de suprimentos e a própria administração da fabricação.

O conjunto intermediário, denominado administração da fabricação, constitui-se então pelo conjunto de funções de planejamento e controle da produção que decide e aciona as atividades de fabricação visando atender os parâmetros de desempenho, estabelecidos na administração de operações.

Estas funções podem ser identificadas como:

- previsão de demanda;
- planejamento agregado;
- programação mestra;
- planejamento de capacidade; planejamento do processo;
- planejamento de materiais; administração de estoques;
- emissão de ordens;
- programação e controle da produção.

Cada uma de tais funções será posteriormente detalhada.

### **2.3 Elementos de um sistema de planejamento e controle da produção**

O sistema de planejamento e controle da produção em um empreendimento é formado por um conjunto de atividades que exigem a definição de uma estrutura que delimite. Exigem também, a definição de um sistema de informações que interligue as funções, proporcione sua atualização, e dê dinamismo e eficácia ao processo produtivo. Necessita, por fim, do desenvolvimento de um sistema de tomada de decisões que o torne coerente e otimize o uso dos recursos produtivos.

A estrutura é definida considerando o conjunto de recursos disponíveis no empreendimento, as ações que executa, bem como a forma com que agrega os recursos às ações. Ela compõe-se de duas dimensões. A primeira dimensão é sua amplitude, que pode integrar mais ou menos funções paralelas tais como, por exemplo, aquisição e movimentação interna de materiais. A segunda dimensão é sua profundidade, determinada pelo grau de funções seqüenciais que comporta, podendo ir, por exemplo, da previsão de demanda ao processo de distribuição de produtos aos clientes.

O sistema de informações presta-se a obter, organizar, registrar, agrupar, separar, ordenar, classificar, gerar e selecionar dados, transformando-os em informações úteis aos processos de tomada de decisão e ação, avaliações de desempenho e diferentes tipos de identificação. Assim, o sistema de informações também estabelece os fluxos que interligam as funções na estrutura do sistema de planejamento e controle da produção.

O sistema de decisões é o conjunto de regras, normas, modelos e/ou procedimentos, empíricos ou não, que dá origem às ações de planejamento, controle, produção e outras, dependendo dos graus de amplitude e profundidade definidos na estrutura.

Para integrar os sistemas de decisão e de informações também é necessário definir como são agregados os recursos às ações.

A estrutura, que integra os sistemas de decisões e de informações aos recursos e ações pode constituir-se basicamente de duas formas que serão aqui denominadas por hierárquica e convencional.

## 2.4 Estrutura do planejamento da produção por níveis hierárquicos

Para melhor estudar e estruturar os empreendimentos, Anthony, R. N. (1965) introduziu o conceito de planejamento hierárquico da produção. Segundo McKay et al. (1995), este conceito:

“...[]...é um instrumento prático, que se presta a determinar um sistema de planejamento realístico e específico para a organização, determinando um procedimento de planejamento que se ajusta à estrutura organizacional”, (McKay et al., 1995, p. 386).

O planejamento hierárquico é baseado no princípio generalizado de partição do problema global em pequenos subproblemas e componentes administráveis (Bitran & Hax, 1977), (Soman et al., 2003).

Considerando o problema de se determinar o número adequado de níveis a serem considerados, Gershwin (1989), propôs uma hierarquia em função da frequência de ocorrência dos diferentes tipos de eventos, conforme exemplo do Quadro 2.1.

Quadro 2.1 Atividades e eventos dinâmicos típicos e suas frequências

ATIVIDADES E EVENTOS	FREQUÊNCIA	NÍVEL
<b>Operação (produção)</b>	<b>Alta</b>	<b>Baixo</b>
<b>Chegada de pedidos</b>	<b>Alta</b>	
<b>Preparação de equipamentos</b>	<b>Alta</b>	
<b>Limpeza de equipamentos</b>	<b>Alta</b>	
<b>Transporte e armazenamento de produtos</b>	<b>Alta</b>	
<b>Sequenciamento da produção</b>	<b>Alta</b>	
<b>Manutenção e paradas de máquina</b>	<b>Alta, média.</b>	<b>Médio</b>
<b>Aceite de pedidos e determinação de prazos</b>	<b>Alta, media.</b>	
<b>Alocação de mão-de-obra</b>	<b>Alta, media, baixa.</b>	
<b>Mudanças de prazos</b>	<b>Média</b>	
<b>Determinação de tamanho de lotes</b>	<b>Média</b>	
<b>Chegada de pedidos urgentes</b>	<b>Média, baixa.</b>	
<b>Determinação de ciclo de produção</b>	<b>Média baixa</b>	<b>Alto</b>
<b>Mudanças de previsão</b>	<b>Baixa</b>	
<b>Mudanças de mercado</b>	<b>Baixa</b>	
<b>Adição redução de capacidade</b>	<b>Muito baixa</b>	
<b>Determinação MTO-MTS</b>	<b>Muito baixa</b>	
<b>Agrupamento de itens em famílias</b>	<b>Muito baixa</b>	

Fonte: Soman, C. A. et al., (2003).

Essa estrutura é baseada na definição de que eventos tendem a ocorrer em um espectro discreto, o qual permite definir os níveis hierárquicos aconselháveis. Os níveis da hierarquia correspondem a classes de eventos que têm distintas frequências de ocorrências. As atividades mais frequentes são as atividades de menor nível e aquelas menos frequentes são as de mais alto nível.

Com base nessa avaliação, esse autor concluiu que a frequência de ocorrência dos eventos permite determinar três níveis hierárquicos para os processos decisórios, os quais estão associados a preocupações de longo, médio e curto prazo. Essa divisão em níveis, em um sistema hierarquicamente integrado de planejamento da produção, já havia sido empiricamente proposta por Taylor et. al. (1981), baseada em trabalhos anteriores de Hax (1976) e Anthony (1965). No trabalho de Taylor et al. (1981), destacam-se as questões decisórias centrais em cada nível, conforme Quadro 2.2.

Quadro 2.2 Comparação de níveis em um sistema integrado hierarquicamente

	<b>Planos de Necessidade de recursos</b>	<b>Planos de produção</b>	<b>Programas de produção</b>
<b>Classificação</b>	<u>Estratégico</u>	<u>Tático</u>	<u>Operacional</u>
<b>Saídas</b>	Plano de aquisição de recursos	Plano de utilização dos recursos	Programa de execução
<b>Horizonte de tempo</b>	longo	intermediário	Curto
<b>Detalhe</b>	Altamente agregado	Moderadamente agregado	Detalhado
<b>Grau de incerteza</b>	Alto	Médio	Baixo

Fonte: Taylor, S. G., et al. (1981).

Não há um consenso sobre o que se considera como longo prazo, sendo que alguns autores, como Proth (1992), mencionam de 1 a 5 anos e outros autores, como Blondel (2002), mencionam de 12 a 18 meses. Uma provável explicação para a discrepância entre essas recomendações está associada aos possíveis, e diferentes, ciclos de obtenção dos produtos e a capacidade de previsão, tomados como referencia para a recomendação. Assim, quando se tratam de produtos de consumo o horizonte de 12 a 18 meses parece ser suficiente, quando se tratam de bens de capital, que exigem investimentos e recursos mais significativos, um horizonte de 1 a 5 anos é mais adequado. Para os produtos que admitem um menor horizonte de longo prazo, porém com demanda sazonal, o horizonte nunca pode ser um período inferior ao ciclo da sazonalidade. Os horizontes de médio e curto prazo são então tratados de forma proporcional ao que se estabelece como longo prazo, observando-se que o horizonte de

curto prazo também não seja menor que o tempo de distribuição dos produtos mais o seu tempo de reposição.

Os modelos de estrutura de planejamento e controle são ditos hierárquicos quando subordinam de forma integrada as decisões de uma função às decisões anteriores de outra função que a antecede imediatamente no tempo e seqüência. É necessário destacar que a característica hierárquica do sistema de decisões em planejamento e controle é determinada também pelo grau de integração de seus diferentes níveis de decisão.

Zijm (2000) distingue os sistemas de planejamento hierárquicos, como aqueles em que se define primeiro, para quais tipos de produtos ou famílias a capacidade de produção tem que ser reservada para somente depois decidir quais produtos fabricar e processos a utilizar. Isto é, sistemas orientados para a capacidade, como nos casos de indústrias com produção em fluxo contínuo ou por lotes em linha, em que a complexidade dos materiais e produtos é freqüentemente menor que na manufatura discreta com fluxo emaranhado. McKay et al. (1995) observam que os sistemas hierárquicos mantêm a lógica básica estabelecida no quarto princípio de Frederick Taylor da administração científica, relativo à divisão de tarefas por especialidades, onde a eficiência e a produtividade exigem sistemas proativos. Isto é, sistemas em que todas as possíveis ocorrências estão prévia e rigidamente determinadas e circunscritas. Entretanto, esses mesmos autores propõem que, à luz das exigências do mercado em relação à flexibilidade, complexidade produtiva e incertezas assim geradas, os processos de decisão sejam constituídos por estruturas híbridas, combinando tecnologia e intervenção humana. Isso, evidentemente, dá um caráter menos rígido a definição anterior de sistema hierárquico.

As disfunções detectadas no planejamento e controle dos empreendimentos são então decorrências da definição inadequada da sua estrutura, o estabelecimento de um sistema de informações incompatível com ela, a definição de um sistema de decisões não integrado ou uma combinação destes elementos (Shobrys & White, 2000).

## 2.5 Estrutura para planejamento hierárquico e para planejamento convencional

De acordo com Taylor et al. (1981):

“...[]...a integração hierárquica é provida em uma estrutura, pelas relações entre os planos de necessidades de longo prazo, os planos de produção de médio prazo e os módulos de planejamento, programação e controle de curto prazo.” (Taylor et al., 1981, p.17).

A partir dessas considerações, esses autores propõem a estrutura apresentada na Figura 2.5. Em seu trabalho, Zijm<sup>(2000)</sup> sugere que as estruturas convencionais, subordinando o planejamento da capacidade e de materiais aos planos de produção de médio prazo (programa mestre de produção), não permitem uma adequação das cargas à capacidade real inviabilizando assim a hierarquia da estrutura. Em sua proposição, esse autor sugere que em lugar do plano de produção de médio prazo (programa mestre de produção) conter produtos, ele contenha famílias de produtos a serem fabricadas e, a partir dele, seja elaborado o planejamento de “*jobs*” nos grupos de recursos.

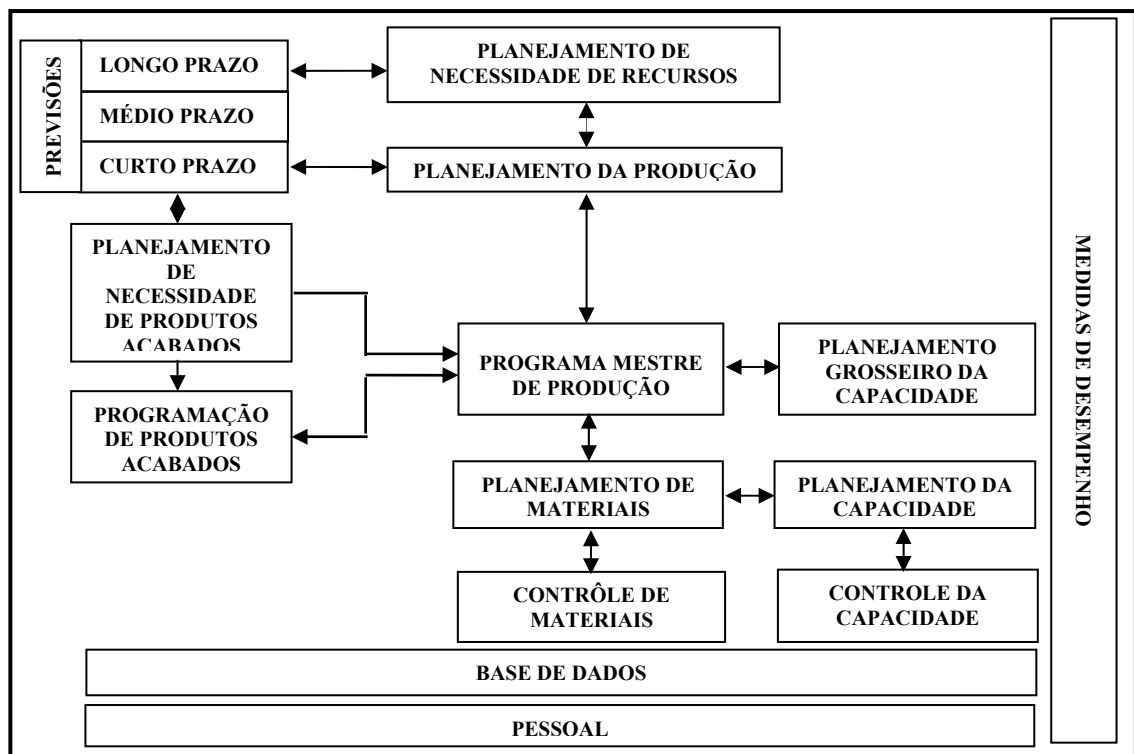


Figura 2.5 Estrutura convencional para planejamento e controle da produção

Fonte: Taylor, G.; et al., (1981).



Na definição desse autor, *jobs* são as entidades operacionais (lotes) a serem controladas no piso da fábrica, começando com sua liberação e terminando com sua conclusão formal nos registros. A análise de carga efetuada simultaneamente para os vários grupos de recursos visa balancear a capacidade requerida e a disponível, em cada grupo. Nessa atividade são considerados apenas os roteiros de fabricação, comuns em cada família, bem como suas restrições. O planejamento mais detalhado é baseado ou nas datas de entrega dos pedidos dos clientes ou nos tempos de reposição dos estoques que, por sua vez, definem a liberação interna e os prazos para os lotes de produção em separado.

Em outras palavras, os tamanhos dos lotes de cada produto são então definidos segundo as capacidades dos grupos de recursos que são utilizados. Essa definição sugere então que, para cada grupo de recursos, podem-se ter tamanhos de lotes diferentes de um mesmo item, de acordo com o melhor balanceamento de carga do grupo naquele período.

A sutil, mas significativa diferença entre as proposições de Taylor et al. (1981) e a de Zijm (2000) é que, para este último, deve existir paralelismo nas atividades de planejamento de materiais e de definição do processo, de modo a executar o planejamento de tarefas e carregamento dos grupos de recursos de forma balanceada.

De acordo com a proposição de planejamento hierárquico, a estrutura para planejamento teria então a configuração apresentada na Figura 2.6.

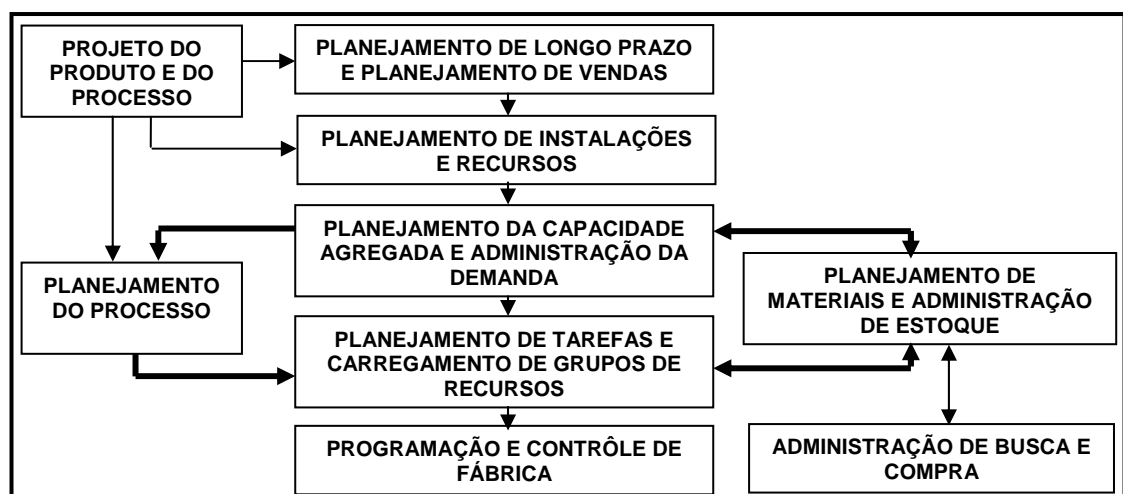


Figura 2.6 Estrutura hierárquica para planejamento e controle da fabricação  
Fonte: Zijm, W.H.M., (2000).

Em síntese, pode-se considerar que há duas concepções de estruturas de planejamento. Uma em que se preserva a divisão das funções, como decorrência natural da execução seqüencial das atividades de planejamento no tempo, mas onde as funções mantêm seu caráter de independência decisória, e outra, em que as funções são ditas hierárquicas porque, além do aspecto seqüencial, são integradas e delimitadas pelos processos de decisão que as antecedem.

As duas diferentes estruturas, que nesse trabalho serão respectiva e simplesmente denominadas como convencional e hierárquica, dão suporte as funções que se realizam nos três níveis de planejamento, isto é, longo, médio e curto prazo.

As funções serão, em seguida, descritas e diferenciadas de acordo com as possíveis alternativas de execução. Também serão associadas às estruturas hierárquica ou convencional, quando isso implicar diferenças relevantes.

## **2.6 Previsão de demanda e plano de aquisição de recursos**

No projeto do sistema de Planejamento e Controle da Produção de cada empresa, as necessidades podem variar significativamente (Taylor et al., 1981). Entretanto, para todas elas, a previsão de demanda é fundamental para fornecer uma base de desenvolvimento dos planos de longo, médio e curto prazo. A previsão de demanda permite desenvolver planos dos pontos de vista das instalações, mão-de-obra, matérias-primas e outras informações necessárias, considerando que alguns empreendimentos são mais fortemente afetados por um ou outro desses elementos.

As demandas de diferentes recursos pelos empreendimentos estão diretamente relacionadas à etapa do processo industrial a que eles se dedicam. Assim, empreendimentos que executam atividades relacionadas às primeiras etapas de transformação, associadas à preparação das matérias-primas, são intensos consumidores de energia. No outro extremo da cadeia, empreendimentos dedicados a atividades de montagem de produtos finais, com composição de funções, são extremamente intensivos em mão-de-obra.

Em qualquer empreendimento, formal ou informalmente, algum tipo de previsão de demanda sempre é realizado, seja para o estabelecimento das necessidades de matérias-primas, dimensionamento da mão-de-obra, dimensionamento da capacidade

e/ou determinação da energia necessária, que dependem dessa previsão. Ainda de acordo com Taylor et al. (1981) as previsões de demanda de longo prazo deveriam cobrir um período maior que o tempo necessário para adquirir os recursos sob análise, tendo em vista as peculiaridades de obtenção em cada caso.

Quando se aborda a questão da previsão de demanda é necessário verificar os possíveis efeitos da sazonalidade da demanda dos produtos e a compatibilidade das necessidades de produção com a capacidade de processamento. Nesse equacionamento, deve-se preservar, sempre que possível, a suavização da carga de trabalho na planta. Isto é, a manutenção de uma carga constante e compatível com a capacidade prevista ao longo de um dado horizonte.

Dentro de um mesmo empreendimento, a previsão de demanda é uma atividade que deve ocorrer simultaneamente para todas as unidades ou plantas que fabricam os mesmos produtos e/ou executam os mesmos processos.

Quando uma planta é fornecedora de outra que a sucede no mesmo empreendimento, a previsão de demanda da primeira deve ser decorrência da previsão de necessidades da segunda. Além das necessidades da segunda, devem-se considerar as eventuais demandas diretas do mercado e as transferências de demandas oriundas de outras unidades quando, nestas, sua demanda total superou sua capacidade, conforme a Figura 2.7.

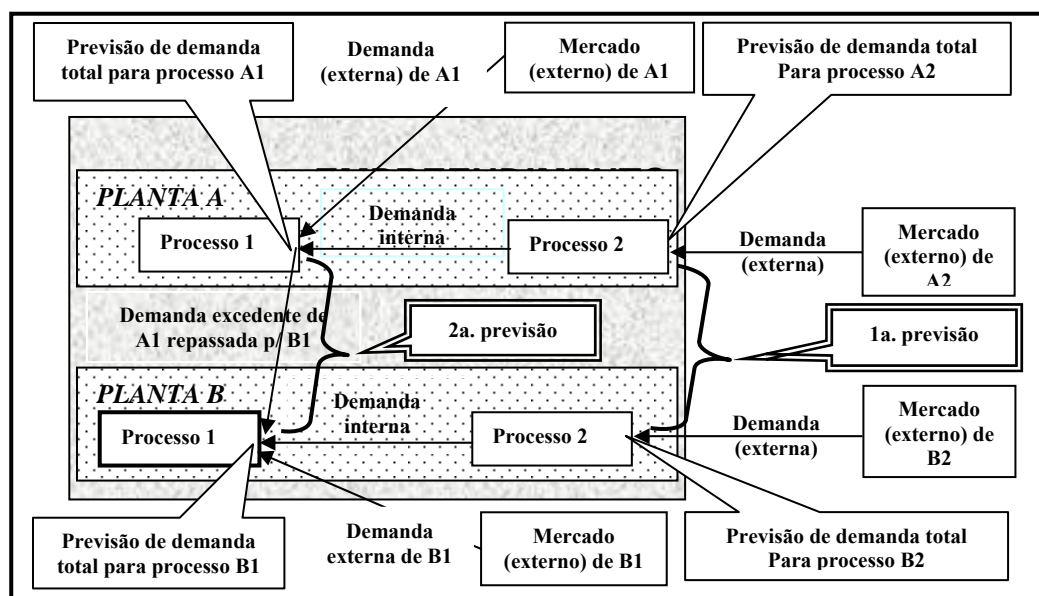


Figura 2.7 Balanceamento de capacidade inter plantas e processos  
 Fonte: Elaborada pelo autor.

Isso implica na necessidade de se proceder a previsão de demanda em uma seqüência que vai do último processo dentro do empreendimento para o primeiro.

Em cada processo deve-se avaliar a relação entre a demanda e a capacidade, transferindo-se o excedente de demanda para outra unidade, antes de se promover à previsão do processo antecessor.

A avaliação de qual planta transfere seu excedente de demanda para qual planta receptora é primeiramente um problema de balanceamento de cargas e em segundo lugar um problema de ordem logística que envolve a análise de custos de transporte *versus* custo de ampliação de capacidade (novo turno, horas extras, terceirização). Por vezes essa decisão pode ainda envolver uma análise de cunho estritamente comercial para o atendimento de um cliente preferencial, ainda que o custo pontual dessa transferência não a justifique. Assim o plano logístico de transferências de carga deve ser também submetido à apreciação dos agentes comerciais responsáveis.

Um outro aspecto interessante a observar é a partir de qual etapa deve proceder-se à transferência. Isto é, transfere-se a demanda excedente para execução de todas as etapas do processo ou somente para execução de algumas etapas e, neste caso, a partir de qual. Se for determinado que todas as etapas sejam executadas também é necessário definir a necessidade de transferir ou não a matéria-prima correspondente. Para essas análises devem-se considerar a melhor ocupação das unidades de origem e receptora, seus custos de produção, bem como os limites de custo de transporte (sob diferentes estágios de produção, os materiais podem eventualmente exigir veículos diferentes com custos de frete, taxas de seguro e custos de manipulação também diferentes). A previsão, considerando as origens das demandas, é um tema não suficientemente explorado, mas que foge ao escopo desse trabalho.

A previsão de demanda para planejamento de longo prazo é formulada em termos agregados, isto é, utilizando-se uma unidade comum aos diferentes produtos. Quando os produtos apresentam uma diversidade muito grande é usual agregá-los por famílias, quantificando-os pela unidade comum à família.

Conforme Giard (1988), o estabelecimento quantitativo de uma previsão de demanda pode, conforme as peculiaridades de cada caso, adotar um dos modelos apresentados na Figura 2.8.

Os modelos mais usuais de previsão de demanda, na literatura dedicada ao planejamento, são os modelos autoprojativos, (Johnson & Montgomery, 1974), (Buffa & Miller, 1979); (Nahmias, 1989); (Sipper & Bulfin, 1997).

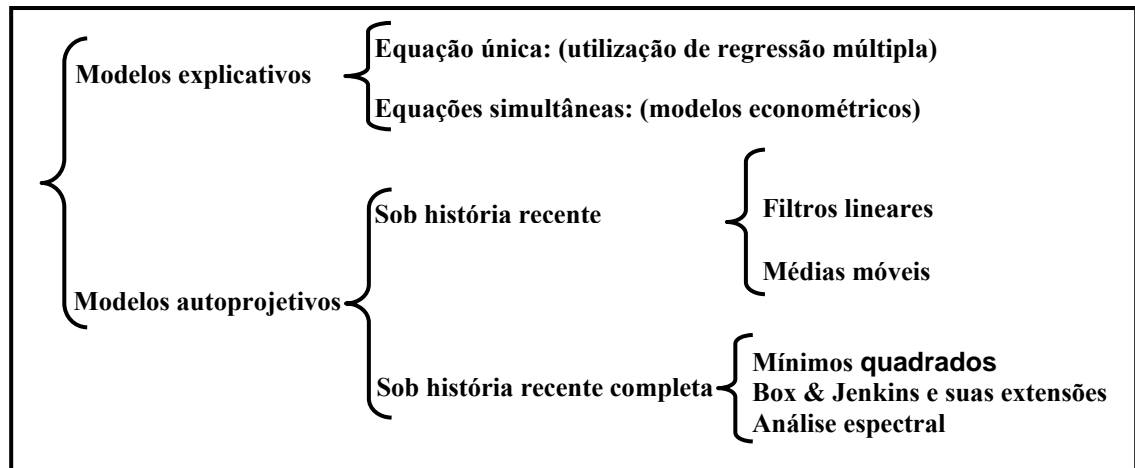


Figura 2.8 Tipologia das técnicas de previsão

Fonte: Giard, V., (1988).

É recomendável, quando utilizando modelos de análise de séries temporais, que as previsões sejam realizadas aplicando-se grandes unidades de tempo. Essa medida visa reduzir o erro total, pelo efeito de compensação que ocorre em longos períodos entre os diferentes elementos agregados. De acordo com Vollmann et al. (1992), é também recomendável garantir-se a consistência das previsões com o uso das denominadas “super listas” em que são considerados os produtos básicos e seus possíveis opcionais ou proceder-se a uma previsão agregada, através da denominada “pirâmide de previsão”. Conforme Blondel (2002), as previsões de vendas devem ser estabelecidas em três níveis de agregação, como apresentado na Figura 2.9.

É também aconselhável promover-se uma avaliação das quantidades projetadas considerando-se os pontos de vista financeiro e comercial, ainda que subjetivamente e por família, quando for o caso. Com essas medidas podem-se promover as adequações necessárias dos valores encontrados às condições de modificações subjetivas previstas para o mercado, bem como considerar as eventuais possibilidades de esforços diferenciados da empresa, para compensar algum circunstancial desbalanceamento nas vendas.

Os valores totais consolidados de forma agregada devem ser então desagregados por produtos e períodos de médio e curto prazo, utilizando-se para tanto as curvas de comportamento histórico registradas em cada caso.

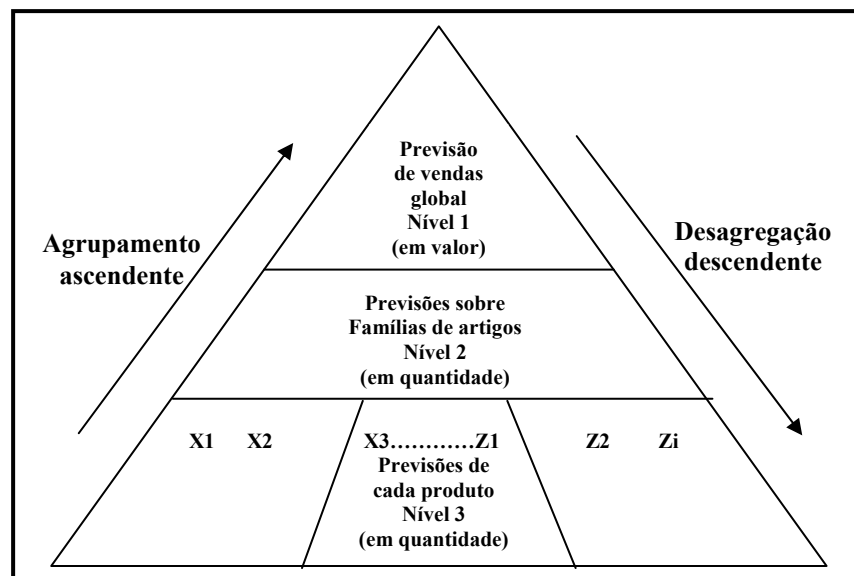


Figura 2.9 Níveis de previsão de vendas  
Fonte 1: Vollmann et al. (1992).

Quando um empreendimento fabrica produtos exclusivamente sob especificação do cliente, o que implica que os produtos não são *a priori* definidos, a previsão agregada deve ser formulada em termos da matéria-prima básica processada, período a período. Prevê-se então uma demanda por capacidade de processamento da matéria-prima básica associada, empiricamente estabelecida, e não uma demanda específica para cada produto.

A partir das demandas estabelecidas período a período para cada família e/ou capacidade de recurso, pode-se então gerar o plano diretor de produção ou planejamento agregado.

É a partir dessas previsões periódicas que devem derivar as análises de necessidade específica de capacidade de cada recurso e dos diferentes materiais.

Nos empreendimentos que executam as primeiras transformações das matérias-primas, que em geral as preparam para processos mais complexos, o fator mais

restritivo (além da energia) é a capacidade, dados os volumes de produção, menor diversidade de produtos e custo dos equipamentos.

Nos empreendimentos que se dedicam às transformações terminais, isto é, produtos montados com diferentes funções, o fator mais restritivo, em geral, são os materiais.

Assim, embora não haja elementos suficientes para aprofundar essa análise, e assim associar o tipo de empreendimento ao tipo de uso prioritário da previsão, depreende-se das considerações de diferentes autores (Zijm, 2000), (Taylor et al., 1981), que essa associação deve ser decorrência do caráter mais, ou menos, restritivo da capacidade. Isso pode implicar na possibilidade implícita de aplicação da estrutura convencional às condições menos restritas e da estrutura hierárquica às condições mais restritas.

Independentemente da estrutura utilizada, a primeira aplicação da previsão de demanda ocorre no estabelecimento de um planejamento de longo prazo em que são decididas as políticas de produção e comercialização bem como os investimentos necessários.

## **2.7 Planejamento agregado ou planejamento industrial e comercial**

A partir das previsões de demanda para produtos agregados ou cargas por recurso é necessário estabelecer um ponto de equilíbrio entre estas demandas e as disponibilidades de mão-de-obra e capacidade de produção bem como a demanda por recursos econômicos, energéticos e de materiais. Esta atividade recebe diferentes nomes: Planejamento Agregado (Buffa & Miller, 1979), Plano Diretor de Produção (Giard, 1988), (Proth, 1992), Planejamento da Produção (McGlennon, 1990), ou simplesmente Planejamento Industrial e Comercial (Treilon & Lecomte, 1996). A terminologia mais adequada parece ser Planejamento Agregado, pois indica a necessidade de estabelecer-se uma unidade comum aos diferentes produtos e recursos, isto é, agregando os diferentes itens previstos de forma a poder-se elaborar uma análise macro mais simples. Essa simplicidade é recomendável, pois se admite de início que quanto maior o horizonte de planejamento maior a incerteza da previsão de demanda e, por decorrência, do próprio plano agregado. Assim admite-se também que periodicamente o plano deverá ser revisto e adaptado às novas informações disponíveis.

A mesma controvérsia sobre o significado de horizonte de tempo manifesta-se novamente com relação ao desenvolvimento do planejamento agregado. Para Buffa & Miller (1979) o planejamento agregado é uma atividade para um horizonte de 3 a 5 anos, isto é um horizonte intermediário que incorpora os investimentos em ampliação da capacidade. Entretanto, esses autores sugerem que esta é uma questão prática de cada organização e que depende de fatores tais como comportamento do mercado, fornecedores de matéria-prima e a natureza interna das operações e controles. Para Sipper & Bulfin (1997) planejamento agregado é uma atividade de médio prazo, isto é 6 meses a dois anos. Para estes autores os investimentos em ampliação de capacidade são denominados exclusivamente por planos de capacidade cujo horizonte é de 3 a 10 anos.

De acordo com McGlennon (1990):

“...[]...a principal tarefa do planejamento da produção é planejar níveis de estoque e produção agregados para atender o nível desejado de satisfação dos clientes mantendo a soma dos custos de manutenção de estoques e de mudança das taxas de produção em um mínimo”, (McGlennon, 1990, p.113).

Assume-se assim que estoques de produtos correspondem a horas de capacidade acumuladas.

Os métodos estabelecidos para a determinação do ponto de equilíbrio no uso dos recursos produtivos utilizam as relações de quantidade de produtos e correspondentes cargas de trabalho previstas, considerando tempos de produção (médios para cada família de produtos) conhecidos. Isso nem sempre é verdade, quando se consideram produtos fabricados sob especificação do cliente, caso típico dos bens de capital. Nesses casos, a previsão é feita em função da projeção de demanda de matéria-prima básica correlacionada à carga histórica de fábrica, equivalente. O uso do tempo médio de processamento da matéria-prima básica prevista nesses casos é extremamente grosseiro, sendo apenas um indicador, suficiente para estabelecer políticas industriais genéricas. Em contrapartida, os longos ciclos de obtenção dos produtos fazem com que parte da carga seja, por vários períodos, devida a contratos firmados, o que dá maior estabilidade às atividades de planejamento, controle e produção de médio e curto prazo.

O principal papel do planejamento de longo prazo é o de prover as condições operacionais (aquisição de recursos infra-estruturais de produção). Além disso, presta-se a fornecer os parâmetros e informações necessárias para estabelecerem-se, no médio e curto prazo, limites para as decisões sobre o uso da capacidade (horas normais, horas



extras, serviços de terceiros) ou do estoque, quando for o caso, bem como a política de mão-de-obra a ser adotada (constante ou com contratações e demissões). Particular ênfase é dada nesse nível, em termos de planejamento hierárquico, ao planejamento de recursos (construção de fábricas e unidades, aquisição de equipamento e energia, desenvolvimento de projetos e fornecedores de matérias-primas) (Taylor et al., 1981), (Zijm, 2000).

Taylor et al. (1981), destacam que “o uso da expressão ‘planejamento de necessidade de recursos’ na estrutura hierárquica é diferente da definição encontrada no dicionário APICS<sup>1</sup>”. Segundo esses autores, a APICS, define planejamento de recursos como:

“..[.]...o processo de conversão do plano de produção ou programa mestre de produção para verificar o impacto sobre os recursos chave, tais como homens hora, horas máquina, armazenagem, padrões de custo, embarques, níveis de estoque etc.”, (Taylor et al., 1981, p.22).

Essa definição difere da concepção usual associada a equipamentos e instalações.

Para o estabelecimento do planejamento de recursos, na concepção de planejamento hierárquico, podem ser usados perfis de carga por produtos e listas de recursos. O propósito desse planejamento é avaliar o plano agregado antes de tentar implementá-lo. Ele é, algumas vezes, referenciado como uma “verificação grosseira da capacidade”, (*Rough Cut Capacity Planning - RCCP*).

Em planejamento hierárquico, a expressão planejamento de necessidade de recursos é utilizada para referenciar atividades de planejamento de recursos de longo prazo que servirão como parâmetros na elaboração do plano mestre de produção em termos de carga por família de produtos segundo grupos de recursos (disponibilidade de capacidade), invertendo assim o processo de decisão convencional.

Do ponto de vista das diretrizes para a elaboração do programa mestre de produção, o plano diretor de produção assume importante significado nos empreendimentos cujos produtos sejam de alguma forma padronizados. Entretanto, são extremamente subjetivos em empreendimentos cujos produtos são fabricados sob projeto. Assim, reiteram-se evidências de que a proposta de estrutura de planejamento

---

<sup>1</sup> APICS: American Production and Inventory Control Society.

hierárquico seja mais apropriada aos empreendimentos que trabalham nas primeiras transformações. Enquanto a estrutura convencional mostra-se mais apropriada aos empreendimentos que fabricam produtos, semi ou integralmente personalizados, isto é, segunda transformação.

O Quadro 2.3 apresenta algumas das implicações da estrutura de planejamento e controle da produção na função de planejamento agregado.

Quadro 2.3 Planejamento agregado e as estruturas de planejamento e controle da produção

		<b>Estrutura de Planejamento</b>	
		<b>Planejamento hierárquico</b>	<b>Planejamento Convencional</b>
<b>Planejamento Agregado</b>	<b>Características</b>	<b>Planejamento hierárquico</b>	<b>Planejamento Convencional</b>
	<b>Produtos</b>	<b>Padronizados</b>	<b>Padronizados ou personalizados</b>
	<b>Etapa de Transformação</b>	<b>Primeira</b>	<b>Segunda</b>
	<b>Prioridade de uso</b>	<b>Análise de Capacidade</b>	<b>Análise de Materiais</b>
	<b>Estoques</b>	<b>Suavização da carga</b>	<b>Disponibilidade de materiais</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estando definidas, no Planejamento Agregado, as políticas de estoque, mão-de-obra e capacidade, bem como as quantidades de produto ou famílias agregadas, a serem produzidos em cada período, torna-se necessário estabelecer um plano de médio prazo, mais refinado, que contemple a especificação de necessidade dos produtos individualizados. Essa atividade é denominada desenvolvimento do programa mestre.

## 2.8 Programa mestre de produção

Em 1983, Schöemberger publicou um artigo em que se propunha a estabelecer uma relação entre ambientes de manufatura e abordagens administrativas. Nesse trabalho ele identificou uma ordem na evolução das abordagens administrativas.

Segundo esse autor, os primeiros sistemas de administração eram essencialmente voltados para a reposição de estoques. Esses modelos, ditos genericamente *Reorder Point Systems* (ROP), não consideravam as necessidades futuras, baseando-se apenas no uso passado de cada item acoplado ao tempo de obtenção. Paralelamente aos sistemas ROP, eram geradas “listas quentes”, isto é, listas de itens em falta no estoque. Listas com as constituições dos produtos eram manualmente criadas para identificar

prioridades nas listas quentes, dando origem ao método denominado explosão de listas de materiais por produtos e ao sistema denominado *Lot Requirement Planning* (LRP) ou planejamento de necessidades por lote. Nesse sistema, as necessidades de peças de uma explosão eram segregadas, isto é, planejadas em separado pelo número do lote do item final previsto em uma programação mestra da produção. Ainda de acordo com Schöemberger, a falta de capacidade computacional da época restringia o uso do sistema LRP a poucos lotes e pequeno horizonte de tempo. Assim, de acordo com Schöemberger (1983), o sistema LRP, mostrou-se apenas “...[]...um modesto melhoramento em relação aos sistemas ROP”, (Schöemberger, 1983, p. 35).

Entretanto, essa parece ter sido a origem do que hoje se denomina como “programa mestre da produção”.

Na década de 40, a introdução de cartões perfurados e máquinas tabuladoras possibilitaram a combinação de listas de materiais e programas mestres de produção na determinação de necessidades de materiais. Essas necessidades eram então processadas, em relação às disponibilidades de materiais, gerando as listas de falta. Esse sistema passou a denominar-se ROP/Lista de falta.

Com a evolução dos sistemas computacionais, outros sistemas de administração da produção foram desenvolvidos. Eles visavam, sobretudo, a redução de estoques, baseando-se agora em estimativas de demanda futura, que eram espelhadas em um programa mestre de produção. Schöemberger (1983) apresentou essa evolução, associando-a aos níveis de estoque, conforme a Figura 2.10.

Os quatro modelos básicos orientados por lotes, apresentados na Figura 2.10, diferem no método com que o tempo ou programação de liberação das ordens de obtenção dos materiais é determinado.

Assim, em termos de abordagem, o programa mestre de produção caracterizou a passagem de um modelo retrospectivo para um modelo projetivo. No contexto de um sistema de planejamento, ele é o resultado da desagregação do plano agregado.

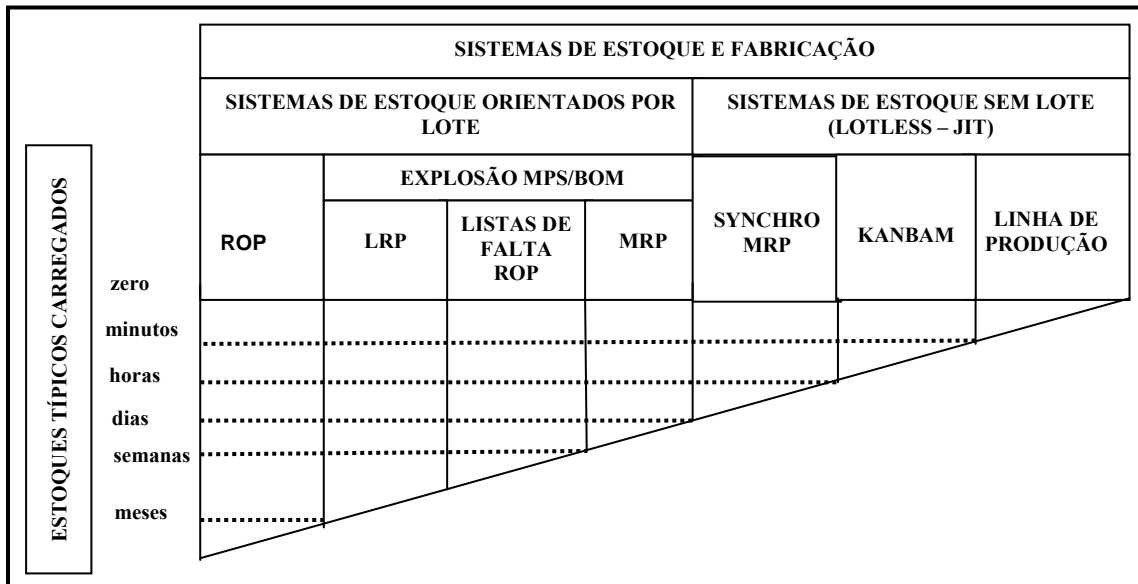


Figura 2.10 Evolução dos sistemas de estoque e fabricação  
Fonte: Schönberger (1983).

É no momento da elaboração do programa mestre de produção que a estrutura convencional e a estrutura hierárquica de planejamento apresentam suas diferenças de forma mais acentuada. Taylor et al. (1981) anteviram as duas possibilidades de organização ao afirmarem que:

“...[.]...o programa mestre de produção, em alguns sistemas, dirige a programação de produtos acabados, enquanto em outros sistemas é dirigido por ela”, (Taylor et al., 1981, p.27).

Na estrutura convencional de planejamento, o programa mestre da produção especifica as quantidades de produtos a serem fabricados período a período. Produtos aqui são entendidos como produtos acabados para venda, distribuição gratuita, promoção e demonstração, itens de assistência técnica, itens de manutenção (*spare parts*), itens e produtos acabados para testes e protótipos, transferências para outras unidades e itens e produtos para reposição de estoques, quando for o caso.

O programa mestre de produção pode ser elaborado exclusivamente como resultado de previsões, exclusivamente como resultado de pedidos (internos e externos) ou uma combinação de ambos. Sua finalidade pode incluir todas ou uma combinação adequada das seguintes possibilidades:

- o atendimento dos pedidos (internos e externos) nos prazos e quantidades especificadas;
- o estabelecimento da combinação (*mix*) e quantidade de produtos finais em cada período, compatíveis com a capacidade de produção;
- a promoção do balanceamento no uso dos recursos produtivos, em quantidade e duração, de acordo com as diretrizes do plano diretor;
- o oferecimento de elementos para o processo de emissão de ordens de compra, de produção, de montagem e o processo de distribuição.

O programa mestre de produção é constituído por um horizonte móvel e, em sua elaboração, são considerados basicamente três intervalos, conforme Figura 2.11.

O primeiro intervalo, dito de curto prazo, está normalmente associado a tipos de produtos e quantidades imutáveis e é denominado: programação congelada. A característica de imutabilidade não é rigorosamente considerada, admitindo-se algumas poucas e excepcionais alterações, suficientemente justificadas. Conforme Zijm (2000), esse intervalo presta-se a incorporar as previsões de demanda de curto prazo, sua transposição para ordens prospectivas de obtenção e finalmente a aceitação de pedidos em empresas que fabricam itens e/ou produtos montados, de longo ciclo, ou itens e/ou produtos montados para estoque, em quantidades de médio para grandes volumes.

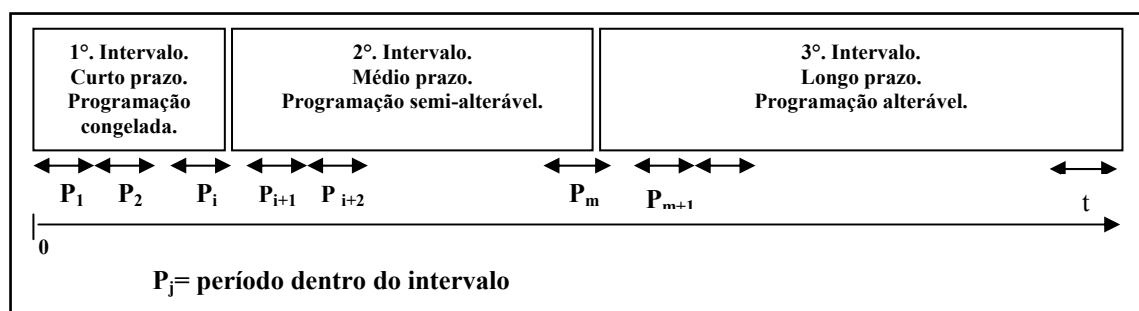


Figura 2.11 Intervalos e períodos de um programa mestre de produção

Fonte: Elaborada pelo autor.

Segundo Treilon & Lecomte (1996), esse intervalo dá lugar ao engajamento dos pedidos ditos “firmes” e deve, no mínimo, ser igual ou superior ao ciclo acumulado de obtenção dos produtos (prazo de provisionamento mais prazo de fabricação). Parece, entretanto, que essa consideração somente seja válida para os empreendimentos que trabalham com

produtos padronizados, estoque final ou ciclos de obtenção razoavelmente curtos. Nos casos em que o ciclo de fabricação é muito longo e os produtos, diversificados, montados a partir de diferentes combinações de itens padronizados, é usual promover-se à antecipação de obtenção dos itens e estocá-los. A conclusão do processo de obtenção dos produtos é então executada nesse primeiro intervalo do programam mestre, processo denominado diferenciação retardada.

O segundo intervalo, isto é, no médio prazo é o tempo em que se consolidam os esforços de obtenção de pedidos firmes e inicia-se a obtenção das matérias-primas e componentes de mais longo ciclo. Neste intervalo é admissível um maior número de alterações nos pedidos e são incorporadas algumas soluções para problemas originados e não resolvidos no curto prazo.

O terceiro e último intervalo, entendido como de longo prazo, é o intervalo em que as informações não são consolidadas e prestam-se apenas a estabelecer um cenário indicativo para o direcionamento de esforços e negociações.

O programa mestre de produção apresenta além dos intervalos, períodos em que os resultados devem ser obtidos. Assim pode-se ter como período, turno(s), dia(s), semana(s), quinzena(s) ou mês (es), de forma compatível com os ciclos de fabricação dos produtos finais e a capacidade de geração, circulação e administração dos dados e informações.

Em uma estrutura convencional, de acordo com Buxey (1989), o programa mestre de produção é delineado empiricamente e efetua-se, a partir dele, uma verificação grosseira da compatibilidade da carga assim estabelecida com a capacidade disponível de produção. Quando a carga supera a capacidade, tornando o programa mestre inviável, ele é reformulado iterativamente, sob intervenção do planejador. Esse processo é denominado ciclo fechado ou “*closed looping*”. Como a verificação é grosseira, Holstein (1968) considera que na elaboração do programa mestre deve-se admitir como limite inferior de carga:

“...[...]aquela que em horas de trabalho e exigências de data de entrega mantenham a capacidade da fábrica eficazmente utilizada em trabalhos que não estejam nem à frente nem atrasados em relação ao programa.” (Holstein, 1968, p.125).

Como limite superior para a carga Holstein (1968) sugere:

“...[.]...a mais alta carga em horas com os mais precisos prazos em relação às necessidades de entrega que possam ser executados pela fábrica e ainda assim impedir as inevitáveis urgências de trabalho, decorrentes de um consumidor preferencial.”, (Holstein, 1968, p.125).

Pode-se observar que os limites assim estabelecidos são subjetivos.

Em uma estrutura hierárquica, gera-se o programa mestre determinando quais, quantos e quando os produtos de cada família serão fabricados, conforme os totais previstos no planejamento agregado, por família. Como as cargas horárias previstas por família são já delimitadas, a explosão das famílias em produtos não deve criar cargas superiores à capacidade e, portanto, não deve haver maior necessidade de intervenção do planejador. Observe-se que essa concepção é teórica, porque a carga prevista por família em cada grupo de recursos é feita com base em um produto padrão que representa a família, podendo haver variações de carga entre seus membros reais.

Apesar da crítica que se faz aos sistemas convencionais que tentam superar sua falta de hierarquia com o uso de ciclos fechados (*closed loops*) para a verificação grosseira da capacidade (Zijm, 2000), um ciclo fechado de revisão é também proposto por Bitran & Hax (1977) e Bitran et al. (1981, 1982), para rever alguma restrição violada em modelo hierárquico de planejamento, desenvolvido em programação linear.

Os sistemas convencionais descrevem procedimentos, mas não elaboram sistemas de decisões subordinadas ao não estabelecer uma relação direta de capacidade e carga entre o planejamento agregado e o plano mestre de produção. Entretanto, nada impede que isso seja feito, conforme propõem Sipper & Bulfin (1997) para o desenvolvimento do programa mestre de produção, relacionando-o ao cálculo de necessidade de matérias-primas e de recursos, também com o uso de programação linear, para subsidiar uma revisão do programa mestre de produção.

Em contraponto, alguns sistemas propõem a reserva de uma capacidade permanentemente excedente, de modo a salvaguardar as condições de execução do programa mestre em casos excepcionais (Taal & Wortmann, 1997). É o caso dos sistemas, baseados na lógica de se produzir apenas no momento necessário, sistemas denominados “*Just in time*”- (JIT). Esses tipos de sistema impõem, na elaboração do programa mestre, a suavização da carga, uma repetitividade estável de produtos padronizados, número limitado de opções, em mix também estável, poucas mudanças de engenharia e a inexistência de grandes sazonalidades, Gelders & Van Wassenhove,

(1985). Sob essas condições têm-se como resultantes um programa mestre anual, grosseiro, e um programa de produção bimestralmente detalhado. Eles devem estar sempre disponíveis e devem considerar o horizonte móvel, com revisões mensais (Aggarwal & Aggarwal, 1985).

A quantidade de demanda mensal de cada produto, nesse caso, é determinada com base em sua participação percentual prevista no conjunto das vendas, distribuída equitativamente pelos dias do mês, no que é denominado um processo de nivelamento (Sugimori et al., 1977), ou amaciamento da produção.

As quantidades estabelecidas para os produtos no curto prazo podem admitir variações máximas de mais ou menos 10% em carga de trabalho (Aggarwal & Aggarwal, 1985), absorvidas pela permanente capacidade excedente prevista.

Um exemplo de programa mestre de produção suavizado é apresentado em Discenza & McFadden (1988) e reproduzido na Tabela 2.1. A produção mensal de cada item final do programa mestre de produção, desse exemplo, é expressa como uma taxa diária.

Tabela 2.1 Programa mestre de produção em taxa de produção diária para um dado item

<b>mês</b>	<b>1/88</b>	<b>2/88</b>	<b>3/88</b>	<b>4/88</b>
<b>No. De dias de trabalho</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>21</b>
<b>Taxa de produção (unidades/dia)</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
<b>Pedidos em atraso</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Previsão de pedidos</b>	<b>400</b>	<b>375</b>	<b>500</b>	
<b>Total dos pedidos</b>	<b>450</b>	<b>475</b>	<b>500</b>	<b>400</b>
<b>Produção (unidades/mês)</b>	<b>440</b>	<b>500</b>	<b>440</b>	<b>420</b>
<b>Estoque inicial</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>65</b>	<b>5</b>
<b>Estoque final</b>	<b>40</b>	<b>65</b>	<b>5</b>	<b>25</b>

Fonte: Discenza & McFadden (1988).

A partir da definição das taxas diárias de fabricação por produto, é elaborada uma programação denominada mesclada, a qual combina uma seqüência de diferentes lotes dos produtos finais, de acordo com o percentual de demanda de cada um deles em relação à demanda total mensal prevista. Essa mescla de produtos permite que se tenham ciclos, de curta duração, em que todos os produtos necessários aparecem, ainda que em quantidades diferentes. De acordo com Corrêa & Gianesi (1996), o denominado amaciamento da produção ocorre assim em duas dimensões:



“...[]..a distribuição homogênea da produção agregada mensal a cada dia do mês, ao longo do mês, e a distribuição homogênea da produção mensal de cada produto, a cada dia, ao longo do mês”, (Corrêa & Gianesi, 1996, p.89).

É interessante observar que todas as considerações apresentadas na literatura, em relação ao programa mestre de produção, tratam de sistemas em que os produtos são obtidos apenas por transformações de matérias-primas ou por montagem de subconjuntos e componentes. Nenhuma consideração é particularmente efetuada com relação ao programa mestre de produção para produtos obtidos pelo fracionamento da matéria-prima com geração simultânea de co-produtos ou sob restrição de perecibilidade.

Assim, seja em um sistema convencional ou hierárquico, seja em um sistema com suavização de carga ou não, com produção para estoque ou produção somente quando necessário, o plano mestre de produção deve dar origem a um plano de necessidade de materiais.

## **2.9 Sistemas de planejamento de materiais**

Um sistema de planejamento de materiais consiste em um conjunto de atividades necessárias para elaborar um plano de materiais, determinando quais matérias-primas e componentes são necessários para atender a fabricação dos produtos, previstos no programa mestre de produção, as quantidades necessárias de cada um e, quando devem estar disponíveis para que os produtos sejam entregues nos prazos estipulados.

Para se desenvolver uma análise sobre os possíveis sistemas de planejamento de materiais é necessário primeiramente estabelecer sua relação com os produtos. Assim, tem-se que os produtos são resultados de processos que promovem transformações nas matérias-primas. Essas transformações podem ter características de simples mudanças de forma e/ou propriedades de uma matéria-prima ou ainda, de agregação ou desagregação de matérias-primas e/ou componentes.

Nos processos em que se promove uma simples mudança de forma ou propriedade em uma matéria-prima, existe uma relação direta entre uma unidade do produto desejado e a quantidade de matéria-prima necessária para obtê-lo.

Quando os processos são de agregação ou de desagregação é necessário

estabelecer em cada estágio do processo de obtenção do produto acabado uma relação específica, para cada projeto de produto, entre esse estágio e o sucessor, capaz de definir quantas unidades de material são necessárias para a realização do estágio sucessor.

Assim, de acordo com Orlick (1975), o mais importante atributo de um item em um processo industrial é a natureza de sua demanda, pois ela serve como guia para a escolha do método de planejamento de materiais. Esta natureza pode ser de dois tipos:

- demanda dependente;
- demanda independente;

A demanda de um item é definida como independente quando não está relacionada ou não é função da demanda interna de quaisquer outros itens da empresa.

Inversamente, a demanda de um item é dita dependente quando está diretamente relacionada ou deriva da demanda de outro item ou produto da empresa. Essa dependência pode ser do tipo vertical quando um componente ou produto só pode ser obtido a partir de outro (através de uma agregação ou de uma desagregação) ou uma dependência horizontal quando se define uma relação de acompanhamento como no caso de um equipamento e acessórios de manutenção (*spare parts*).

Itens de demanda dependente (introduzidos ou obtidos em estágios intermediários de produção) podem também ter, e em geral grande parte tem, uma parcela de sua demanda com caráter independente, quando são comercializados isoladamente (como produtos finais) ou, por exemplo, fornecidos como amostra ou ainda entregues em garantia. Por princípio, todo item de demanda dependente pode também ter demanda como item independente, a critério do fabricante (por exemplo, na forma de acessórios ou de assistência técnica).

A previsão de demanda de itens independentes é feita com base em dados obtidos diretamente da relação da empresa com o mercado consumidor.

A previsão de demanda de itens dependentes é calculada com base nas suas relações de dependência, adicionada à parcela prevista de sua demanda independente, quando for o caso. A relação de dependência é estabelecida na definição do produto e do processo, quando são determinados os estágios de obtenção desde a matéria-prima, passando a componentes e/ou subconjuntos e a produto ou produtos acabados, dependendo se o processo é por agregação ou por desagregação, respectivamente.

Cada um dos elementos e/ou subconjuntos em cada estágio de produção tem uma identidade específica que os caracteriza pela composição, forma e/ou propriedades, diferenciando-os entre si.

A partir da caracterização das relações de dependência ou independência, tipo de processo, bem como o parcelamento em unidades discretas ou a continuidade das matérias-primas e produtos, podem-se ter diferentes tratamentos no planejamento de materiais.

Admite-se que a função de planejamento de materiais confunde-se com a gestão de estoques e sua reposição. Conforme Fortuin (1977) há dois métodos para executar a tarefa de reposição de estoques na indústria:

- (a) “Controle Estatístico de Estoques (*Statistic Inventory Control* - SIC), que é orientado para peças e ignora as dependências entre as demandas para os vários itens; esse método requer previsões de demanda para todos os itens no nível de componentes”;
- (b) “Planejamento de necessidade de materiais (*Material Requirement Planning* -MRP), que é orientado para os produtos e trata o estoque como uma coleção de itens de demanda dependente; esse método necessita uma programação mestre de produção ou uma previsão de demanda para os produtos acabados, isto é, para todos os itens desse programa. Após o que a demanda ao nível dos componentes é calculada”, (Fortuin, 1977, p.88).

### **2.9.1 Sistema de planejamento de necessidade de materiais (MRP)**

O sistema MRP foi desenvolvido por Joseph Orlick no início da década de 70. Esse sistema foi desenvolvido para calcular a necessidade líquida de matérias-primas, subconjuntos e componentes discretos, de modo a atender a demanda de produtos, consolidada em períodos também discretos. O sistema aplicava-se originalmente a processos de agregação e a processos de simples mudanças de forma e/ou propriedade.

O sistema MRP supõe para sua aplicação a existência de um programa mestre de produção com demandas consolidadas em certo número de períodos e um cadastro que descreve as estruturas dos produtos na forma de listas de materiais (*Bill Of Material* – BOM). Cada lista representa um nível e descreve como esse nível é composto. A Figura 2.12 apresenta um exemplo de produto com sua estrutura.

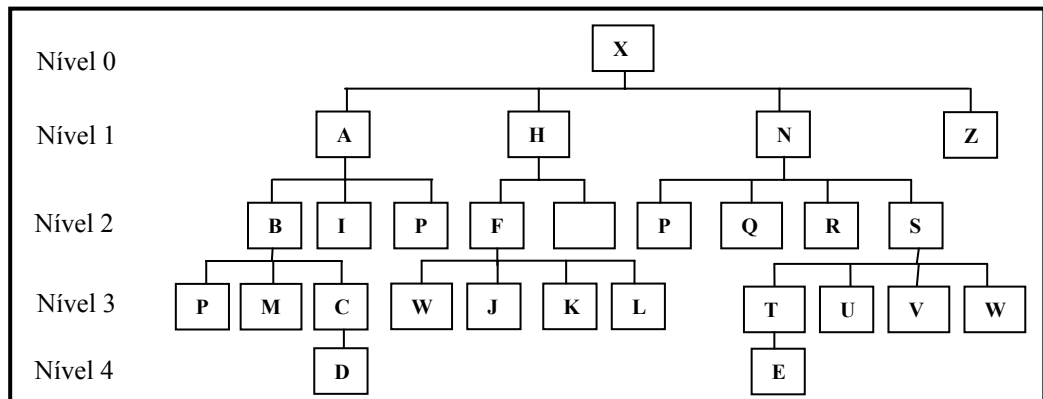


Figura 2.12 Representação da estrutura hierárquica de composição de um produto  
Fonte: Orlick (1975).

Cada item no nível  $[n]$ , que tem ao menos um item a ele atrelado no nível inferior  $[n+1]$  é denominado item pai. De modo inverso, o (cada um dos) item (ns) do nível  $[n+1]$  é(são) denominado(s) filhos(s) do respectivo item de nível  $[n]$  a que está(ão) atrelado(s).

Em uma estrutura de produto, a cada unidade de um item pai corresponde certa quantidade de um item filho. De acordo com Crama et al. (2001), o conceito de “listas de materiais”, é definido pela APICS<sup>2</sup> como:

“...[.]...uma listagem de todas as sub montagens intermediárias, peças e matérias-primas que vão para uma montagem pai mostrando a quantidade de cada um requerida para fazer essa montagem [...] a lista de materiais pode também ser chamada de fórmula, receita (*recipe*), ou lista de ingredientes em certas indústrias de processos”, (Crama et al., 2001, p.8).

Para obter-se o total necessário de cada item é necessário promover-se iterativamente o produto da quantidade do pai pela quantidade do filho, desde o produto até o item sob análise.

Um mesmo componente pode ser utilizado mais de uma vez em uma mesma estrutura de um produto ou ser utilizado em mais de um produto em níveis diferentes.

<sup>2</sup> APICS: American Production and Inventory Control Society.

Como o cálculo de necessidade é sempre efetuado nível a nível, nos casos em que um item aparece em mais de um nível na estrutura de um ou mais produtos, cada estrutura é reconfigurada de tal forma a que o item apareça sempre no mais baixo nível que ele apresentar. Essa técnica é denominada código de baixo nível.

O sistema de planejamento de necessidades de materiais (MRP) foi originalmente estabelecido para reduzir os níveis de estoque que antes eram abastecidos apenas com base na demanda estatística de cada item individualmente, isto é, como se todos os itens tivessem demanda independente. Para promover a redução do estoque, em lugar de se trabalhar com um ponto de encomenda de cada item, passou-se a trabalhar com a quantidade necessária para atender a demanda de um determinado período, isto é, um sistema baseado no tempo ou “*time based*”.

A partir de um programa mestre de produção, com as demandas consolidadas para todos os produtos com demanda independente em intervalos de tempos pré-definidos, podem-se providenciar as quantidades de matérias-primas, componentes, conjuntos e produtos, estritamente necessários a cada intervalo (Ptak, 1991). O estoque criado é suficiente para atender exatamente sua demanda real nesse período, sem sobra.

Uma outra possibilidade é trabalhar com uma dimensão de lote definida para cada item e, quando um item for necessário, determinar-se a obtenção de quantos lotes sejam precisos para atender à sua demanda em cada intervalo. Nesse caso, podem ocorrer duas situações, a quantidade de obtenção determinada é exatamente a necessária (múltipla do lote) ou então restará alguma sobra em estoque.

A obtenção de itens e conjuntos diferentes em quantidades também diferentes, implica em operações e tempos de execução diferentes. Esses tempos de obtenção de cada item ou conjunto são denominados “*lead time*”.

O *lead time* caracteriza assim, o tempo que se despende entre a liberação da instrução para que as providências necessárias, para a obtenção de um item ou conjunto, sejam tomadas e o instante em que estas providências tornam o item ou conjunto disponível para sua utilização. O planejamento de necessidade de materiais deve então estabelecer não só quanto de cada item é necessário, mas também, quando devem estar disponíveis e quando as providências devem ser acionadas. Assim, considerando as diferentes quantidades e os diferentes tempos de obtenção dos componentes (*lead times*), dos subconjuntos e dos produtos, tem-se o planejamento de materiais.

Nos termos em que foi proposto, o sistema MRP pode então programar as providências conforme a previsão de demanda e/ou de acordo com as quantidades das encomendas que chegam dos clientes para cada período. Essas demandas são traduzidas no programa mestre de produção, segundo lotes de dimensões fixas, pré-determinadas para cada item, ou de acordo com a quantidade especificada de cada pedido em cada período, isto é, lote a lote.

Em quaisquer circunstâncias o MRP precisa do cadastro dos itens referenciando seus filhos aos pais aos quais se aplica e em quais quantidades por unidade do pai, bem como de seu código de baixo nível. Para cada item (matéria-prima, componente, subconjunto ou produto) é necessário constar também o *lead time*. É um sistema que se aplica bem à montagem de conjuntos e subconjuntos e, por decorrência de sua estrutura, também aplicável aos sistemas de fabricação de componentes seja como parte desses subconjuntos, conjuntos e produtos, seja como itens individuais, embora neste último caso, sua estrutura de informações esteja super dimensionada, isto é, pais/produtos com um único filho (matéria-prima).

Considera-se que as aplicações mais importantes do MRP são em sistemas em que se fabricam produtos padronizados com demandas irregulares em quantidade e no tempo entre pedidos, e com estruturas de composição de produtos complexas em diversidade de itens e número de níveis de composição.

### **2.9.2 Sistema de planejamento de necessidade de materiais (MRP) – receitas**

Nos sistemas em que as matérias-primas são discretas é usual haver um projeto que determina as propriedades, as dimensões e as quantidades exatas necessárias de cada item em cada produto. Isso é possível porque existe uma correlação suficientemente bem estabelecida e dominada entre esses fatores. Nos sistemas em que as matérias-primas são contínuas (líquidos, gases) ou definidas como tal (materiais particulados, semi-sólidos, polpas etc...), nem sempre a relação entre as quantidades, as propriedades e / ou as dimensões são bem estabelecidas ou, inversamente, ainda que o sejam, nem sempre estas quantidades se coadunam com as disponibilidades de mercado ou apresentam preços aceitáveis. De acordo com Rutten, (1981):

“Variações na qualidade das matérias-primas freqüentemente levam a variações na lista de materiais (receitas). Por exemplo, variações no conteúdo da mistura, acidez, cor, viscosidade e/ou concentração dos ingredientes ativos nas matérias-primas podem causar variações nas proporções dos ingredientes requeridos para fazer os produtos acabados, nas especificações de qualidade estabelecidas”, (Rutten, 1981, p. 627).

Nesses casos, podem ocorrer as seguintes possibilidades:

- utilização de matérias-primas em quantidades tais que compensem as deficiências das propriedades;
- modificação das condições do processo de forma compatível com os valores das propriedades apresentados pelas matérias-primas;
- substituição da(s) matéria(s)-prima(s) por outra(s) capaz(es) de apresentar as mesmas propriedades ou os resultados desejados;
- redefinição do produto final de acordo com as propriedades apresentadas pelas matérias-primas disponíveis.

Dentro do conceito original de projeto do produto, quaisquer dessas possibilidades caracterizariam um novo produto. Entretanto, considerando que no caso de matérias-primas contínuas suas propriedades podem assumir qualquer valor, esse espectro de possibilidades seria infinito e dificilmente administrável. Assim, tornou-se necessário definir um outro tipo de estrutura de lista de materiais, capaz de atender a tais situações sem promover uma proliferação significativa de listas. De acordo com Crama et al. (2001), essa estrutura é denominada receita (*recipe*). Ela tem sido utilizada de duas formas:

“...[]...ou uma coleção finita de receitas admissíveis é estabelecida compreendendo um pequeno espectro de variações ou o produto final é caracterizado por um conjunto de valores de atributos. Qualquer plano de produção resultante desses valores de atributos é considerado admissível (ex. o produto final precisa conter ao menos 50% de pó de cacau e menos que 10% de gordura; esse último tipo de receita conduz a formulação dos modelos de mistura também denominados *blending*)”, (Crama et al., 2001, p.14).

Assim, um produto pode ser obtido por diferentes receitas que envolvem diferentes combinações de operações, diferentes matérias-primas que apresentem propriedades semelhantes ou um conjunto de diferentes matérias-primas e operações simultaneamente. As alternativas de obtenção dos mesmos produtos a partir de

diferentes matérias-primas, isto é diferentes receitas, aparecem com maior frequência como mecanismo para se compensar a dispersão das propriedades das matérias-primas. Podem aparecer também como mecanismo de suprir a indisponibilidade de uma dada matéria-prima, embora possam ainda existir como função de custos pontualmente diferentes ou como requisito de aplicações específicas.

Para cada receita, a relação de quantidade de unidades do item filho por unidade do item pai deve ser calculada considerando a média histórica observada em cada relação (Fransoo & Rutten, 1994). O sistema de cálculo de necessidade das matérias-primas no caso de receitas segue a mesma estrutura de seqüência por níveis estabelecida no sistema MRP. Os casos de dispersões mais acentuadas das propriedades das matérias-primas, que envolvam a possibilidade de correção do resultado por alteração da quantidade dos componentes, devem ser cobertos por um estoque de segurança desses componentes. É usual que a quantidade total de uma receita seja estabelecida como função da necessidade de um período ou então como função da capacidade de um recipiente de fabricação ou armazenamento. Os sistemas computacionais disponíveis para trabalhar com receitas ou fórmulas são normalmente denominados configuradores de produtos (Parker, 1997).

### **2.9.3 Sistema de planejamento de necessidade de materiais sob condições de desagregação**

Conforme Duncan (1983), “ao longo dos anos o grupo de estudos das indústrias de processo da APICS tem identificado suas características únicas”. Ele destaca particularmente a manipulação de informações em sistemas de planejamento de materiais, relacionada à geração de subprodutos (*by-products*), produtos simultâneos (*co-products*) e fluxos de reciclagem. De acordo com esse autor, a quarta edição do dicionário APICS define:

- “*By-product* – um material de valor, produzido como um fluxo lateral de um processo de produção; a razão entre o *by-product* e o produto primário é usualmente fixada; o *by-product* pode ser reciclado, vendido como se encontra ou usado para outros propósitos tais como solvente de limpeza”, (Duncan, 1983, p. 288).



Por esta definição, subproduto (*by-product*) é sinônimo de produto simultâneo (*co-product*).

É interessante observar que em alguns casos ou situações os *by-products* são mais valiosos que os produtos primários pretendidos. Tem-se como exemplo o óleo extraído das cascas de laranja, co-produto da produção do suco de laranja, utilizado na indústria de perfumes e que alcança valores comerciais superiores aos do próprio suco.

Verifica-se então que as saídas de *by-products* de uma operação ou processo podem ser entradas para outras operações ou processos.

Conforme a definição dada pela APICS, os refugos de qualquer processo também poderiam ser entendidos como *by-products*. Entretanto é um caso particular, em que não lhes é atribuído valor comercial e não devem constituir item de estoque, ao contrário, tanto quanto possível devem ser eliminados.

Tendo em vista uma possível confusão que estas definições podem gerar é mais adequado adotar a definição apresentada por Loos (2001). Ele formula uma classificação dos produtos obtidos por processos de desagregação, ou processos analíticos como ele os denomina, segundo a relevância econômica de cada um deles, nos seguintes termos:

- co-produtos: vários produtos principais equivalentes, saídas boas;
- by-produtos: produtos principais e subprodutos, saídas boas;
- saídas de custo neutro;
- refugos, saídas ruins.

Indústrias de processos, geradoras de saídas simultâneas apresentam uma outra particularidade em seus sistemas de planejamento de materiais. A adoção pura e simples da estrutura de lista de materiais invertida, em que a previsão é feita para o nível mais baixo (folha da árvore do produto), faz com que as quantidades necessárias em cada nível sejam calculadas como porcentagem esperada do nível precedente.

Os processos de fragmentação apresentam dificuldades intrínsecas, criadas pela geração de co-produtos (Taylor et al., 1981), (Mckaskill, 1992). Esses autores destacam, em alguns casos, as particularidades naturais de processos que definem as proporções fixas de obtenção de produtos como resultado de relações químicas que não são alteradas nem pelas condições operacionais nem pelas quantidades dos ingredientes utilizados.

Em seu trabalho, Duncan (1983) apresentou a situação vigente até então, no tocante á administração dos processos de fragmentação, com a seguinte assertiva: “estudos estimam que a indústria de processos represente quase metade de todas as indústrias e que a maioria delas escreve seus próprios softwares”. Taube Neto (1996) descreveu, na década de noventa, um sistema de planejamento integrado da produção avícola incorporando o cálculo de necessidade de materiais, desenvolvido especificamente para uma empresa sem, entretanto, apresentar a estrutura de produto utilizada. Dado que inúmeros empreendimentos atuam em processos de desagregação, sem que haja na literatura uma contrapartida de soluções propostas, implementadas e avaliadas, admite-se que os cálculos de necessidades de matérias-primas nesses casos continuem sendo feitos segundo soluções específicas e/ou empíricas.

Assim, no caso de processos de desagregação, por analogia com a árvore do produto proposta por Orlick (1975), é razoável admitir-se a mesma concepção, considerando a matéria-prima na raiz e os produtos nos ramos de uma estrutura em árvore. É também razoável considerar que sejam possíveis dois tipos de estruturas para processos de desagregação: estruturas para materiais discretos em que os produtos podem ser concebidos sob projeto com quantidades de componentes exatas (como no caso da reciclagem de aparelhos eletrônicos ou metal mecânicos), e as estruturas para materiais contínuos, (ou que sejam assim definidos), em que as proporções das partes componentes são estimadas a partir de uma distribuição de probabilidades histórica.

Para tratar a questão da geração de co-produtos, Duncan (1983) propôs uma alteração na estrutura em árvore, até então, desenvolvida para representar processos de agregação que admite como constituintes da estrutura:

- “item tarefa – não é um item discreto, mas um processo; como um processo ele pode ser programado, mas não pode constar como item nem ser recebido no estoque”;
- “item processado – é a saída de material passível de recepção de um processo de fabricação; ele pode ser considerado como item e recebido, mas não pode ser programado como um item pai em uma ordem de trabalho”;
- “entrada: é o relacionamento de qualquer item componente comprado, fabricado, processado ou tarefa, como uma entrada para um pai; uma

ordem para o pai cria necessidades (demanda) para os componentes de entrada”;

- “Saída: é o relacionamento do item componente processado para o pai ‘Tarefa’ quando ela é uma saída; uma ordem para o pai ‘Tarefa’ cria Reposições (abastecimento) para os componentes de saída”.
- “quantidade-por: dos ‘componentes saída’ pode ser pensado como uma distribuição de soma 1,0; elas precisam ter todas a mesma unidade de medida que o pai ‘tarefa’; cada “quantidade-por” para os componentes de entrada é a quantidade que é necessária para fazer um pai ‘tarefa’ (como para a convenção de estrutura de produto usual)”.

Nessa concepção, o relacionamento do item ‘tarefa’ e do item ‘processado’, na estrutura do produto, é chave para a lista de co-produtos. Um campo denominado “In-Out”, adicional, define todas as estruturas de produto. Graficamente isso significa uma seta com um dado sentido nos componentes, como mostra a Figura 2.13.

Um outro aspecto a destacar nessa proposta de estrutura é que entradas criam necessidades e saídas criam reposições. Deve-se então manter o seguinte balanço:

- se as necessidades são maiores que as reposições, planejam-se reposições;
- se as necessidades são menores que as reposições, planejam-se necessidades.

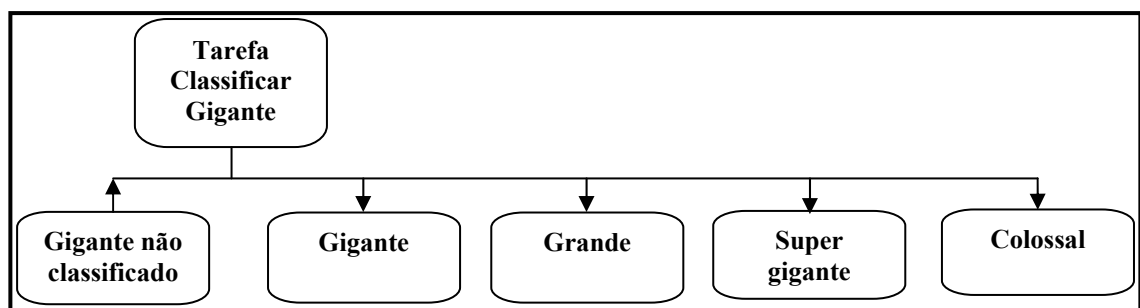


Figura 2.13 Estrutura de lista de materiais com co-produtos representando um processo de fracionamento de grãos por tamanho  
Fonte: Duncan, R. M., (1983).

A proposição de Duncan (1983), no que diz respeito às estruturas de listas que formam a base de cálculo da necessidade de materiais, era uma adaptação para suprir a necessidade de indústrias de fragmentação partindo da concepção original das estruturas de listas de materiais elaboradas para processos de agregação.

Luber (1992) propõe para o caso da fragmentação em co-produtos, que um produto seja considerado como único, os co-produtos são então considerados como saídas negativas.

Assim, o gráfico de Gozinto para constituição da árvore de fracionamento seria apresentado como uma árvore de montagem com componente negativo, como na Figura 2.14.

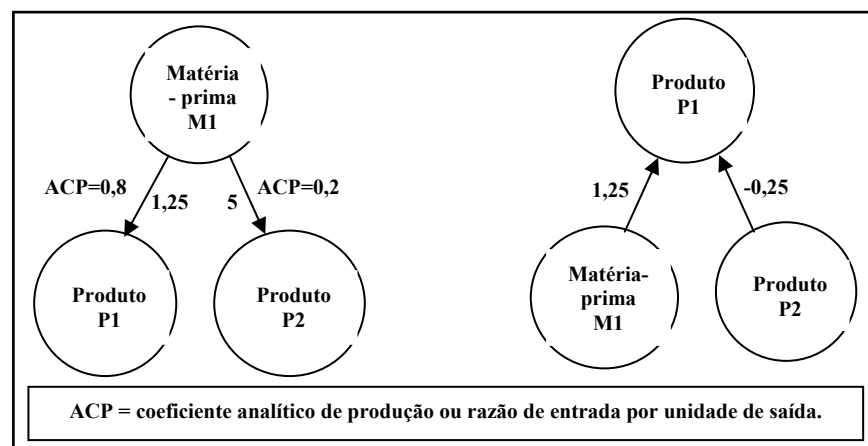


Figura 2.14 Gráfico de Gozinto para árvore de fragmentação

Fonte: Adaptado de Luber, A., (1992).

De acordo com Vegetti et al. (2002), nenhuma das abordagens encontradas na literatura foi efetivamente desenvolvida considerando “a existência de estruturas de produto envolvendo uma matéria-prima em um processo de desagregação”.

De acordo com esses autores, algumas dificuldades podem ser destacadas:

- “uma operação de desagregação pode eventualmente gerar diferentes proporções de mesmos co-produtos”;
- “uma operação de desagregação de um mesmo item sob diferentes condições pode gerar diferentes co-produtos”.

Essas duas possíveis situações estão apresentadas na Figura 2.15a e 2.15b respectivamente.

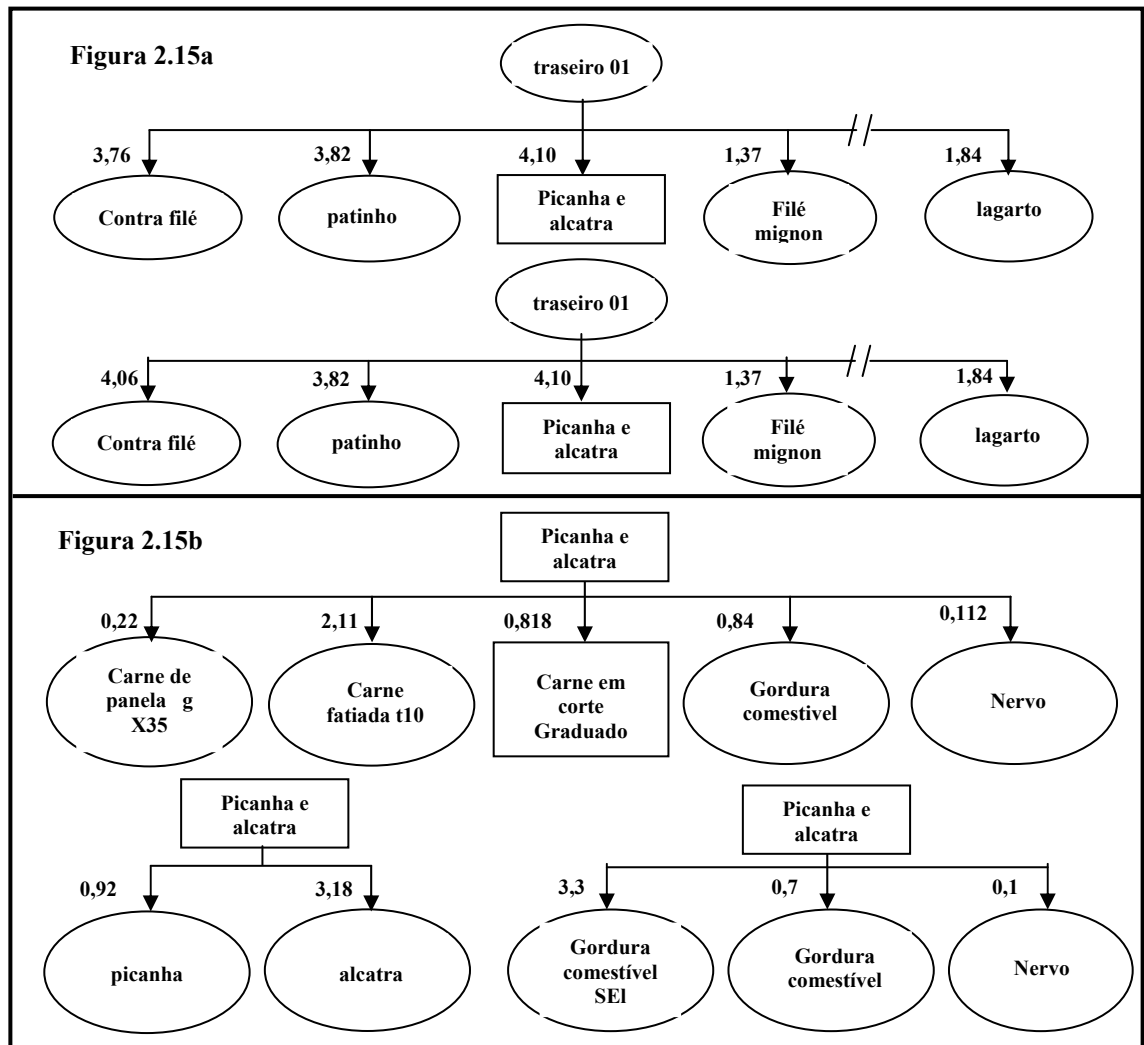


Figura 2.15 Possíveis alternativas obtidas em processos de desagregação  
 Fonte: Adaptado de Vegetti et al. (2002).

Mantidas as mesmas condições construtivas das listas de materiais originais, seriam observáveis dois possíveis tipos de problemas: um número exagerado de estruturas com suas correspondentes listas e uma inconsistência na base de dados tendo em vista que um mesmo item poderia ser definido por mais de uma estrutura. Assim uma solução bastante interessante foi proposta por Vegetti et al. (2002).

O conceito de família de produto foi estendido às matérias-primas e seus subconjuntos obtidos do fracionamento. Isto é, uma família seria constituída por subconjuntos que são similares e que diferem apenas por uma de duas possíveis circunstâncias:

- a presença ou ausência de ao menos um componente em sua estrutura.
- o valor de algumas das características que definem esses conjuntos de componentes.

Cada um dos diferentes subconjuntos de uma família é definido como uma variante e há uma estrutura básica que representa essa família, denominada “*basic BOM*”. Uma família de produtos representa um produto simples ou um produto composto. Um produto composto é aquele que pode ser decomposto em outros produtos. Essas duas relações são denotadas no modelo proposto como “composta de” e “decomposta em”. Esses dois tipos de informação (subclasses) configuram a classe da estrutura, que é um registro onde se identifica também o número de unidades do produto descendente que participa do produto pai, o tipo de classificação da estrutura. Isto é, se essa estrutura é obrigatória, opcional ou obrigatório-seletiva e por fim a existência ou não de restrições. Essas restrições podem ser do tipo “quantitativo” com relação à matéria-prima ou item pai ou ainda do tipo “entre itens”, quando a existência de uma dada partição inviabiliza a existência de outro(s) item (ns), sejam eles da mesma estrutura ou não.

Cada variante de um produto é obtida por uma função denominada relação de variância. Essa função é composta por relações de inclusão e de exclusão de itens e permite também alterar, incluir ou excluir parâmetros associados, tais como dimensões e/ou propriedades. Assim um membro de uma família diferencia-se de outros, pelos itens de que se constitui e/ou pelos parâmetros que estão associados a eles.

A engenhosa solução, proposta em linguagem orientada a objeto, torna as listas de materiais dinâmicas, gerando-as de acordo com a necessidade. Assim, não há a obrigação de se manter um extenso arquivo, em alguns casos com pouco uso. Também resolve os problemas de proporção entre itens e de fragmentação em diferentes itens, mantendo a consistência do sistema. Como o sistema estabelece uma relação de composição e de decomposição pode também ser utilizada em sistemas de agregação.

Entretanto, segundo esses autores, a proposta ainda está em termos experimentais e não é estabelecida uma relação entre as listas, que são dinâmicas, e as atividades de planejamento. Como decorrência desta falta de integração mantém-se a

lacuna teórica de planejamento em sistemas de desagregação, embora se abram excelentes perspectivas.

#### 2.9.4 Sistema de planejamento de necessidade de materiais em ambientes

##### *Just in Time*

De acordo com Rao & Scheraga (1988), no caso dos sistemas baseados na lógica de se produzir apenas no momento necessário, (sistemas denominados “*Just in time*”-JIT), “há uma tendência de eliminar os níveis de sub montagens das listas de materiais”. A Figura 2.16 apresenta uma equivalência entre uma lista elaborada para um ambiente MRP e uma lista elaborada para um ambiente *Just in Time*. Pode-se observar que os subconjuntos montados são suprimidos e todos os itens são entendidos como parte do produto final. Isso é possível porque se supõe que não haverá estoques dos subconjuntos em armazém.

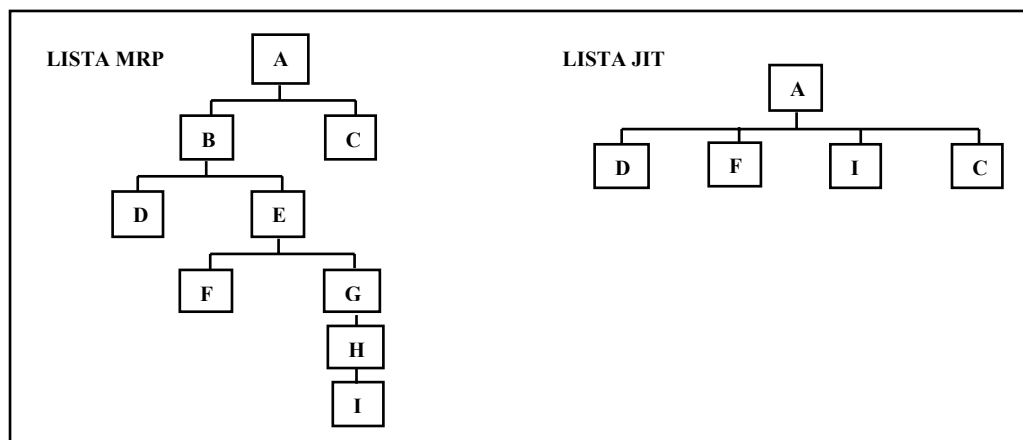


Figura 2.16 Listas de materiais para MRP e JIT

Fonte: Rao & Scheraga, (1988).

#### 2.9.5 Ações resultantes

O resultado da elaboração do planejamento de materiais é a determinação do momento, a quantidade e o prazo em que os diferentes tipos de matérias-primas e componentes devem ser obtidos e/ou estar disponíveis. Essas informações são consolidadas em um plano de materiais.

Em sistemas convencionais de planejamento o plano de materiais ainda está sujeito a uma avaliação de capacidade.

Nos sistemas hierárquicos de planejamento o plano de materiais é encaminhado diretamente ao sistema de emissão de ordens.

## **2.10 Sistema de planejamento da capacidade e as estruturas de planejamento e controle da produção**

Planejar a capacidade é avaliar a viabilidade de execução do plano de materiais dentro das disponibilidades de recursos existentes, seja em termos físicos seja em termos temporais.

Em uma estrutura de planejamento hierárquico, o planejamento de capacidade é feito concomitantemente ao desenvolvimento do programa mestre de produção. Essa atividade consiste no carregamento simultâneo dos vários grupos de recursos, considerando cada capacidade efetiva, bem como as restrições de roteiros dos “jobs” (lotes específicos para balanceamento de carga entre grupos de máquinas, isto é, lotes de transferência), segundo prazos de entrega a clientes ou prazos para reposição de estoques.

De acordo com essa concepção, não haverá cargas excedentes ou porque os roteiros foram adequadamente selecionados de forma a promover o balanceamento de carga entre os grupos de máquinas ou porque as cargas foram previamente restringidas no planejamento agregado (por famílias) ou, finalmente, porque os lotes foram particionados promovendo um maior equilíbrio na alocação das cargas.

É interessante observar a proposição formulada por Hastings et al. (1982), Hastings & Yeh (1992), que parece complementar o conceito de planejamento da capacidade do ponto de vista de planejamento hierárquico. Esses autores sugerem uma lista de manufatura (Bill of Manufacturing –BOMfr) que “especifica a seqüência de operações de produção para fazer um produto intermediário ou acabado, junto com os materiais necessários a cada operação”. Um exemplo dessa proposição é apresentado na Figura 2.17.

No caso de uma estrutura convencional, trata-se de efetuar, para cada período coberto pelo plano elaborado, um somatório das cargas alocadas em cada recurso, pelos itens



que os utilizarão, sem levar em conta quaisquer restrições de precedência, ou restrição de capacidade, isto é, considera-se a capacidade infinita. As cargas totais assim obtidas devem ser compatíveis com as disponibilidades horárias dos recursos. Essas disponibilidades horárias devem considerar para cada recurso os totais de horas normais de trabalho em cada período do plano, menos os tempos previstos para a execução de manutenção ou outras paradas programadas.

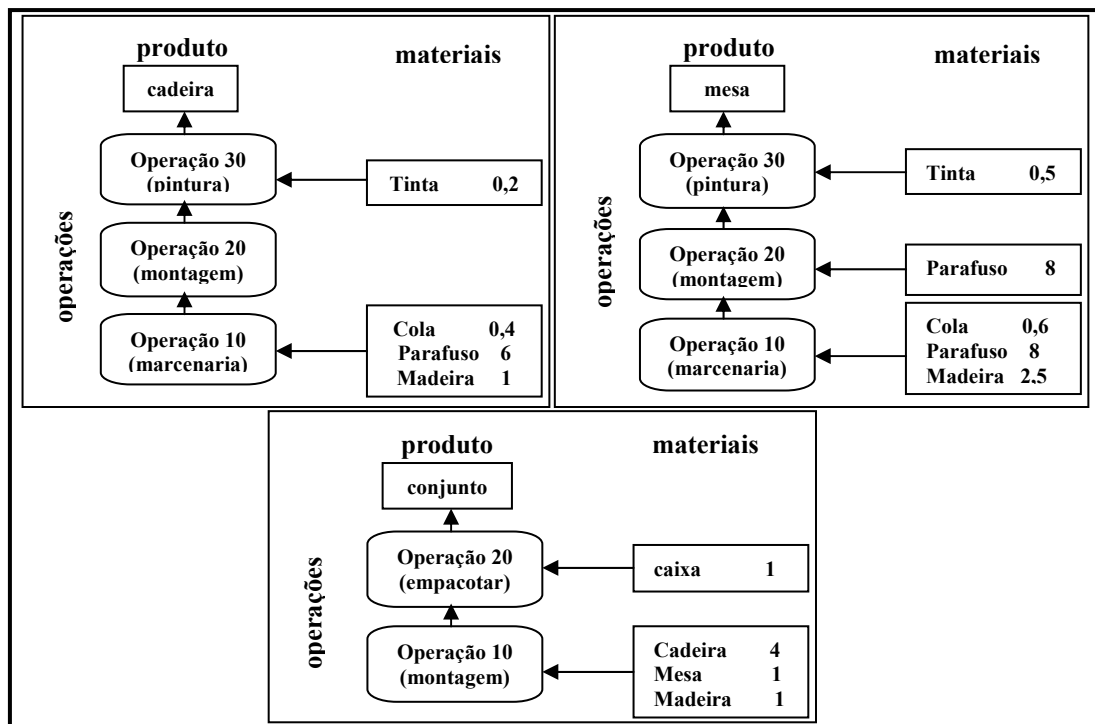


Figura 2.17 Estrutura da lista de manufatura do produto acabado e seus subconjuntos  
Fonte: Hastings, N. A.J., (1992).

Nos casos de cargas excedentes, podem ser previstos:

- o uso de processos alternativos que remetam a carga excedente para outros recursos com disponibilidade horária;
- a ampliação da capacidade do recurso pelo uso de turnos adicionais ou apenas horas extras, quando possível;
- a transferência de pedidos ou operações para outras unidades, quando existirem;
- a subcontratação de serviços de terceiros ou, em último caso a revisão do programa mestre de produção.

Em um sistema convencional de planejamento, quando são esgotadas as alternativas de ampliação da capacidade e mesmo assim mantém-se a inviabilidade de atendimento do programa mestre de produção, retorna-se a etapa anterior e reavalia-se o programa mestre de produção dos pontos de vista de mix, prazos e quantidades. Nesse sistema há, ainda, um segundo momento de avaliação da relação entre a carga e a capacidade de produção disponível que ocorre após a elaboração do plano de materiais.

### **2.10.1 Sistemas de planejamento da capacidade em ambientes MRP**

Em ambientes do tipo MRP é usual efetuar-se a primeira avaliação de carga em relação à capacidade apenas para os recursos, dito críticos, sobre os quais normalmente são observáveis cargas excedentes. Essa prática é denominada Planejamento Grosseiro da Capacidade (RCCP – *Rough Cut Capacity Planning*) - existente como módulo computacional nos sistemas MRP II (*Manufacturing Resource Planning* – Planejamento de necessidade de recursos) e ERP (*Enterprise Resource Planning* – Planejamento de Recursos do Empreendimento). Nessa avaliação, usam-se listas de capacidade (que permitem o cálculo do efeito do *mix* de produtos na carga do conjunto de equipamentos críticos) ou perfis de carga que consideram a distribuição da carga de cada produto nos recursos e no tempo. De acordo com Gelders & Van Wassenhove (1985), essa técnica ignora importantes aspectos tais como: “dimensionamento de lotes; estoque em processo; estoques disponíveis; e a dependência de *lead time* em relação às cargas reais”.

A avaliação de capacidade efetuada com base apenas no somatório das cargas alocadas aos recursos é capaz de determinar quando uma carga é incompatível, mas não é capaz de assegurar que uma carga dita compatível seja efetivamente viável, isto é, que não exceda o tempo disponível previsto após a programação das operações. A figura 2.18 apresenta uma alocação de cargas em diferentes recursos, feita sem outras considerações como, por exemplo, a precedência das operações em cada recurso, o que caracteriza a verificação grosseira.

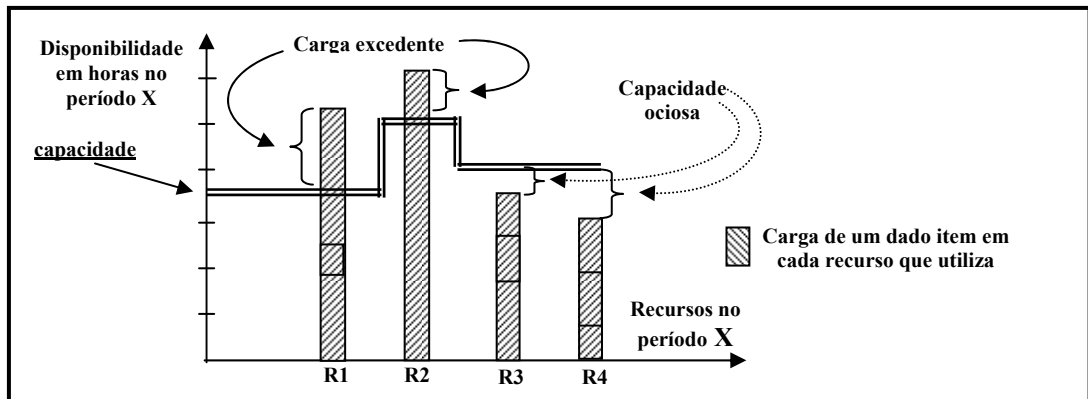


Figura 2.18 Verificação de carga em relação à capacidade  
 Fonte: Elaborada pelo autor.

A inviabilidade pode ser determinada pelas restrições de precedência no uso dos recursos, definidas pelo roteiro de fabricação de cada item, com a impossibilidade de encontrar uma solução de programação satisfatória, para todos os itens previstos, em relação aos prazos em que são necessários.

Nos sistemas MRP II e ERP a segunda avaliação, posterior a elaboração do plano de materiais, é feita pelo módulo CRP (*Capacity Requirement Planning* – Planejamento de Necessidade de Capacidade). Esse módulo executa a avaliação com base em capacidade infinita (Aggarwal & Aggarwal, 1985), (Zijm, 2000). Essa avaliação é feita, considerando, em cada recurso, as cargas específicas determinadas pelos lotes estabelecidos no plano de materiais, bem como os períodos definidos pela dependência entre as operações, estrutura e prazos dos produtos.

### 2.10.2 Síntese do Planejamento da Capacidade nos sistemas OPOQ, MRP, JIT, PBC<sup>3</sup> e OPT<sup>4</sup>

Nos empreendimentos em que os itens são tratados como independentes (OPOQ), à medida que o planejamento é efetuado com base na evolução histórica, a capacidade é progressivamente adaptada às necessidades, com a aquisição de recursos e a adequação dos níveis dos estoques. Os estoques neste caso fazem o papel de capacidade acumulada. Um recurso adicional nas situações de excesso de carga é a

<sup>3</sup> PBC = *Periodic Batch Control* – Controle de Lotes Periódicos.

<sup>4</sup> OPT = *Optimized Production Technology* – Tecnologia de Produção Otimizada.

utilização de roteiros alternativos, que permitem o balanceamento das cargas entre os recursos disponíveis. Também são freqüentes o uso de horas extras e turnos complementares.

Nos empreendimentos que consideram as demandas dependentes e que utilizam listas planas (JIT, PBC), isto é listas sem os itens constituintes dos subconjuntos montados, a distribuição de carga é previamente estudada de forma a haver uma compatibilidade entre ela e a capacidade. Normalmente recomenda-se, nesses casos, haver uma sobre capacidade para assimilar pequenas variações.

Nos empreendimentos que consideram as demandas dependentes, listas de materiais detalhadas e sistemas de planejamento e controle da produção, convencionais, (MRP II, ERP, OPT), o planejamento da capacidade deve ser sistematicamente validado e soluções mais detalhadas devem ser encontradas por ocasião da programação e controle de operações.

Nos empreendimentos que consideram as demandas dependentes, listas de materiais detalhadas e estrutura de planejamento hierárquica, admite-se que o planejamento de capacidade é naturalmente validado porque é simultaneamente elaborado por listas de capacidade e plano de materiais, impedindo o surgimento de sobrecargas.

Após o planejamento da capacidade e a consolidação de quantidades a produzir de cada item, as ordens para obtenção de matérias-primas, componentes, subconjuntos e produtos acabados devem ser então emitidas.

## **2.11 Sistemas de emissão de ordens**

Denomina-se sistema de emissão de ordens, ao conjunto de decisões e ações de médio e curto prazo realizadas no âmbito do planejamento e controle da produção que transforma as informações sobre a demanda, (prevista e / ou efetiva) de um dado período, em instruções e autorização para atendê-las. Para isso, duas atividades são básicas, a geração das instruções para a obtenção de materiais, componentes e produtos nas quantidades e prazos constantes do plano de materiais e a sua liberação, ou autorização, no momento adequado. Essas instruções, denominadas ordens, subsidiam

as operações administrativas e industriais necessárias para atender as demandas de itens e produtos finais. As ordens podem ser de três tipos:

- (1) ordens de fabricação;
- (2) ordens de compra;
- (3) ordens de montagem.

Ordens de fabricação e montagem são usualmente chamadas ordens de produção. Há diferentes tipos de sistemas de geração de ordens que impõem diferentes constituições organizacionais, prestando-se a estratégias específicas.

Essas formas de organização visam promover a coordenação dos fluxos de materiais com as necessidades do mercado consumidor nas quantidades e períodos necessários. Elas dependem da estratégia e exigências físicas de produção. Essas diferentes formas recebem diferentes denominações. Entretanto, a terminologia usual para caracterizá-las não identifica precisamente o grau de intervenção dos clientes nos projetos e as peculiaridades dos produtos a que elas se destinam. São esses parâmetros que definem, em certa medida, o grau de complexidade e o modo de origem da autorização de produção. Essa imprecisão acaba por gerar alguma confusão.

De acordo com Porter et al. (1999), essas diferentes formas de organização são assim definidas:

- **Produção para estoque (*Make To Stock* - MTS)**

A geração de ordens, nessa forma de organização, ocorre em função da reposição de estoques necessários para suprir as necessidades previstas. Assim, segundo estes autores, essa forma de organização aplica-se a:

“...[]....um sistema de manufatura onde a demanda por um espectro de produtos, claramente definidos, é conhecida ou prevista. Os dados de clientes individuais para a especificação do produto e projeto são limitados. Economias de escala freqüentemente levam ao grande volume de fabricação de cada produto. A satisfação do cliente é dependente do produto estar disponível em um armazém que opera como um ‘pulmão’ contra a possibilidade de demanda incerta”, (Porter et al., 1999, p.192).

Essa definição sugere que os produtos tenham um projeto ou receita, pré-definidos e, portanto, sejam produtos padronizados, embora não fique exatamente determinado o possível grau de intervenção dos clientes nos projetos. Supõe-se que se tratem apenas de produtos fabricados (matérias-primas transformadas), tendo em vista existir uma definição específica para produtos montados a partir de itens padronizados.

- **Produção sob pedido (*make to order* – MTO)**

A geração de ordens, nessa forma de organização, ocorre a partir do instante em que um pedido de cliente concretiza-se. Ainda segundo Porter et al. (1999):

“...[...]...produtos padronizados de um espectro pré-definido ou catálogo, são requisitados pelo cliente ou seus agentes. Embora os materiais possam ser comprados e a produção planejada, a fabricação começa somente após a recepção de um pedido firme”, (Porter et al., 1999, p.192).

Essa definição permite inferir que os produtos sejam padronizados, fabricados e/ou montados. Arreola & DeCroix (1998) em contraposição a essa definição, assumem que “a designação MTO indica meramente a produção sem estoque e não significa que o produto é feito sob pedido devido ou não a especificações de clientes”. Portanto, os produtos não são necessariamente padronizados.

- **Montagem sob pedido (*Assemble To Order* - ATO)**

Na definição de Porter et al. (1999), a organização para geração de ordens para a montagem sob pedidos considera que:

“...[...]...os componentes são fabricados por previsão, possivelmente parte montada e armazenada em um armazém ‘pulmão’. O produto é configurado, segundo uma variedade de especificações disponíveis, na recepção de um pedido, a partir de sub montagens básicas ou modulares em estoque. Em um verdadeiro sistema sob pedido não há estoque de produtos finais e o tempo de obtenção é dependente da disponibilidade dos estoques de sub montados do armazém”, (Porter et al., 1999, p.192).

Conforme essa definição, a intervenção dos clientes, na especificação dos produtos, está restrita ao uso de componentes e subconjuntos padronizados, não admitindo configurações inéditas.

- **Engenharia<sup>5</sup> sob pedido (*Enginer To Order* - ETO)**

A organização para geração das ordens, nessa forma de organização, é constituída de tal forma que parte dos produtos seja produzida por previsão de demanda e parte, à medida que os pedidos são estabelecidos e as especificações definidas e projetadas. Ainda de acordo com Porter et al. (1999):

---

<sup>5</sup>O termo ‘engenharia’ foi adotado, na falta de uma palavra em português mais apropriada e diferente de projeto, utilizada para outra definição.

“...[]...um espectro de produtos padronizados é oferecido juntamente com a possibilidade de modificações e personalizações que são feitas sob requisição. O contato com os clientes é freqüentemente direto e os tempos de obtenção são estendidos para incluir os tempos de projeto e manufatura extra”, (Porter et al., 1999, p.192).

Essa definição permite supor que se trate de produtos fabricados e/ou montados, assim como permite também supor que as alterações são necessariamente inéditas, ao menos na composição das formas e funções, ainda que essas possam ser padronizadas.

- **Projeto sob pedido (*Design To Order - DTO*)**

Sob essa denominação, Porter et al. (1999) consideram que:

“...[]...uma área ampla de especialização é oferecida por um fabricante. O produto é projetado e desenvolvido para atender as necessidades ou especificações individuais de um cliente. Por sua definição, todos os produtos fabricados nesta classe serão únicos e terão longos tempos de obtenção”, (Porter et al., 1999, p192).

Essa definição permite inferir que todo o projeto do produto é inédito e não uma mera modificação de um padrão existente seja para a fabricação e/ou montagem. Essa definição não exclui a possibilidade de haver ineditismo apenas na composição, mas sugere a inovação em formas, funções e propriedades.

Uma grande parte da literatura, (Kingsman et al., 1996), (Arreola & DeCroix, 1998), (Van Donk, 2001), (Rajagopalan, 2002), é dedicada, particularmente, as classes MTS e MTO, devido a crescente substituição dos sistemas que tradicionalmente produziam para estoque por sistemas mais ágeis, produzindo sob pedido dos clientes. A preocupação central é poder atender aos pedidos, como formulados pelos clientes, mantendo ou reduzindo os custos de produção. Grande parte desses trabalhos dedica-se a uma forma híbrida de organização, decorrente da transição de um modelo para o outro ou por características específicas dos mercados a montante e a jusante no processo industrial, que imponham tal hibridismo. No caso da transição, o modelo híbrido pode ser consequência de uma mudança para uma estratégia de diversificação, para uma estratégia de inovação em ciclos mais curtos, ou ambos.

- **Produção híbrida (*make to order, make to stock* – MTO/MTS)**

A geração de ordens, nessa forma de organização, ocorre tanto para satisfazer níveis pré-estabelecidos de estoque, quanto para atender pedidos específicos de clientes. Podem-se identificar dois possíveis tipos de produção híbrida nessa estratégia:

- em seqüência: em que o processo é subdividido em duas etapas; uma primeira etapa em que os produtos são semiprocessados e armazenados e, cuja emissão de ordem é função do nível de estoque intermediário e; uma segunda etapa em que, na seqüência, os semiprocessados são retirados desse estoque intermediário para compor os produtos finais desejados pelos clientes, segundo pedidos específicos; para esta etapa há uma nova geração de ordens do tipo sob pedido, com elementos inéditos (sob projeto) ou não.
- em paralelo: O sistema básico de geração de ordens pode ser do tipo para estoque ou do tipo sob encomenda; no primeiro caso as ordens são normalmente geradas visando à reposição de estoques, mas podem periodicamente criar ordens específicas, visando atender as peculiaridades dos pedidos de alguns clientes; no segundo caso, o sistema básico de geração de ordens opera criando ordens específicas para atender pedidos diferenciados dos clientes e, na ausência destes, operam repondo estoques de itens comuns ou produtos padronizados; ambos os tipos de ordens, na estratégia híbrida em paralelo, fazem com que os produtos concorram no tempo pelos mesmos recursos produtivos.

A diferença entre os sistemas em seqüência e em paralelo reside basicamente no momento do processo em que se dá o denominado “ponto de desacoplamento” (*Decoupling Point*), ou “ponto de pedido do cliente” (*Customer Order Point* – COP) (Olhager & Östlund, 1990). Segundo Van Donk (2001), “o ponto de desacoplamento separa a parte da organização orientada em direção a atividades para pedidos de clientes, da parte da organização baseada em previsão e planejamento”. Ainda segundo esse autor, este ponto “indica quão profundamente o pedido do cliente penetra no fluxo de bens”. Pode-se entender assim, que o sistema em paralelo opera como um aprofundamento total do ponto de desacoplamento, no sistema de produção.



A escolha do tipo de estrutura do sistema de geração de ordens de produção está associada à estratégia de produção e esta, por sua vez, a parâmetros relacionados ao mercado, ao produto e ao processo. No que diz respeito ao mercado, são relevantes: o seu volume de demanda, sua estabilidade e forma de relação com a empresa (aquisição de estoque ou sob pedido). No tocante ao produto são relevantes: a sua padronização, sua diversidade e perecibilidade. Com relação ao processo são relevantes: a sua complexidade, sua forma de fluxo e ciclo de fabricação.

Os sistemas de liberação sucedem os sistemas de geração de ordens, sendo responsáveis pelo momento e forma com que as instruções e autorização de produção são transmitidas à fábrica. Eles podem ser dos seguintes tipos:

- centralizado: quando há um órgão específico na estrutura de planejamento, responsável por todas as atividades associadas à geração e liberação de ordens;
- descentralizado: em que um órgão central responsabiliza-se apenas pelo estabelecimento de parâmetros operacionais que tornam a geração estática, isto é, dissociada dos pedidos individuais e executada uma única vez para um dado intervalo de tempo; as atividades de liberação são decididas, de forma autônoma e descentralizada; essas decisões são monitoradas pelos executores nos centros de trabalho, de acordo com os parâmetros operacionais previamente estabelecidos.

As atividades de geração de ordens e de liberação são implementadas segundo a estratégia a ser seguida. Essas formas de implementação da função emissão de ordens podem ser do tipo: OPOQ<sup>6</sup>, MRP, e KANBAM, este último associado ao JIT.

### **2.11.1 Sistemas de emissão de ordens OPOQ (*Order Point Order Quantity*)**

Os sistemas de emissão de ordens OPOQ são assim denominados, porque são ativados de acordo com a disponibilidade de estoque em dado momento.

Segundo Johnson & Montgomery (1974), denomina-se estoque a tudo que possa ser armazenado com propósitos de utilização posterior. Os estoques existem como

---

<sup>6</sup> OPOQ = Order Point Order quantity = Ponto de Pedido Quantidade Pedida

decorrência de uma diferença real entre os momentos de obtenção e de utilização dos materiais, componentes ou produtos, ou ainda como decorrência de uma diferença potencial devida às incertezas inerentes às atividades de obtenção dos itens. Podem, entretanto, ser criados como uma atitude especulativa ou como uma estratégia comercial (Scarpelli, M.; in Batalha et al., 1997).

De acordo com Sipper & Bulfin (1997), os Sumerianos, 5000 anos A.C., já efetuavam registros de controle de estoques. Assim, os sistemas de geração de ordens de reposição, a partir do controle de estoques devem remontar, provavelmente, à própria origem desses controles, ainda que nos primórdios isso, talvez, fosse baseado apenas em dados empíricos.

Ainda segundo Scarpelli (1987), nos sistemas produtivos, pode-se ter estoques que precedem o processamento, estoques que ocorrem durante o processamento e estoques posteriores ao processamento. Precedem o processamento os estoques de matérias-primas e de insumos (componentes comprados que se incorporam aos produtos durante o processamento, como parte deles ou como parte de sua obtenção). Esses estoques dão origem à geração de ordens de compra para repô-los.

Os estoques que ocorrem durante o processamento são denominados estoque em processo (*WIP - work in process*). Eles são constituídos por todos os materiais, componentes e conjuntos pertinentes aos produtos, que se encontrem na planta industrial nas suas diferentes situações de produção, que podem ser: de espera, de transporte, de inspeção, de preparação ou em operação.

A espera é normalmente decorrência de uma falta de coordenação no uso dos recursos produtivos, decorrência de eventos fortuitos como quebras de máquinas ou uma forma premeditada de garantia contra os eventos fortuitos.

A espera para garantia contra eventos fortuitos pode gerar estoques sob controle formal, como no caso de estoques intermediários de itens a serem montados, subconjuntos prontos para montagem final ou mesmo para a administração de fluxo em equipamentos gargalo. A espera também pode constituir estoques circunstanciais, não formalmente registrados como tal, quando são meros resultados de problemas com a liberação das ordens e sincronia no fluxo dos materiais.

São ditos estoques posteriores ao processamento os estoques de itens e produtos acabados, disponíveis para fornecimento ao mercado. Estes estoques são criados como

função de políticas de atendimento ao consumidor, incerteza da demanda, ou incerteza no tempo de reposição.

Os estoques pré e pós-processamento são denominados por Hax & Candea (1984) “estoques permanentes”. Os estoques em processamento são denominados, por esses autores, “estoques temporários”.

O que se busca quando se administra estoque é estabelecer políticas e modelos de dimensionamento para a reposição que simplifiquem o trabalho de gestão, proporcionem um bom fluxo de produção e determinem um ponto econômico de equilíbrio entre a falta de material e seu excesso.

Nos sistemas de produção industriais a decisão de repor estoques obedece normalmente a parâmetros de demanda e tempo de reposição. Para que não haja falta de um item assim administrado, a quantidade disponível em estoque dividida pela taxa de consumo deve resultar sempre maior ou igual ao tempo de reposição. Em princípio, cada item é administrado individualmente e a taxa de consumo é função do histórico de demanda.

O tempo de reposição do estoque de itens e produtos acabados depende do ciclo de fabricação e nunca deve ser menor que a soma dos tempos das operações de obtenção de cada um deles, sob pena de incorrer na falta desses itens e produtos, quando necessários. Esse estoque só poderá ser nulo quando seu fornecedor, o estoque de materiais em processo, igualar sua taxa de suprimento à taxa de consumo do mercado externo e, o momento de fornecimento, estiver em sincronia com o momento de consumo. A Figura 2.19 mostra a relação entre os estoques em um ambiente industrial.

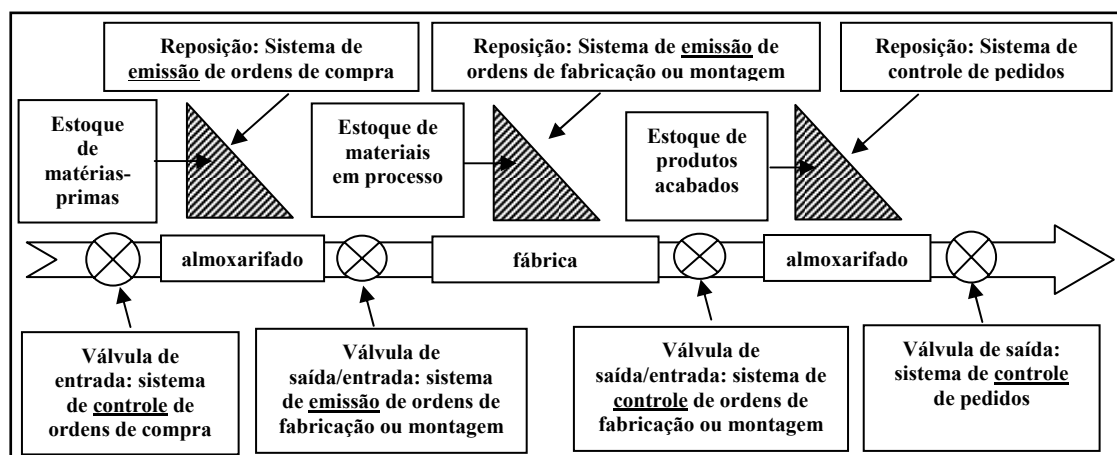


Figura 2.19 Relação entre os possíveis tipos de estoque em um ambiente industrial  
Fonte: Elaborada pelo autor.

O sistema de geração de ordens do tipo ponto de pedido/ponto de ressuprimento ou OPOQ pode operar basicamente segundo duas possibilidades (Holstein, 1968); (Chase & Aquilano, 1977); (Wight, 1974); (Resende, 1989):

- (1) Ponto de encomenda;
- (2) Sistema periódico, sistema de período de pedido fixado, sistema de revisão periódica ou ainda denominado sistema de intervalo de pedido fixado.

No primeiro sistema, a ação de reposição é disparada por um evento enquanto no segundo sistema a ação de reposição é disparada pelo tempo. A Figura 2.20 apresenta o modo operacional desses dois tipos de sistema, segundo Chase & Aquilano (1977).

De acordo com Resende (1989), o ponto de encomenda ou nível de reposição “é a quantidade de material em estoque que serve de referência para que seja emitida uma ordem de obtenção de mais material. Isso deve ocorrer toda vez que o nível de estoque disponível se iguala ou cai abaixo do nível de reposição”.

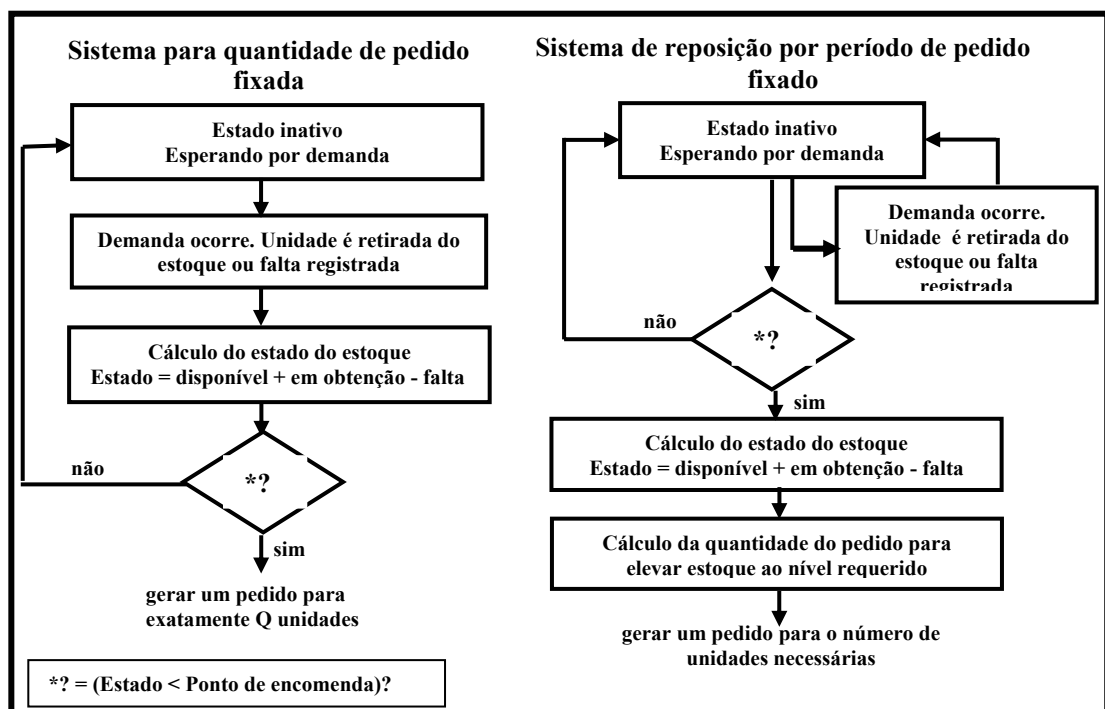


Figura 2.20 Comparação de sistema de estoque de quantidade de pedido fixada e reposição por período de pedido fixado

Fonte: Chase & Aquilano (1977).

Segundo Hax & Candea (1984), os sistemas de estoque, por esses autores denominado “puros”, além de aplicações em atividades do comércio em geral, podem

ser utilizados na produção, “em ambientes de fabricação simples que não sejam afetados por significativas flutuações na demanda e onde uma grande capacidade esteja disponível. Como estas condições são, raramente, encontradas na maioria dos ambientes de produção, sistemas de estoque puros são basicamente utilizados apenas para apoiar decisões de compra”.

Uma das maneiras de se operar o sistema OPOQ é denominada Runout e aplica-se nas situações em que diferentes produtos usando uma mesma linha de produção têm a geração de ordens programada segundo a disponibilidade de estoque de cada produto associada à sua taxa de demanda. Dessa forma, itens cuja duração prevista do estoque seja menor são repostos antes (Chase & Aquilano, 1977).

No que diz respeito a ambientes que fabricam produtos complexos, isto é, produtos formados por diferentes itens, os sistemas do tipo OPOQ tratam cada item como uma unidade independente e administram cada um deles com base em sua própria história de demandas, tempo de obtenção e parâmetros de custo.

Os sistemas de geração de ordens de reposição do estoque do tipo OPOQ ignoram as particulares demandas acarretadas pelas diferentes aplicações de um item em produtos montados. Admite-se que essas demandas estejam contempladas pelo dimensionamento do estoque e que haja uma natural compensação no longo prazo. Entretanto, os sistemas do tipo OPOQ são vulneráveis em situações onde haja uma demanda sistematicamente crescente, (Etienne' 1983).

Os sistemas de reposição de estoque geram ordens que não são avaliadas com relação à utilização da capacidade (Strieckwold, 1990).

De acordo com Newman & Sridharan (1992), uma pesquisa desenvolvida nos Estados Unidos, a partir de uma amostra com 185 empresas das quais 165 forneceram informações suficientes, 22% declararam usar sistemas baseados em reposição de estoque. Predominantemente pequenas empresas com fluxo do tipo *job shop* ou *flow shop*. Embora os resultados verificados não fossem considerados espetaculares, foram caracterizados como bons.

Segundo Schonberger (1983):

“...[]...inadequações dos sistemas de ponto de encomenda tendem a ficar aparentes quando a linha de produto de uma empresa aumenta, especialmente se os produtos são complexos e compartilham peças, isto é, quando os itens finais têm lista de materiais profunda. A falta de capacidade de explosão em listas de materiais (BOM) começa a incomodar e o peso de listas quentes (itens urgentes)

torna-se excessivo. Empresas de médio porte tem freqüentemente experimentado tais problemas de crescimento e usualmente tem-se convertido para um estágio mais avançado”, (Schonberger, 1983, p.38).

### 2.11.2 Sistemas de emissão de ordens PBC (Periodic Batch control)

O sistema PBC parte de um programa mestre em que se aplica a explosão do produto, porém com listas de materiais estruturadas de tal forma que o *lead time* de obtenção é semelhante em todos os níveis.

Assim, o sistema PBC, de acordo com Rizebos (2001), difere de outros sistemas de planejamento ao utilizar os três seguintes princípios:

- 1- Liberação de Ordens em ciclo único: refere-se à freqüência de liberação de ordens de produção. Cada item tem a mesma freqüência de emissão de ordens que seus pais;
- 2- Fase única: refere-se ao momento da liberação das ordens de produção. As ordens de produção são liberadas para a fábrica no mesmo momento (definido como o início do período);
- 3- Tempo de execução único: refere-se ao *lead time* da ordem de produção (por nível); todas as ordens têm idêntico *lead time*.

Define-se o sistema PBC como um sistema PBC unicyclo quando ele usa o mesmo ciclo e mesma fase para todos os produtos e itens. O tempo entre duas entregas determina o tempo de ciclo e ele é apresentado como a área sombreada na Figura 2.21a. Todos os produtos também usam a mesma fase, à medida que elas iniciam a produção no mesmo instante. A Figura 2.21b mostra uma alternativa com tempos de ciclo iguais aos de execução.

Para que os ciclos de produção sejam idênticos para cada componente e produto, nos diferentes níveis, pode ser necessária, além de uma redefinição da estrutura do produto, uma reconfiguração do método de produção dos pontos de vista de estabelecimento de roteiro de fabricação e, se necessário, de *layout* da empresa além de possível alteração da capacidade de produção em cada etapa.

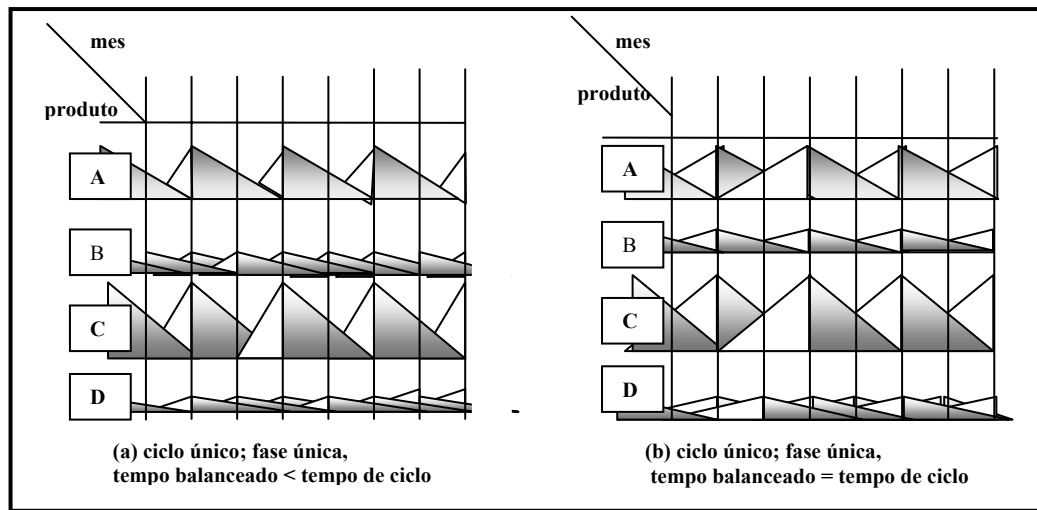


Figura 2.21 Sistema PBC Uniciclo (a) tempo de emissão menor (b) tempo de emissão igual

Fonte: Riziebos, J., (2001).

O exemplo da Figura 2.22 mostra uma situação em que um nível na lista de materiais foi suprimido.

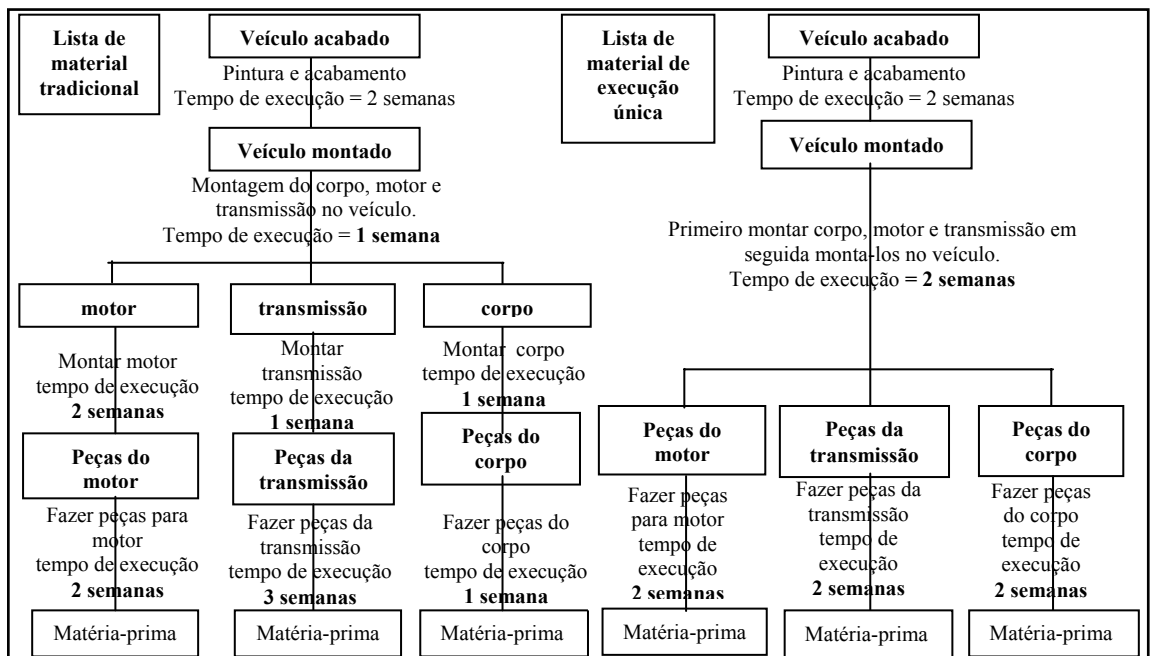


Figura 2.22 Exemplo de lista de materiais tradicional versus a de tempo de execução único

Fonte: Riziebos J., (2001).

Isso significa ainda, de acordo com Riziebos (2001), que:

“...[.]...no sistema PBC uma decisão administrativa sobre o tamanho do tempo de produção desejado por ordem de produção precede a decisão administrativa sobre a combinação de operações na ordem. A decisão sobre o tempo de atravessamento tem que ser igual para todas as ordens em um sistema de tempo de balanceamento único”, (Riziebos, 2001, p.45).

O PBC libera as ordens de produção por nível, por isso, uma rede de ordens de produção tem que ser completada envolvendo vários períodos de tempo. O PBC é um sistema de ciclo único, assim, ele usa o mesmo ciclo de planejamento para todos os produtos que são controlados com este sistema. A cada período, ele libera as ordens de produção para todas as peças e componentes requeridos para a quantidade de produtos finais determinada para o próximo ciclo. Esta periodicidade é uma característica essencial do sistema de planejamento PBC e isso leva a mesma frequência de ocorrência de produtos no plano, a menos que estes produtos tenham demanda variável. Isso significa que o plano é dimensionado para uma capacidade determinada e eventualmente opera com carga inferior ou há uma compensação de cargas, determinada por quantidades de diferentes produtos finais no *mix* do programa mestre de produção.

As principais diferenças entre os sistemas PBC e os sistemas OPOQ estão relacionadas à forma de dimensionamento dos lotes e forma de geração das ordens. Os modelos OPOQ normalmente obedecem a critérios de custo para dimensionamento dos lotes e geram ordens em períodos individuais para cada item. No PBC o dimensionamento do lote é feito em função do ciclo e carga, estabelecidos, e a geração é feita em conjunto para todos os itens (Benders & Riziebos, 2002).

### **2.11.3 Sistemas de emissão de ordens MRP**

No sistema MRP as ordens são geradas de acordo com um programa mestre aprovado (Hastings et al., 1982). O sistema utiliza a técnica de programação retroativa que começa pelos prazos dos itens finais e calcula retroativamente, com o uso do *lead time* definido para cada item, quais são as datas necessárias de geração das ordens de produção ou compra dos materiais e componentes, (Gelders & Van Wassenhove, 1985), (Taylor et al., 1981). A estrutura básica do sistema MRP foi criada para determinar as quantidades a produzir estritamente necessárias nos momentos necessários. Entretanto, podem-se identificar diferentes possíveis formas de emissão de ordens de produção,



associadas aos sistemas de cálculo de materiais do MRP, que não se coadunam com essa premissa. As possíveis formas de emissão de ordens de produção em um sistema MRP estão apresentadas a seguir (Hopp & Spearman, 1996).

- (1) Lote a lote;
- (2) Lote a intervalo fixo;
- (3) Lotes fixos.

No sistema de geração de ordens MRP lote a lote, dimensionam-se os lotes estritamente de acordo com cada demanda em cada período. Este método impede que resultem saldos excedentes em estoque. Entretanto, pode incorrer em uso inadequado dos recursos produtivos tendo em vista os tempos de preparação necessários.

No sistema de geração de ordens por intervalo fixo, o lote corresponde ao somatório das demandas de um intervalo determinado de períodos adjacentes. Agregam-se os lotes de períodos adjacentes de modo a compor menos lotes com quantidades maiores. Não há saldos excedentes em estoque ao término do intervalo de tempo estabelecido, embora existam estoques, como função do número de períodos adjacentes considerados. De acordo com Buxey (1989), a idéia de combinar necessidades líquidas para períodos de tempo adjacentes de modo a alcançar economias de escala em compras ou em lotes de processamento, lembra a teoria da “demanda independente” (controle de estoque), que é a antítese da lógica MRP.

No sistema de geração de ordens MRP com lotes fixos, de acordo com Hastings et al. (1982), os lotes de itens fabricados serão normalmente baseados em algum critério ponderado por custos de preparação (*set-up*) contra custos de manutenção de estoques (*holding costs*). Nesse caso, são geradas tantas ordens de produção de lotes com essa dimensão quantas sejam necessários para atender a demanda estabelecida em cada período ou certo número de períodos adjacentes. Duas situações podem ocorrer com essa prática; a quantidade de obtenção determinada é exatamente a necessária (múltipla do lote) ou então; restará alguma sobra em estoque. Isto implica que no cálculo de necessidade do período subsequente, a disponibilidade de estoque deve ser deduzida da necessidade bruta.

Assim, o cálculo da necessidade líquida a obter será:

Necessidade líquida = necessidade bruta – estoque (sobra do período anterior)

Buxey (1989) critica o modelo de lote econômico, pois ele “omite o fator mais importante no planejamento da produção, isto é, a capacidade”. Os diferentes tipos de dimensionamento de lote podem ainda considerar a necessidade de manutenção de um estoque mínimo de segurança.

Nos sistemas do tipo MRP o *lead time* é baseado inicialmente no conhecimento empírico que se tenha do processo de produção e em seguida na média dos tempos que cada instrução de obtenção do item consumiu. Essa média é um valor grosseiro porque não considera a dimensão de cada lote de fabricação do item ou os tempos de fila despendidos em cada caso, como decorrência do *mix* de produção existente na ocasião. A adoção desta média baseia-se na suposição de que ela seja uma representação real do comportamento da empresa.

Considerando que as operações de obtenção dos itens são diferentes, um sistema de emissão de ordens deve estabelecer então não só quanto de cada item é necessário em cada ordem de produção, mas também, quando devem estar disponíveis e quando as providências devem ser acionadas.

O uso de *lead times* de obtenção independentes, por item, tornou o MRP conhecido como sistema “time phased”.

Nos termos em que foi proposto, o sistema MRP pode então programar o início de execução das providências de obtenção dos itens e produtos, conforme a previsão de demanda traduzida no Programa Mestre de Produção (MPS ou Master Production Scheduling). Isso pode ser feito segundo lotes de dimensões fixas, pré-determinadas para cada item, ou lote a lote, isto é, de acordo com as quantidades das encomendas que chegam dos clientes, também considerando os tempos de obtenção definidos.

O sistema MRP de emissão de ordens considera dois tipos de ordens, ordens previstas e ordens liberadas. Ordens previstas podem ser alteradas, ordens liberadas estão em processo de execução e não devem ser alteradas. Como o processo industrial é dinâmico, tanto do ponto de vista da entrada ou cancelamento de pedidos de clientes, como do ponto de vista da execução das operações das ordens liberadas, conforme planejado, é necessário prever a possibilidade de incorporar ao sistema de geração de ordens mecanismos de correção que considerem a ocorrência de eventos que alterem esse planejamento. Assim, de acordo com Fortuin (1977), “dois tipos de sistemas MRP

podem ser encontrados na prática”: sistemas MRP regenerativos e sistemas MRP por mudanças líquidas.

Os sistemas MRP regenerativos refazem todo o processo de explosão dos produtos e cálculos de lotes e prazos, considerando as ordens já liberadas como entradas planejadas em estoque. Esse tipo de revisão é feito com uma frequência menor, dado o volume de processamento necessário para refazer todos os cálculos.

Os sistemas MRP por mudanças líquidas refazem o cálculo de lotes e prazos apenas para os itens afetados pelos eventos. Alguns sistemas permitem que as alterações sejam circunscritas pelo planejador apenas a uma parte da árvore do produto ou que apenas a árvore afetada seja assinalada, deixando que as alterações de grande porte sejam efetuadas quando da próxima revisão completa do programa. Como as alterações neste tipo de sistema são menores, pode-se ter uma frequência maior de intervenções;

Fortuin (1977) considera a técnica de planejamento de necessidades por mudanças líquidas superior à técnica regenerativa porque, dada a menor frequência desta, seu sistema mostra-se sempre de alguma forma desatualizado. Em contraponto, Hopp & Spearman (1996) destacam que a técnica de planejamento por necessidades líquidas pode reduzir o desempenho do sistema face ao grande número de pequenos lotes que podem manter-se em produção, por exemplo, pelo cancelamento de parte de sua necessidade. A manutenção de pequenos lotes pode dar origem ao fenômeno de má utilização dos recursos produtivos, denominado “nervosidade”. Hoje é usual trabalhar-se com as duas formas de correção do planejamento. Utiliza-se a técnica de mudanças líquidas dentro do período e a técnica regenerativa entre períodos.

#### **2.11.4 Sistemas de Emissão de Ordens (JIT) KANBAM**

Uma característica essencial nos sistemas (JIT) Kanban é que seu lote de transferência, para um mesmo item, não é necessariamente constante entre diferentes estações de trabalho, embora o seja entre cada duas estações específicas. Assim, a dimensão de cada lote de transferência de cada item entre duas estações de trabalho é função do balanceamento da carga entre elas e dos níveis de saída de cada item para manter o fluxo de abastecimento dos produtos finais. Essas restrições, previamente estudadas no programa mestre de produção e plano de capacidade, fazem com que as

ordens de produção sejam desdobradas em ordens para cada operação e ordens para cada transferência entre postos de trabalho ou células, dependendo da estrutura física da empresa. Esses desdobramentos geram os denominados kanbans (cartões) de transporte e de produção. Os kanbans de transporte são responsáveis pela instrução de entrega de materiais entre cada dois postos de trabalho (ou célula de fabricação) e os kanbans de produção responsáveis pela instrução de fabricação em cada posto de trabalho (ou célula).

A cada kanbam de transferência entre dois postos de trabalho corresponde um container cuja quantidade de transferência é calculada segundo o nível de estoque que se deseja manter no posto de trabalho receptor.

Assim, a primeira preocupação do sistema de geração de ordens do tipo Kanbam é o número mínimo de kanbans de transporte. Miltenburg & Wijngaard (1991) desenvolveram uma formulação que, determina o número de cartões de produção e o número de cartões de transporte a serem gerados. Eles correspondem a ordens de produção e instrução de liberação, respectivamente.

O lote de transporte assim estabelecido fornece estoque suficiente apenas para impedir a produção de ser paralisada no posto de trabalho subsequente, enquanto se executa a fabricação de outro lote.

Estando as quantidades por cartão calculadas e a quantidade de cada tipo de cartão determinada, eles são gerados uma única vez e entregues aos postos de trabalho ou células, que os liberarão de acordo com suas necessidades e a seqüência prevista pelo programa de materiais.

## **2.12 Sistemas de programação e controle da produção**

Os sistemas de programação e controle da produção estão estreitamente associados aos sistemas de emissão de ordens e fazem parte do planejamento de curto prazo. Eles são responsáveis pela elaboração da programação da produção, isto é, o ordenamento das operações das ordens de produção liberadas, no tempo, nas respectivas unidades de produção e células ou postos de trabalho (dependendo de como o sistema produtivo é fisicamente estruturado). Também são responsáveis pela verificação de desempenho e encaminhamento dos problemas e soluções.

A programação da produção é uma função que tem por finalidade satisfazer o plano de materiais e o programa mestre de produção acionando a fábrica na execução das operações de fabricação de itens e produtos conforme as quantidades e prazos necessários. Para tanto estabelece e fornece de forma compatível, as seguintes informações:

- momento de início das operações de cada um dos itens das ordens de produção;
- momento de conclusão das operações de cada um dos itens das ordens de produção;
- recursos produtivos a serem utilizados em cada operação de obtenção dos itens.

O sistema de programação e controle da produção também oferece um cenário detalhado da carga para os próximos períodos em cada recurso produtivo, ou posto de trabalho, conforme a partição do tempo e horizonte adotados.

De acordo com Holstein (1968), a distinção entre programa mestre e programa de produção, que ele denomina de curto prazo, “em algumas empresas é acadêmica, especialmente aquelas especializadas em itens ou produtos feitos sob encomenda (*make to order*) com curtos ciclos de fabricação”. Sobretudo, porque a crescente rapidez e capacidade de processamento de dados reduzem cada vez mais as diferenças entre elas.

A programação pode ser feita considerando:

- um carregamento infinito ou carregamento finito;
- um ordenamento progressivo, regressivo ou misto;
- a busca da solução ótima ou uso de regras heurísticas de despacho;
- o uso de lotes íntegros ou lotes de processo diferentes dos lotes de transferência;
- a possibilidade de superposição de operações ou não;
- o tempo de preparação de máquina dependente da operação do item anterior.

Denomina-se carregamento finito a programação que tem por pressuposto a limitação temporal do uso dos recursos produtivos, isto é, ela deve ser feita considerando a capacidade dos recursos produtivos limitada em um intervalo de tempo disponível delimitado. A programação com carregamento infinito supõe que os prazos

possam ser estendidos a medida que seja necessário ou que a capacidade dos recursos possa ser expandida, se o intervalo de tempo for limitado (Wight, 1984), (Gaither & Frazier, 2001).

Denomina-se programação progressiva (forward) a forma de ordenar seqüencialmente as operações necessárias à fabricação de cada item nos respectivos recursos. A partir de uma data de início pré-determinada para a primeira operação de cada item, progride-se no tempo para alocar cada respectiva operação sucessora. Inversamente, denomina-se programação retroativa (backward), a forma de se ordenar seqüencialmente às operações necessárias à fabricação de cada item, nos respectivos recursos, partindo-se da data desejada para a conclusão da última operação em cada item, retroagindo-se no tempo para alocar cada respectiva operação predecessora.

Busca da solução ótima em programação da produção é a aplicação de um modelo cuja solução é a melhor possível, em relação a um dado objetivo, consideradas as restrições existentes. A solução ótima é extremamente difícil de ser obtida, embora a regra de Johnson permita obterem-se programas ótimos, no caso de duas ou três máquinas. De acordo com Buxey (1989) entre os possíveis modelos há:

“...[.]...algoritmos baseados em enumeração implícita utilizando programação linear, método Branch & Bound, programação dinâmica, etc... e finalmente tem sido desenvolvida alguma heurística lógica”, (Buxey, 1989, p.26).

Entretanto, ainda segundo esse autor:

“...[.]...a maior parte desses trabalhos é acadêmica, devido à natureza dinâmica da produção e a inerente complexidade do ambiente do chão de fábrica” (Buxey, 1989, p.26).

Regras heurísticas de despacho são as diferentes formas de priorizar a escolha do item/operação a executar em cada recurso a cada momento que um esteja ocioso. O uso de uma heurística é estabelecido tendo em vista um objetivo específico sem que, entretanto, tenha-se qualquer garantia de que a solução obtida seja ótima. As vantagens de utilização de uma regra heurística são a simplicidade e rapidez da decisão, para efeito de programação. Entre as regras heurísticas possíveis, Holstein (1968) destaca as regras simples e regras compostas.

**Regras simples:**

- prazo mais cedo: programar primeiro a operação do item que tenha menor prazo; essa heurística resulta em bom desempenho no cumprimento de prazos;
- menor tempo de processamento: programar primeiro a operação do item que tenha o menor tempo de execução (tempo de preparação mais tempo da operação) no recurso; essa heurística resulta em baixos estoques em processo, médias de tempo dos ciclos de fabricação baixos e bom desempenho no cumprimento de prazos;
- primeiro que chega primeiro servido: programar primeiro a operação do item que se apresente disponível primeiro; resulta em baixa variação do ciclo de tempo de fabricação.

**Regras compostas:**

- folga mínima: a folga é definida como o tempo (de calendário) ainda disponível antes do prazo de entrega de cada item, menos o respectivo tempo total de processamento ainda faltante; o uso dessa regra acarreta um desempenho muito bom no cumprimento dos prazos de entrega;
- razão crítica: é uma regra de programação do tipo ‘folga’, feita para itens produzidos sob pedido; a razão crítica é igual ao prazo menos a data atual, dividido pelo número de dias requeridos (o total de tempo empregado em preparação, operação, movimento e tempos de espera) para completar as operações do item; esse mesmo critério, quando usado para reposição de estoque, equipara a razão crítica ao resultado da divisão da quantidade de estoque disponível no ponto de ressuprimento pelo *lead time* padrão remanescente, dividido ainda pelo lead time total de fabricação.

Segundo Buxey (1989), o menor prazo é a regra de despacho mais utilizada.

O uso de lotes íntegros significa que o processo de programação considerará sempre a mesma dimensão de lotes, estabelecida no plano de materiais ou no próprio processo de programação, para efetuar o ordenamento de todas as operações dos itens nos respectivos recursos.

O uso de lotes de processo diferentes dos lotes de transferência significa que no desenvolvimento da programação os lotes, originalmente estabelecidos no planejamento

de materiais, podem ser divididos ou agrupados de acordo com a conveniência em cada operação ou entre cada duas operações de cada item. Este recurso é utilizado para compensar os diferentes tempos de processamento das operações dos diferentes itens, promovendo um balanceamento no fluxo de materiais entre os recursos.

A superposição de operações significa que, no processo de programação, não é necessário aguardar pela conclusão de uma operação em todos os componentes de um lote para se iniciar a próxima operação nos componentes desse lote. Isso implica que em uma programação com superposição podem-se ter duas ou mais máquinas executando operações diferentes (pertencentes à seqüência do roteiro de fabricação do item), em um mesmo lote.

Preparação dependente do item anterior significa que o tempo de preparação para a próxima operação pode ser maior ou menor, dependendo de qual operação tenha sido concluída imediatamente antes no equipamento. Assim é usual programar-se em seqüência, lotes de itens que se utilizam, de uma mesma matéria-prima, de um mesmo ferramental, ou ainda, que impeçam ou reduzam a possibilidade de contaminação (química, física ou bacteriológica), na operação, do lote do item subsequente.

Após a atividade de programação segue-se a atividade de controle, mais apropriadamente denominada monitoramento, em que se verifica a condição da execução programada. Esta verificação pode dar-se ao término da execução de cada operação ou segundo momentos de avaliação como, por exemplo, ao fim de cada turno de trabalho. Pode ser feita em cada posto de trabalho, em grupos de postos ou ainda para o processo como um todo. Os registros de monitoramento podem ser manuais ou eletrônicos ou ainda via sensores, Simon et al. (2004).

As diferentes formas e possibilidades de se tratar a programação e controle da produção podem ser combinadas, em um sistema apropriado às condições de cada empreendimento, visando atender às políticas previamente definidas. Dada a estreita relação dos sistemas de programação e controle com os sistemas de emissão de ordens, pode-se analisá-los sob as mesmas estruturas destes, isto é, MRP (e seus derivados MRP II e ERP), sistema JIT/Kanban, sistema PBC e sistema OPT. Para a programação e controle é necessário destacar ainda que existe o sistema híbrido específico para esta função, denominado CONWIP (Estoque Constante em Processo). Também cabe destacar que os sistemas de programação e controle do tipo OPOQ não apresentam



qualquer particularidade como atividade de controle, utilizando-se de regras heurísticas para a programação e registro de término, por operação, em cada posto de trabalho. Assim não serão abordados neste trabalho.

### **2.12.1 Sistemas de programação e controle da produção no MRP, MRP II e ERP**

Os sistemas de emissão de ordens baseados em estruturas MRP especificam as ordens liberadas a serem fabricadas para cada item em cada início de período. De acordo com Goldratt (1988), tanto a abordagem de programação com capacidade infinita quanto à programação com capacidade finita resultaram *softwares* comerciais. Ainda segundo este autor, os *softwares* MAPICS (também denominado COPICS) no caso da programação infinita, e CLASS (mais tarde CLASSE-E) para a abordagem de programação finita, destacaram-se como líderes no mercado.

Nos sistemas do tipo MRP executa-se uma programação regressiva usando os prazos como critério básico de prioridade. Os sistemas MRP II e ERP dispõem do módulo de programação e controle da produção SFC (*Shop Floor Control*) para a programação com capacidade finita.

Uma primeira proposição de programação progressiva com capacidade finita foi formulada por Hastings et al. (1982), no que eles denominaram de MRP baseado em programa, para diferenciar do MRP baseado em *lead times* pré-definidos, tidos como uma das causas centrais dos problemas de programação. Taal & Wortmann (1997) apresentaram uma revisão dos autores que trabalharam com a questão de programação em sistema MRP, mostrando o paradoxo entre tentar evitar os problemas de programação atuando com informações agregadas em nível superior, porém introduzindo os erros naturais da agregação, *versus* resolver os problemas de capacidade na programação quando as condições já estão delimitadas. Taal & Wortmann (1997), concluíram afirmando que:

“...[]...é difícil encontrar métodos de planejamento que simultaneamente planejem materiais e capacidade, previnam problemas de capacidade de alcançar o chão de fábrica, enquadrem-se dentro da estrutura do MRP II e utilizem plenamente a flexibilidade do sistema de produção”, (Taal & Wortmann, 1997, p.247).

No que diz respeito ao controle, ainda de acordo com Taal & Wortmann (1997):

“...[]....em anos recentes muitas companhias tem tentado resolver os problemas do chão de fábrica implementando sistemas de programação de capacidade finita, *Shop Floor Control*, mas a principal desvantagem de usar sistemas SFC é que eles atacam somente os sintomas. A causa real, falha de planejamento de capacidade em outro nível de planejamento do MRP II, é ignorada”, (Taal & Wortmann, 1997, p.246).

Os sistemas do tipo MRP são concebidos para monitorar o programa de produção registrando, passo a passo, todos os eventos de início e fim de atividades executadas em relação a cada ordem de produção. Consideram-se atividades de execução das ordens de produção a saída de materiais do estoque, a preparação e execução das operações e a entrada de itens e produtos acabados em estoque. Para cada evento há uma instrução específica que determina sua execução.

De acordo com Discenza & McFadden (1988):

“...[]...tais sistemas são referenciados como sistemas que empurram, dado que cada ordem de trabalho é rastreada e empurrada através de uma série de centros de trabalho”, (Discenza & McFadden, 1988, p.49).

A liberação e o monitoramento individual de cada operação permitem verificar os tempos reais das operações em relação aos tempos previstos, redimensionar os lead times, rever a programação antes do próximo período, em face da identificação de desvios, e antecipar providências de capacidade ou negociação com clientes. A Figura 2.23 apresenta um processo de produção controlado pelo MRP, segundo Flapper et al. (1991). Os procedimentos de controle do MRP são extremamente rigorosos e não admitem mecanismos paralelos de registro ou exceções, sob risco de tornar o sistema impreciso e pouco confiável.

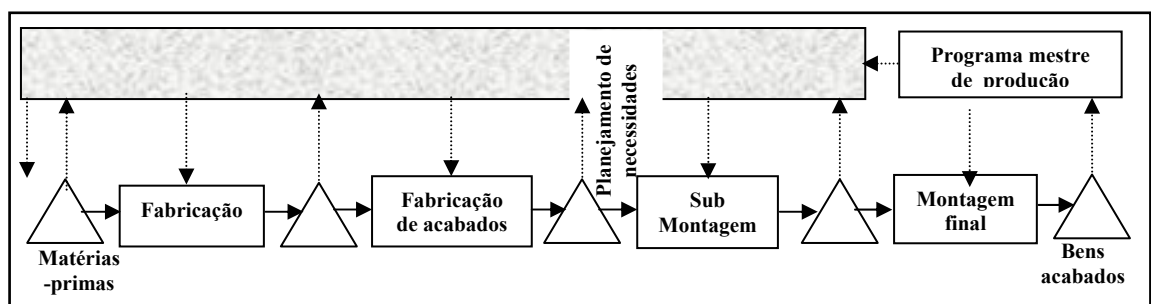


Figura 2.23 Controle do processo de produção no MRP

Fonte: Adaptada de Flapper, S.D.P. et al. (1991).

### 2.12.1.1 Quem usa o MRP

De acordo com Newman & Sridharan (1992):

“...[.]...os sistemas baseados em MRP parecem ser utilizados em empresas pertencentes a cada um dos três diferentes tipos de processos (*job shops*, repetitivo e processo) e empresas de todos os tamanhos”, (Newman & Sridharan, 1992, p.51).

Newman & Sridharan (1992) destacam ainda que os melhores resultados na aplicação de sistemas baseados em MRP foram observados em empresas com ambientes complexos (demanda instável) e, inversamente, esses sistemas não parecem produzir bons resultados em ambientes de pouca complexidade em relação a outros tipos de sistemas. Buxey (1989) partilha da mesma opinião destacando o desempenho da indústria repetitiva de veículos a motor e aparelhos domésticos. Agarwall & Aggarwal (1985) afirmam que:

“...[.]...sistemas MRP funcionam melhor em empresas que estão atreladas a produtos do tipo linha de montagem e vendem grande número de unidades”, (Agarwall & Aggarwal, 1985, p.23).

Schonberger (1983) recomenda que sistemas do tipo MRP sejam aplicados em empresas com diversidade de produtos e listas de materiais com grande quantidade de níveis e dependências. Covey (1983) aponta os problemas da adequação do MRP às indústrias de processo, destacando os seguintes aspectos:

- controle de lotes: a indústria de processo exige um particular controle de lotes e suas subdivisões na estocagem, vida dos produtos, controle de quarentena e rastreabilidade;
- precisão decimal: a mesma matéria-prima pode ser usada em quilos ou em gramas em diferentes fórmulas;
- relação de quantidades: normalmente as relações entre unidades de medida, em empresas de processo, são feitas em quantidade por unidade e não quantidade por lote;
- capacidade de recipientes: muitas indústrias por processo operam expressando a necessidade de capacidade por recipiente o que pode distorcer seriamente o planejamento detalhado de capacidade se os recipientes não

forem adequadamente considerados; eles devem ser tratados como centros de trabalho.

Com base na estrutura de concepção dos sistemas MRP e na síntese das avaliações de diferentes autores, pode-se concluir então, que os sistemas do tipo MRP são bastante adequados a empreendimentos que operam com produtos resultantes de processos de agregação, com vários níveis de agregação, diversidade de itens, demanda instável e fluxo de produção entrelaçado. É um sistema que se presta bem à execução do planejamento de longo prazo podendo, entretanto, operar não só com previsão de demanda como sob pedidos.

#### **2.12.2 Sistemas de programação e controle da produção PBC (*Periodic Batch Control*)**

No sistema PBC o processo de produção é dividido em estágios. Cada estágio é composto de um conjunto de operações de tal forma que o *lead time* em cada um deles seja de mesma ordem de grandeza. A atividade de programação restringe-se a disponibilizar as ordens de produção e materiais no início de cada estágio, de acordo com a programação de materiais, desdobrada do programa mestre de produção. A Figura 2.24 mostra uma seqüência de estágios.

Dentro de cada estágio o controle é exercido pelos próprios operários. Eles têm a liberdade de encontrar, a cada momento, a melhor combinação de esforços para cumprir o *lead time* previsto (Benders & Riziebos, 2002).

A característica de repetitividade do sistema PBC de ciclo único sugere que ele seja aplicável em empreendimentos com produtos padronizados e com uma demanda estável.

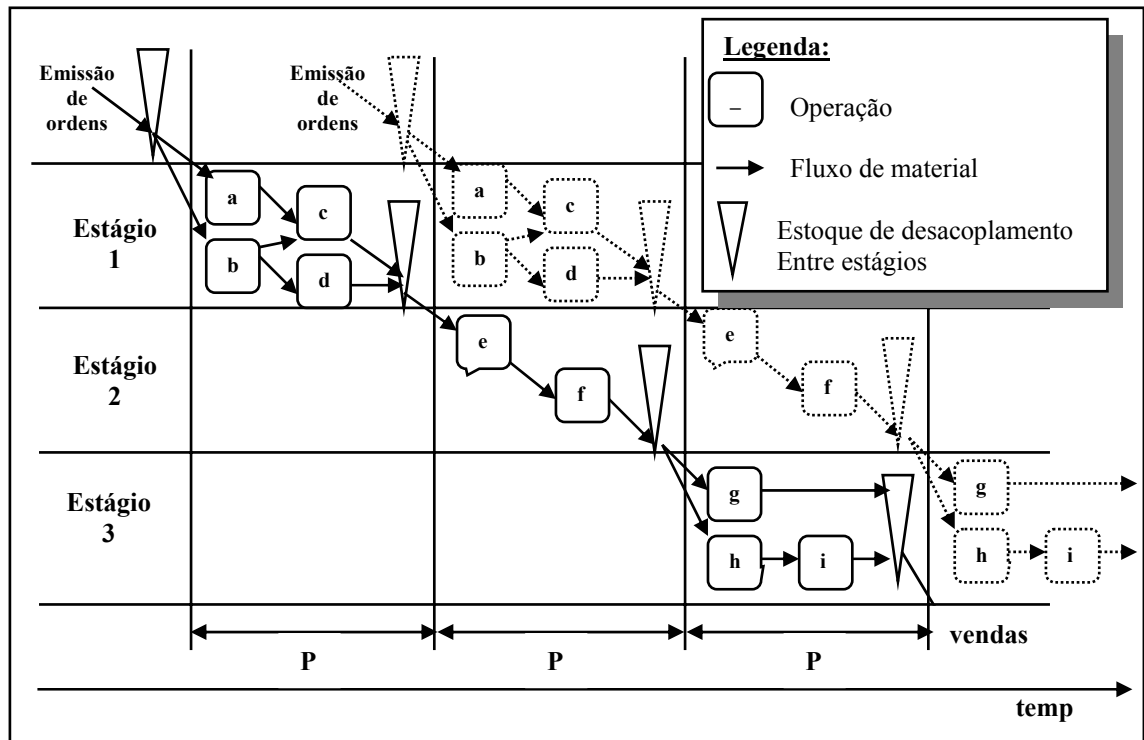


Figura 2.24 Sistema PBC em um processo de três estágios  
 Fonte: Benders & Rizebos (2002).

### 2.12.3 Sistemas de programação e controle da produção OPT (Optimized Production Technology)

No início denominado *Optimized Production Timetables* ou “OPT”, essa tecnologia foi originalmente criada pela empresa *Creative Output Limited* em Israel, no início de 1970 e passou a ser divulgada nos Estados Unidos pela empresa *Creative Output Inc.* a partir de 1979. Sua denominação foi então alterada para *Optimized Production Technology* (Spencer, 1991), mantendo a sigla original, porém suscitando dúvidas quanto ao verdadeiro desempenho do sistema. O OPT foi concebido partindo do pressuposto único de que “o real propósito de uma empresa é fazer dinheiro” (Meleton, 1986). De acordo com Schragenhein & Ronen (1990), o sistema é baseado na teoria das restrições, que diferencia recursos gargalo (eventualmente sobrecarregados, mas não limitantes do fluxo) de Recursos Restrição de Capacidade (*Capacity Constraint Resource* ou apenas CCR, que limitam o fluxo final dos produtos) (Frizelle, 1989), conforme apresentado na Figura 2.25.

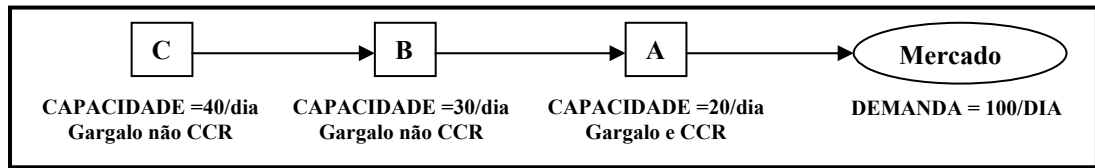


Figura 2.25 Gargalos e recurso restrição de capacidade

Fonte: Frizelle, G.D.M., (1989).

Segundo a teoria das restrições, a técnica de programação pode ser sintetizada em três etapas fundamentais:

- etapa (a): Programar a (s) restrição (ões);
- etapa (b): Determinar o tamanho dos estoques de amortecimento;
- etapa (c): Determinar o programa de liberação de materiais conforme as etapas (a) e (b).

O sistema OPT é composto basicamente, conforme Fry et al. (1992) por quatro módulos:

- BUILDNET: que parametriza o sistema e contém as listas de materiais, um arquivo de roteiros de produtos, um arquivo de clientes com dados dos pedidos, um arquivo de estoque em processo e um arquivo de matérias-primas.
- SPLIT: que contém um arquivo de instruções para partições de programações, um arquivo de parâmetros administrativos para operar o módulo de programação OPT e um arquivo de instruções relacionado aos recursos críticos.
- SERVE – que executa a programação retroativa com capacidade infinita.
- OPT (OPT BRAIN) que executa a programação progressiva a partir do gargalo (Goldratt 1988).

Uma primeira programação é feita a partir do arquivo de pedidos, conjugado ao arquivo de listas de materiais, como em uma “explosão” do programa mestre que, em lugar de considerar *lead times* pré-estabelecidos, utiliza o arquivo de roteiros para dimensionar a carga no sistema. Esse programa é retroativamente elaborado pelo módulo SERVE a partir das datas dos pedidos, considerando a capacidade infinita e os tempos calculados das operações. Ele produz, como no módulo de planejamento grosseiro de capacidade do MRP (RCCP), um perfil de carga por recurso que permite a identificação dos

denominados recursos gargalo, em que a carga supera a capacidade (Antunes et al., 1989). Os dados dos gargalos, ditos restrição de capacidade, são verificados, eventualmente corrigidos, e um MPS é então gerado.

A partir da caracterização dos recursos que são restrição de capacidade (CCR), entre os recursos gargalo, o módulo SPLIT divide os produtos/operações e recursos em duas redes. Uma anterior aos recursos restrição de capacidade e outra a partir destes, incluindo-os.

O módulo OPT executa uma programação progressiva com capacidade finita a partir do recurso restrição de capacidade, calculando os tamanhos de lotes, quantidade de lotes e datas em que precisa recebê-los em cada recurso, bem como a dimensão do estoque de amortecimento que alimentará o recurso restrição de capacidade, conforme essa programação.

O módulo SERVER programa os recursos anteriores aos recursos ‘restrição de capacidade’ considerando a capacidade infinita e os prazos do OPT para o recurso restrição de capacidade. Também programa os itens que não passam pelos recursos restrição de capacidade, considerando capacidade infinita e os prazos dos clientes.

As particularidades do sistema OPT no que diz respeito a sua programação são:

- (1) a programação usa intervalos de tempo que são baseados na quantidade mínima de trabalho que a administração acha que deveria ser programada a cada vez;
- (2) a priorização do programa usa um conjunto de coeficientes administrativos que determinam o intervalo de tempo e o tamanho de lote mínimo dos produtos (Jacobs, 1983);
- (3) a partição do problema de programação em duas partes, uma antes dos recursos restrição de capacidade e outra depois;
- (4) o uso de um estoque amortecedor para separar as duas partições, com uma dimensão compatível com o *mix* de produção, o que lhe permite alterar o regime de balanceamento conforme a dinâmica do fluxo programado;
- (5) o uso de lotes de transferência com tamanhos diferentes dos lotes de processo e variáveis no tempo de acordo com o *mix* de produção e o regime de balanceamento;

- (6) o uso de programação retroativa na partição de recursos e operações que antecedem os recursos restrição de capacidade e uso de programação progressiva nos recursos e operações que sucedem os recursos restrição de capacidade, considerando os prazos destes como elos entre os dois programas;
- (7) o balanceamento do fluxo nos recursos restrição de capacidade, feito com o dimensionamento dos lotes de processo, usando um número de unidades de cada item ajustado a uma potência de dois;
- (8) o uso de superposição de operações;
- (9) o balanceamento de fluxo e não da capacidade (Gelders & Van Wassenhove, 1985).

A estrutura completa do software é apresentada na Figura 2.26.

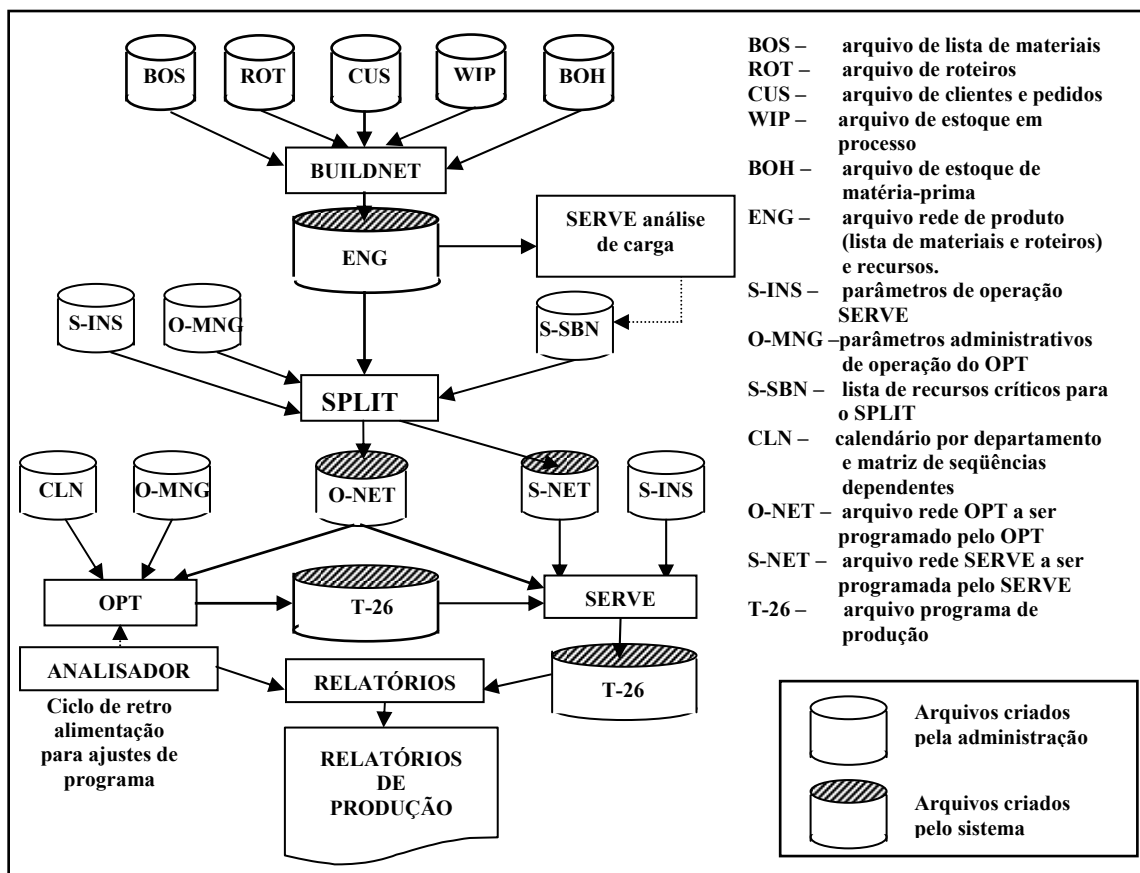


Figura 2.26 Carta de fluxo do OPT

Fonte: Fry, T. D. et al., (1992).



De acordo com Gardiner et al. (1993), o controle da produção no sistema OPT pode ser feito com o monitoramento da progressão das ordens, pode ser feito simplesmente pela verificação dos embarques ou ainda pelos níveis dos estoques de amortecimento. Este monitoramento pode ser por inspeção visual ou por registro computacional. No caso de pontos de controle nos estoques de amortecimento, Gardiner et al. (1993), destacam que:

“...[]....avisos de rompimento do plano de produção são dados quando os materiais estão chegando significativamente atrasados no estoque de amortecimento. Se o limite superior de um terço do estoque foi ultrapassado e o material não chegou é porque ele deve ter encontrado algum obstáculo ao seu progresso e um alerta pode ser emitido. O material não chegando após o limite inferior de dois terços do estoque de amortecimento ter sido ultrapassado significa que deve ser requerida urgência em sua fabricação para impedir o rompimento do plano”, (Gardiner et al., 1993, p.73).

Em Lundrigan (1986) são apresentados os quatro relatórios básicos que se prestam ao controle da produção:

- relatório de geração: especifica as quantidades de peças a serem entregues a cada particular recurso em um momento determinado. Ele substitui as ordens de produção;
- relatório de despacho: é um relatório por recurso que mostra tempos, quantidades e preparações para gargalos e não gargalos;
- relatório diário do supervisor: são todas as informações sobre a programação, onde o supervisor pode comparar o progresso de qualquer trabalho e adotar ações corretivas, se necessárias;
- relatório de necessidade de matérias-primas: é o documento utilizado pelos planejadores para gerar e ajustar pedidos de vendas, mantendo os estoques sob controle e garantindo materiais para se obter a máxima saída dentro do programa.

### **2.12.3.1 Quem usa o OPT**

De acordo com Meleton (1986), as características com que o OPT trabalha sugerem que sua melhor aplicação deve ser em ambientes do tipo *Job Shop* pela sua particular facilidade de identificar e trabalhar com os recursos críticos, que em outros ambientes já são naturalmente identificáveis.

Jacobs (1983) associa a utilização do OPT a empreendimentos produzindo altos volumes, em operações com lotes de grande tamanho e com poucas operações de fabricação. Essa delimitação é decorrência da necessidade de se fazer uma completa modelagem dos produtos desde a matéria-prima até o estoque de produtos acabados, o que exige considerável trabalho, comparado a outros sistemas usados na programação e controle do chão de fábrica. Frizelle (1989) estende esse entendimento ao afirmar que “o sistema requer muita estrutura, na construção dos modelos, para ser suficientemente flexível e cobrir toda a variedade de um *job shop*”.

Entre os resultados de uma pesquisa desenvolvida por Fry et al. (1992) junto a usuários do OPT observou-se que “23 dos entrevistados indicaram um fluxo de produção de unidades discretas enquanto 7 indicaram um processo em fluxo contínuo” e que, entre 44 aplicações (considerando alguns usuários com diferentes aplicações em um mesmo empreendimento), 64% produzem sob pedido, 20% para estoque, 11% para estoque seguido de montagem sob pedido e 5% outros tipos. Assim, os dados sugerem que o OPT é preferido, com mais ênfase, em ambientes de produção sob pedido, por serem mais difíceis de programar e controlar. Essa distribuição percentual só é compreensível, entendendo-se a expressão “produção sob pedido” como aquela em que os produtos são padronizados, mas só são produzidos após o recebimento do pedido confirmado pelo cliente. Ainda assim, essa preferência contradiz a suposições teóricas formuladas por Jacobs (1983) e Frizelle (1989) com relação a grandes lotes e pouca diversidade.

#### **2.12.4 Sistemas de programação e controle da produção JIT KANBAM**

O conjunto de atividades de programação e controle da produção dentro de um sistema *Just-in-Time* é executado pelo denominado sistema kanbam (Plenert & Best, 1990). Para que o fluxo de materiais determinado pela programação da produção seja razoavelmente contínuo, é necessário que os tempos de produção em cada estação ou célula de trabalho sejam semelhantes. Para tanto, é necessário um balanceamento de carga e capacidade determinadas tanto pelo número de postos de trabalho em cada estação ou célula, quanto pela quantidade do item que se transfere entre as estações a cada kanbam recebido, e que constitui seu estoque de entrada. Assim, considera-se que

o sistema kanban pode operar sob duas formas distintas. A primeira forma é como um sistema de estoque de duas gavetas em que a reposição de um lote é acionada quando a primeira gaveta é esvaziada. Este sistema é denominado JIT kanbam.

A segunda forma, denominada sistema JIT em fluxo (*Flow JIT System*) (Zijm, 2000) opera com lote unitário entre cada duas operações. Dadas as dificuldades operacionais de se manter um fluxo de lotes unitários, sem ruptura, Miltenburg & Wijngaard (1991) destacam que “nem todas as empresas podem progredir do sistema JIT kanbam para o sistema JIT em fluxo”. O *mix* de produtos, os volumes de produção e a vida dos produtos precisam ser tais que o investimento e decréscimo de flexibilidade sejam apropriados a cada caso.

Como os parâmetros de tamanho de lote e seqüência são previamente estudados de forma centralizada, o efetivo trabalho descentralizado no sistema kanbam consiste, apenas, em determinar o número de lotes que serão fabricados em um dado período, o que somente modifica o ritmo de trabalho já que, em termos de carga, ela é sempre balanceada pela seqüência determinada. Em alguns empreendimentos a programação e o controle da produção, isto é, o sistema kanbam, responsabiliza-se também pela recomposição das estações de trabalho (redirecionando recursos entre elas) de tal forma a que a capacidade seja adaptada ao item que entrará em produção e seu balanceamento seja restaurado em outras bases previamente estudadas (Lu, 1985).

No que diz respeito ao controle, o princípio básico do sistema kanbam é que as peças ou materiais sejam entregues a uma estação de trabalho somente quando eles são necessários (Rice & Yoshikawa, 1982).

Em cada estação de trabalho só deve estar disponível o material em produção na linha. Em cada peça ou lote há um cartão identificador. Quando uma estação inicia sua etapa do trabalho retira o material necessário de seu estoque de entrada. O cartão correspondente é separado e enviado a estação de trabalho precedente, ativando a produção de material semelhante naquela estação, para repor o estoque de entrada retirado.

A estação que recebe o cartão procede de forma análoga em relação à estação que a antecede no processo e, dessa forma, gera-se uma seqüência de pedidos de reposição que fluem em sentido inverso ao do fluxo de materiais, chegando até o estoque de matéria-prima ou, no caso de sistema integrado, ao fornecedor.

O procedimento de acionar a fabricação em um posto ou célula de fabricação, tendo por origem uma instrução vinda de um usuário sucessor, confere ao sistema a característica de “sistema que puxa” a produção (Aggarwal & Aggarwal, 1985), “na taxa ditada pelo programa de montagem final” (Gelders & Van Wassenhove, 1985).

#### **2.12.4.1 Quem usa o Kanban**

A forma com que o sistema kanban foi concebido requer lotes de fabricação e *lead times* pequenos. Requer também um ambiente estável e repetitivo, isto é, produtos padronizados com um número limitado de opções, *mix* estável, nenhuma sazonalidade acentuada, frequência de pedidos grande para lotes pequenos (Gelders & Van Wassenhove, 1985). Essa opinião não é compartilhada por Zijm (2000) para quem o melhor desempenho do JIT “não é certamente em um sistema de lotes pequenos ou um de cada tipo feito sob pedido”. Um crescente uso do sistema JIT em indústrias de produção em massa é apontado por Buxey (1989).

#### **2.12.5 Sistemas de programação e controle da produção CONWIP**

##### **(Constant Work in Process – estoque constante em processo)**

O sistema CONWIP é uma interessante associação entre sistemas que puxam e sistemas que empurram, formulada por Hopp & Spearman (2001). Conforme Spearman (2002), o sistema CONWIP considera como fator mais importante na programação e controle da fábrica:

- (1) a determinação da quantidade necessária de estoque para manter o processo gargalo em regime;
- (2) a manutenção desse nível de estoque em processo.

Ainda de acordo com esse autor:

“...[...] não é preciso determinar o nível de estoque em processo necessário de cada item em cada estação de trabalho, nem adicionar ou remover cartões kanban como decorrência do mix de produtos. É suficiente empurrar os trabalhos entre as estações de uma linha de tal forma que o máximo nível de estoque em processo não seja violado.... tudo que é necessário é estabelecer o

nível do estoque em processo e manter uma quantidade suficiente de trabalho no gargalo”, (Spearman, 2002, p.6).

Como decorrência da sistemática empregada pelo CONWIP, o estoque em processo migra e acumula-se naturalmente no gargalo conforme o *mix* adotado. Isso significa que não é necessária uma forma particular de programação exceto no que diz respeito à manutenção de uma carga de trabalho constante. Para tanto, a entrada de um item em produção só ocorre à medida que uma carga equivalente tenha sido produzida e tenha deixado o sistema ou, no caso de mudança de *mix*, que o denominado “protocolo CONWIP”, associado ao nível de carga admissível em cada recurso, determine o novo limite de entrada aceitável. Sob esse ponto de vista, o CONWIP é então um sistema que puxa a produção, como se toda a fábrica ou conjunto de postos de trabalho, operando sob tal sistema, constituísse um único usuário de um sistema semelhante ao JIT. Internamente as operações são executadas sob um sistema que empurra. Assim, a carga total de trabalho dentro da fábrica, para um dado *mix*, é sempre mantida em um valor constante.

Este sistema pode operar fabricando para estoque ou sob pedido. No primeiro caso, um lote é liberado para a produção à medida que outro é completado para estoque. No segundo caso, é utilizada uma “Lista de Liberação” mostrando quais trabalhos devem ser liberados em qual ordem. Para a elaboração dessa ordem pode-se utilizar qualquer regra de seqüenciamento que respeite o protocolo CONWIP.

De acordo com Spearman (1992), o CONWIP é um sistema que abrange o sistema kanbam.

#### **2.12.5.1 Quem usa o CONWIP**

Spearman et al. (1990) sugerem que esse sistema seja empregado em ambientes com as mesmas características daqueles adotados pelos sistemas kanbam, exceto pela diversidade e repetibilidade de demanda dos produtos, porque foca suas preocupações não nesses aspectos, mas no conteúdo de trabalho que os produtos exijam nas operações. Assim, podem-se traduzir essas características como produtos padronizados, fabricados em linhas de produção ou células de fabricação com uma grande diversidade. Destaca-se, sobretudo, que o sistema pode operar próximo do limite de capacidade.

Entretanto, não há na literatura relatos suficientes para inferir que se trate de um sistema significativamente difundido.

### **2.13 Síntese dos Sistemas de Produção e as Funções de Gestão de Operações**

Considerando o propósito, inicialmente estabelecido nesse capítulo, de caracterizar o sistema de Planejamento e Controle da Produção descrevendo as estruturas com que ele pode se apresentar, o detalhamento de seu conjunto de atividades e funções e a definição dos sistemas que suportam os fluxos de informações e processos de tomada de decisão, pode-se então formular a seguinte síntese:

- 1) Os sistemas de planejamento e controle da produção podem ser estruturados segundo duas possíveis configurações. Ambas organizam as informações e funções partindo inicialmente de elementos externos aos empreendimentos, considerando três períodos, com horizontes móveis. O primeiro período de longo prazo, o segundo de médio prazo e o terceiro de curto prazo, nessa ordem. As informações tratadas respectivamente nesses períodos são, a cada vez, mais detalhadas e precisas.
  - A primeira configuração, denominada convencional, ainda que integrada, apenas obedece a uma lógica natural de seqüência de detalhamento e tomada de decisão. Assim, cada decisão não está estritamente condicionada aos parâmetros das decisões imediatamente anteriores, as quais lhe servem apenas como orientação.
  - A segunda configuração, denominada hierárquica, além de integrada, impõem que as análises de carga e capacidade sejam desenvolvidas em paralelo e, além disso, que cada decisão esteja estritamente condicionada aos limites impostos pelas decisões imediatamente anteriores.
- 2) A complexidade das funções de planejamento de materiais e de capacidade está associada à complexidade dos próprios produtos e processos de obtenção. Podem-se ter produtos simples (com uma ou poucas matérias-primas) ou ter produtos complexos (com várias matérias-primas). Os processos por sua vez estão estreitamente associados aos produtos e podem ser de simples transformação de uma matéria-prima, de fragmentação ou de montagem, não

raro podendo haver, em um mesmo empreendimento, combinações desses três tipos. Para tratar essas funções com seus diferentes graus de complexidade foram desenvolvidos sistemas, de planejamento de materiais, emissão de ordens de produção, bem como de programação e controle da produção, denominados OPOQ, MRP, MRP II, OPT, POB, JIT Kanban e CONWIP. Essas funções integram sistemas de Planejamento e Controle da Produção, que evoluíram ao longo da história recente, visando atender os sucessivos paradigmas de produção ditados pelas condições e exigências do mercado.

### **2.13.1 Evolução dos sistemas de planejamento e controle da produção**

De acordo com Spearman (2002), antes da introdução dos computadores, os sistemas de planejamento e controle da produção eram feitos considerando os itens como estritamente independentes e a produção feita exclusivamente para a reposição de estoque. Eram utilizados os métodos de ponto de reposição e quantidade de reposição de estoques (*reorder point/reorder-quantity* – ROP/ROQ ou *order point/order quantity* - OPOQ).

Uma outra abordagem deu seqüência ao princípio da reposição de estoque. O sistema, denominado Controle de Estoque Base (*Base Stock Control* – BSC), foi desenvolvido para operar repondo um saldo negativo de estoque (ou demanda virtual) gerado por uma demanda do produto pai. De acordo com Benders & Riziebos (2002):

“Um sistema BSC bem projetado pode operar de tal forma que um novo lote chega ao estoque apenas imediatamente antes que o pedido real de peças para compor o produto pai seja colocado. As decisões continuam independentes, mas compartilhar as informações de causa faz com que o sistema BSC opere com baixos níveis de estoque”, (Benders & Riziebos, 2002, p.502).

A evolução do conceito de demanda independente para demanda dependente, conforme Schoemberger (1983), não é bem conhecida antes do trabalho seminal de Orlick (1975).

O primeiro sistema que apresenta alguma evidência de demanda dependente foi denominado Planejamento de Necessidade de Lote (LRP - *Lot Requirement Planning*). Tratava-se de um sistema em que as necessidades de peças eram determinadas pela

explosão dos produtos constantes de um programa mestre, mas apenas algumas delas eram destacadas como lotes relacionados especificamente a demanda do produto pai.

A pequena abrangência em termos de itens e horizonte era devida à restrição de capacidade de tratamento dos dados. Assim, o efeito do sistema LRP foi apenas de um “modesto melhoramento sobre os sistemas ROP”. Entretanto, já indicava o uso de programa mestre, além da consideração de demanda dependente para alguns itens.

Um outro sistema, mais amplamente utilizado, foi denominado ROP/lista de falta. Nesse sistema, a maioria das peças era rotineiramente repostas pelo sistema ROP. Uma lista de faltas era gerada para os itens que revelassem abastecimento insuficiente no atendimento das necessidades estabelecidas em um dado intervalo de tempo do programa mestre de produção. Essas listas de falta eram criadas a partir da comparação das disponibilidades de estoque com as listas de materiais originadas por uma explosão dos produtos em seus componentes. Conforme Schoemberger (1983), essa abordagem ainda é bastante empregada. Ela dá origem às chamadas “listas quentes”, isto é, peças urgentes.

Uma outra abordagem, envolvendo a produção de itens dependentes a partir de “listas de materiais”, é atribuída por Benders & Rizebos (2002) ao consultor britânico R.J. Gigli. Segundo esses autores, o sistema, denominado Controle de Lote por Período - PBC (*Period batch Control*), embora definido e utilizado a partir de 1921, teve sua mais importante aplicação na década de quarenta junto à força aérea britânica. Esse sistema consolidou o uso de fases de tempo na obtenção dos itens. Ele também parece ser o precursor de dois outros sistemas, o SBC e o JIT Kanbam.

O primeiro foi formulado por J.L. Burbidge em 1957 e propunha uma modificação do conceito de lote econômico (*Economic Order Quantity* – EOQ, ou *Economic Batch Quantity* - EBQ), criando o Sistema de Controle de Lote Padrão (*Standard Batch Control System* – SBC). Esse sistema visava sincronizar a emissão da ordem de produção de um pequeno lote de produtos acabados com a emissão de ordens nas quantidades exatas das peças e componentes requeridos.

Na década de 80, surgiu o que Benders & Rizebos (2002) chamam de “um tipo especial de sistema SBC”, em que os pedidos de peças para um produto pai “são divididos em vários sub pedidos de tamanho padrão e o tempo entre emissões desses subpedidos é ligeiramente menor que o tempo necessário para preencher o estoque”.



Esse sistema, originalmente denominado sistema Toyota de Produção e posteriormente JIT Kanban, foi desenvolvido por Taiichi Ohno, vice-presidente da Toyota Motor Company, após a segunda guerra mundial. Ele foi difundido por Yasuhiro Monden (1986), na década de oitenta.

A inovação básica introduzida por esse sistema consistiu na inversão do fluxo de informações que passou a caminhar no sentido contrário da movimentação dos materiais. Esse sistema, por sua vez, deu origem ao denominado JIT flow em que o tamanho padrão do lote de transferência é unitário.

Uma outra vertente evolutiva dedicou-se aos produtos montados adotando os conceitos de dependência e lista de materiais, mas ainda incorporando o conceito de fases de tempo. Ele foi formulado por Joseph Orlick (1975), dando origem ao sistema de planejamento de necessidade de materiais (*Material Requirements Planning* – MRP).

O Sistema MRP por sua vez deu origem a dois outros sistemas melhor elaborados. O primeiro denominou-se sistema MRP II (*Manufacturing Resource Planning* ou Planejamento de Recursos de Manufatura). Esse sistema apresentou uma concepção mais abrangente, tanto em termos de planejamento e controle da produção, como em relação a outras funções da empresa. Sua principal inovação consistiu na introdução dos conceitos de avaliação grosseira da capacidade (RCCP) e programação retroativa com capacidade finita através do módulo SFC (*shop floor control*).

O segundo sistema, resultante da evolução do MRP, denominou-se MRP baseado em programa (*MRP program based*), que introduziu o conceito de lista de manufatura e programação mestra com avaliação simultânea de carga (Hastings, 1982), (Hastings & Yeh 1992).

Ainda na linha de evolução dos sistemas criados para tratar demandas dependentes, o sistema denominado ERP (*Enterprise Resource Planning* ou Planejamento dos Recursos do Empreendimento) sucedeu o sistema MRP II no que diz respeito à abrangência. Ele incorporou as atividades ligadas a clientes e fornecedores, superando as fronteiras da fábrica, porém, mantendo ainda a mesma base de concepção do sistema MRP II.

Identifica-se em seguida a consolidação de sistemas que se podem denominar híbridos por incorporarem alguns dos conceitos básicos das duas vertentes principais, isto é, dos sistemas JIT kanban e dos sistemas do tipo MRP.

O OPT (*Optimizing Production Technology* ou tecnologia de otimização da produção) é um destes sistemas. Nessa abordagem, considerou-se essencial direcionar os esforços em relação ao lucro e focar o planejamento e controle nos recursos restritivos. As principais características incorporadas dos sistemas do tipo JIT são: a ênfase no fluxo, determinada pelos lotes variáveis, e a informação em fluxo inverso ao de materiais a partir do recurso restrição de capacidade. Em contrapartida, o cálculo de materiais e a programação posterior ao recurso restrição de capacidade, desenvolvidos considerando capacidade infinita, são semelhantes às do MRP.

Um outro sistema híbrido, denominado Synchro-MRP, foi também desenvolvido com base na mescla de vantagens oferecidas por sistemas do tipo MRP e tipo JIT kanbam. Procurou-se com o Synchro-MRP incorporar as vantagens do tratamento de dados computacionais na determinação das necessidades de materiais e a capacidade de traçar cenários de longo prazo do sistema MRP II, com a simplicidade e desempenho do sistema JIT Kanbam. Esse sistema permitiu estender a aplicação do sistema kanbam, normalmente restrito a pouca variedade de itens com poucas operações e demanda constante, a ambientes de alta variedade de produtos, muitos centros de fabricação e muitas peças com, relativamente, baixo volume de uso (Schomberger, 1983).

O mais recente produto híbrido dos sistemas do tipo MRP e JIT Kanbam, denominou-se CONWIP (*Constant Work In Process*). Esse sistema associa a técnica de puxar peças da produção, introduzida pelo kanbam, ao conceito de empurrar lotes por operações, estabelecido pelo MRP.

Em síntese, o que se observa é uma evolução dos sistemas de planejamento e controle da produção que começou tratando individualmente itens a partir do conceito de estoque e progressivamente incorporou as noções de dependência entre itens e fluxo de produção, no que Fernandes (1991) denominou estratégias de produção incorporando os “*super sistemas*” de controle da produção. A Figura 2.27 apresenta a evolução delineada.

A existência desses diferentes tipos de sistemas justifica-se pela evolução natural, proporcionada pelo aprofundamento de estudos e aperfeiçoamento de técnicas de gestão, modificações e exigências exógenas às empresas impostas pelo mercado, concorrência e legislação, bem como disponibilidade de novos recursos tais como o computador e a tecnologia de informação (TI).

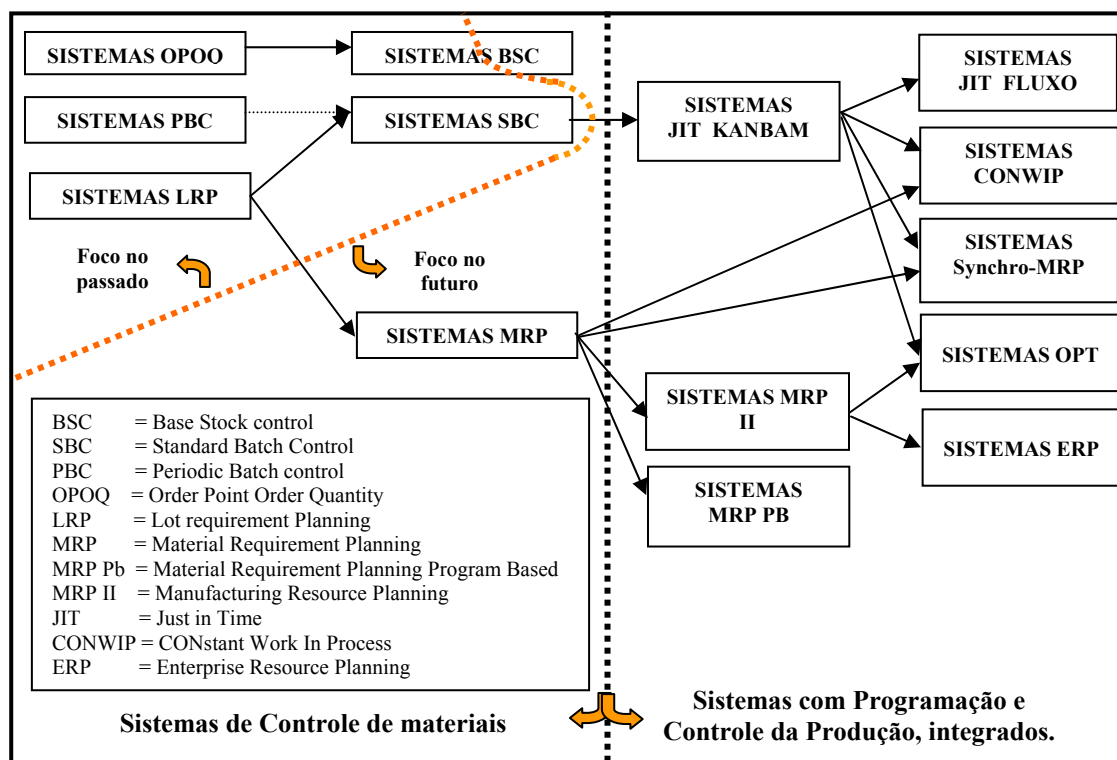


Figura 2.27 Evolução dos sistemas de PCP puros e híbridos

Fonte: Elaborada pelo autor.

Pelos elementos apresentados, pode-se inferir que essa evolução caminhou sistematicamente na direção da integração de funções do planejamento e controle da produção, visando, sobretudo, manter a coerência e a fidelidade das informações em bases de dados comuns. Observa-se também uma preocupação em associar as necessidades de cada tipo de sistema de produção a tipos específicos de sistema de planejamento e controle.

Pelas características com que foram desenvolvidos, esses “super sistemas”, são direcionados para atuar sob as seguintes condições:

- (1) MRP – aplicável a empreendimentos com certa diversidade de produtos complexos, formados pela composição de diferentes partes, e com histórico de tempos de obtenção conhecidos; devem ser fabricados lotes com alguma repetitividade, não necessariamente sistemáticos em periodicidade e volume; pode ser utilizado, sobretudo, em empreendimentos cuja tônica seja a da previsão de demanda.

- (2) PBC – aplicável a empreendimentos cujos produtos apresentem alta repetitividade em periodicidade e volume sendo, portanto, padronizados; a demanda deve ser razoavelmente estável, e a produção acionada por previsões de demanda; as operações de obtenção dos diferentes produtos devem ser similares em cada etapa de produção, e podem ser organizadas de tal forma a apresentar *lead times* semelhantes, nessas diferentes etapas.
- (3) JIT - aplicável a empreendimentos cuja demanda produtos seja significativamente estável, de alta repetitividade em periodicidade e com pequenos volumes; as operações devem ser simples em fluxo linear; o tempo de atravessamento (*throughput time*) deve ser necessariamente pequeno. Parece haver indicações para aplicação sobretudo em montagem seqüencial.
- (4) CONWIP – aplicável a empreendimentos cujos produtos sejam simples, com operações de obtenção também simples e similares, onde as cargas de trabalho geradas sejam bem conhecidas; utilizado também, para empreendimentos cuja tônica seja a de previsão de demanda; não há, em princípio, restrições ao tempo de atravessamento; há algumas indicações para aplicação em processos de transformação seqüenciais em fluxo linear.
- (5) RUNOUT - aplicável a empreendimentos cujos produtos sejam simples e padronizados, com demanda repetitiva em periodicidade e volume. A demanda deve ser significativamente conhecida e estável, e as operações de obtenção simples. Parece haver indicações de que a melhor aplicação ocorra em processos de transformação com fluxo único, embora não exclusivamente nesses casos.

Como se pode observar, a partir dos sistemas apresentados, não há nenhuma particular referência quanto à aplicação em empreendimentos dedicados a processos de fragmentação de matérias-primas, nem outras considerações específicas relacionando-os a singularidades tais como perecibilidade ou restrições de disponibilidade da matéria-prima, incertezas de propriedades destas ou dos produtos resultantes.

Verifica-se, assim, que os sistemas de Planejamento e Controle da Produção, disponíveis, impõem aos empreendimentos algumas poucas condições para serem adotados. Entretanto, é necessário também conhecer as exigências que, por outro lado, os empreendimentos possam impor, para adotar um dado sistema de planejamento e controle da produção. A literatura indica que uma possível forma de se proceder a essa identificação é através da classificação dos sistemas de produção. Essas classificações, geradas a partir de especificidades dos sistemas de produção, serão objeto do próximo capítulo.

## **Capítulo 3. Sistemas de Classificação dos Empreendimentos Industriais**

### **3.1 Introdução**

Sistema de classificação é uma forma organizada de agrupar entidades, segundo algumas de suas similaridades. Um sistema de classificação é desenvolvido de tal forma que se possa obter ou aplicar conhecimentos específicos em cada grupo, para explicar ou intervir em seu comportamento. De acordo com MacCarthy & Fernandes (2000):

“...[] um requisito primário para uma melhor compreensão dos sistemas de administração da produção é uma classificação apropriada de tais sistemas”, (MacCarthy & Fernandes, 2000, p.481).

Assim, para que se possam estabelecer estruturas físicas e administrativas adequadas é necessário compreender inicialmente quais são as principais características dos empreendimentos. A fim de proceder-se a esse tipo de análise, podem-se utilizar os sistemas de classificação dos diferentes tipos de sistemas de produção buscando-se neles as referências básicas.

Os sistemas de classificação têm surgido na literatura sob três formas:

- como um conjunto de hipóteses teóricas sobre a relevância e ordem de importância de algumas variáveis; após a comprovação dessas hipóteses, pela análise de amostras da realidade, sugere-se então uma forma de classificar os empreendimentos;
- como resultado de análises de amostras da realidade, onde se identificam algumas variáveis relevantes e sua ordem de importância, a partir do que classificam-se os empreendimentos;
- como o resultado lógico da análise das diferentes contribuições encontradas na literatura.

Objetiva-se então, demonstrar, partindo-se da análise dos diferentes sistemas de classificação já propostos, que há muitos empreendimentos que não são adequadamente caracterizados. Visa-se também identificar as variáveis que poderiam ser incorporadas, para aperfeiçoar essa caracterização. Considera-se que um subproduto dessa

caracterização deva ser o estabelecimento das exigências de cada empreendimento em relação a um sistema de Planejamento e Controle da Produção.

### **3.2 Métodos, propostas e abrangência dos sistemas de classificação**

Bironneau (2000) sugere que as metodologias de desenvolvimento dos sistemas de classificação podem ser agrupadas em três correntes principais:

- uma abordagem comparativa, freqüentemente dogmática com os trabalhos procurando provar que um instrumento é melhor que todos os outros, (Aggarwal & Aggarwal, 1985) (Plenert & Best, 1986);
- uma abordagem integradora que, ... conduz a rejeitar as soluções monolíticas ao aproveitar soluções híbridas, combinando os pontos fortes de cada abordagem, (Spencer, 1991), (Ptak, 1991), (Gelders & Van Wasshнове 1985);
- uma abordagem contingencial, com trabalhos em que o objetivo é identificar qual instrumento de controle é o melhor para um empreendimento colocado em um dado ambiente; essa abordagem apresenta a vantagem de liberar a reflexão teórica do postulado da existência de um único bom modo de controle da produção: não existe só um único tipo de empreendimento e às situações diversas e variáveis podem corresponder instrumentos de controle da produção diversos e variáveis, (Gousty & Kieffer 1988), (Karmakar, 1989).

McCarthy & Fernandes (2000) apresentam os sistemas de classificação agrupados segundo:

- os atributos percebidos como importantes nos sistemas de fabricação; destacam-se entre os autores que propuseram este tipo de abordagem: Jonhson & Montgomery (1974), Putnam (1983), Buffa & Miller (1979), Schmidt et al. (1985), Frizelle (1989), Jichao (1996);
- a descrição dos atributos das empresas ou sistemas de produção; destacam-se entre os autores que se propuseram a este tipo de abordagem: Barber & Hollier (1986a), Barber & Hollier (1986b);
- a classificação dos subsistemas de produção; que são basicamente as

classificações desenvolvidas para especificar problemas em pesquisa operacional, aplicada à produção; trata-se, particularmente, de especificar os problemas relacionados ao fluxo de materiais e a programação da produção, especificação de layout e de equipamentos; essas classificações visam especialmente nomear e caracterizar equipamentos constituintes em diferentes níveis de flexibilização da produção; dentre os autores que trabalharam com esta abordagem são destacados: Aneke & Carrie (1984), Groover (1980), McCarthy & Liu (1993).

Um trabalho interessante que apresenta as características de atributos percebidos foi formulado por Schmitt et al. (1985). Esses autores partiram do pressuposto de que o sistema de classificação tradicional dividindo os empreendimentos em projetos, processos intermitentes e processos contínuos, sugerido por Johnson & Montgomery (1974), continha superposições de sistemas que impediam uma caracterização adequada. Assim, esses autores formularam seu sistema de classificação considerando que os processos não podiam ser dissociados dos atributos que determinam à sua forma de utilização. Para tanto, desenvolveram um modelo tridimensional tendo por eixos a divisibilidade das tarefas, a uniformidade da taxa de produção e as restrições do roteiro de produção. O modelo qualitativo desse sistema é apresentado na Figura 3.1..

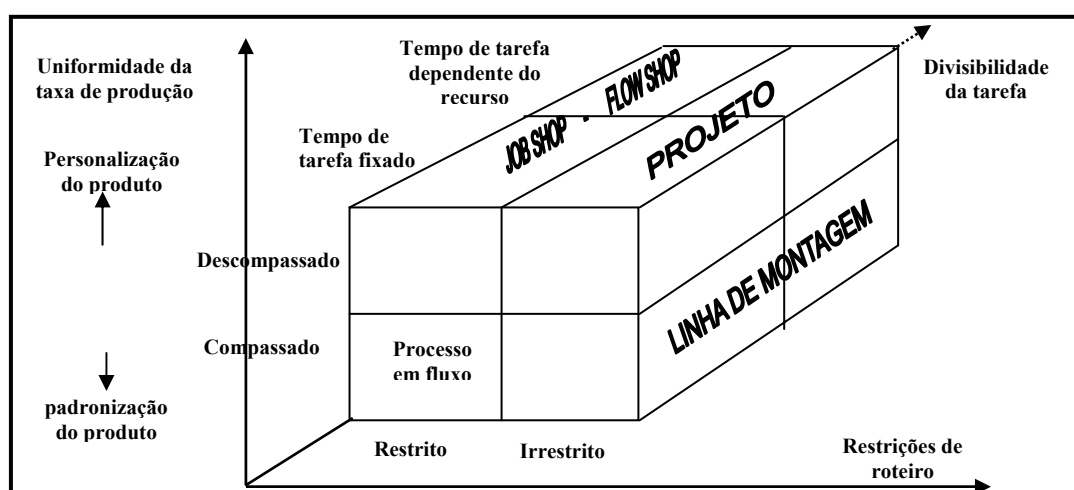


Figura 3.1 Classificação dos sistemas de produção (cubo PCS)  
Fonte : Schmitt, T. G. et al., (1985).



Essas variáveis foram escolhidas como as mais “parcimoniosas”, segundo seus autores. Entende-se por essa expressão, que essas variáveis mantenham um equilíbrio entre si.

Um modelo em programação matemática visando à otimização do lucro foi então formulado. Ainda de acordo com os autores, o modelo permite posicionar um empreendimento face às suas opções estratégicas que se manifestam através da padronização ou personalização de seus produtos associados aos tipos de processos e volumes de produção. Embora interessante do ponto de vista da caracterização do empreendimento, em relação à escolha de uma estratégia, o sistema não formula outras propostas em relação aos mecanismos de planejamento e controle da produção, adequados a cada caso.

Diversamente da proposição de Schmitt et al. (1985), a proposição de Van Der Linden & Grünwald (1980) estabelece uma tipologia dos conceitos de planejamento e controle da produção, define uma tipologia das diferentes situações de produção e formula um modelo que tenta descrever as diferentes composições possíveis.

As Figuras 3.2, 3.3 e 3.4 mostram respectivamente os possíveis conceitos e comportamentos das funções de planejamento e controle da produção, as possíveis situações de produção e, por fim, as projeções das situações sobre os conceitos.

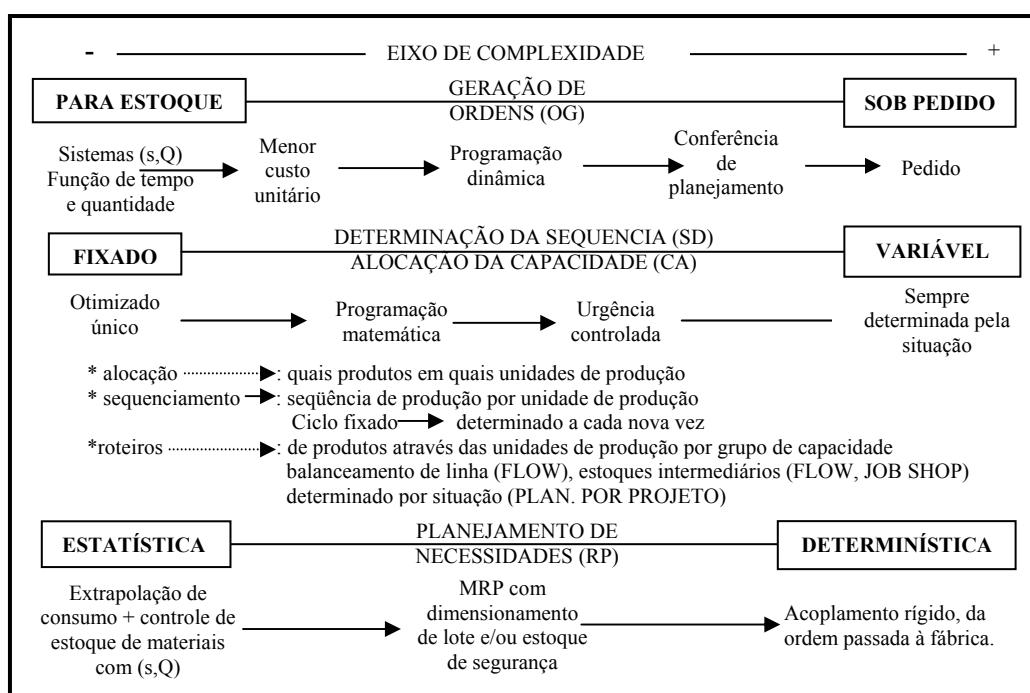


Figura 3.2 Maneiras de executar as várias funções de coordenação

Fonte: Van der Linden, P.M.J. & Grünwald (1980).

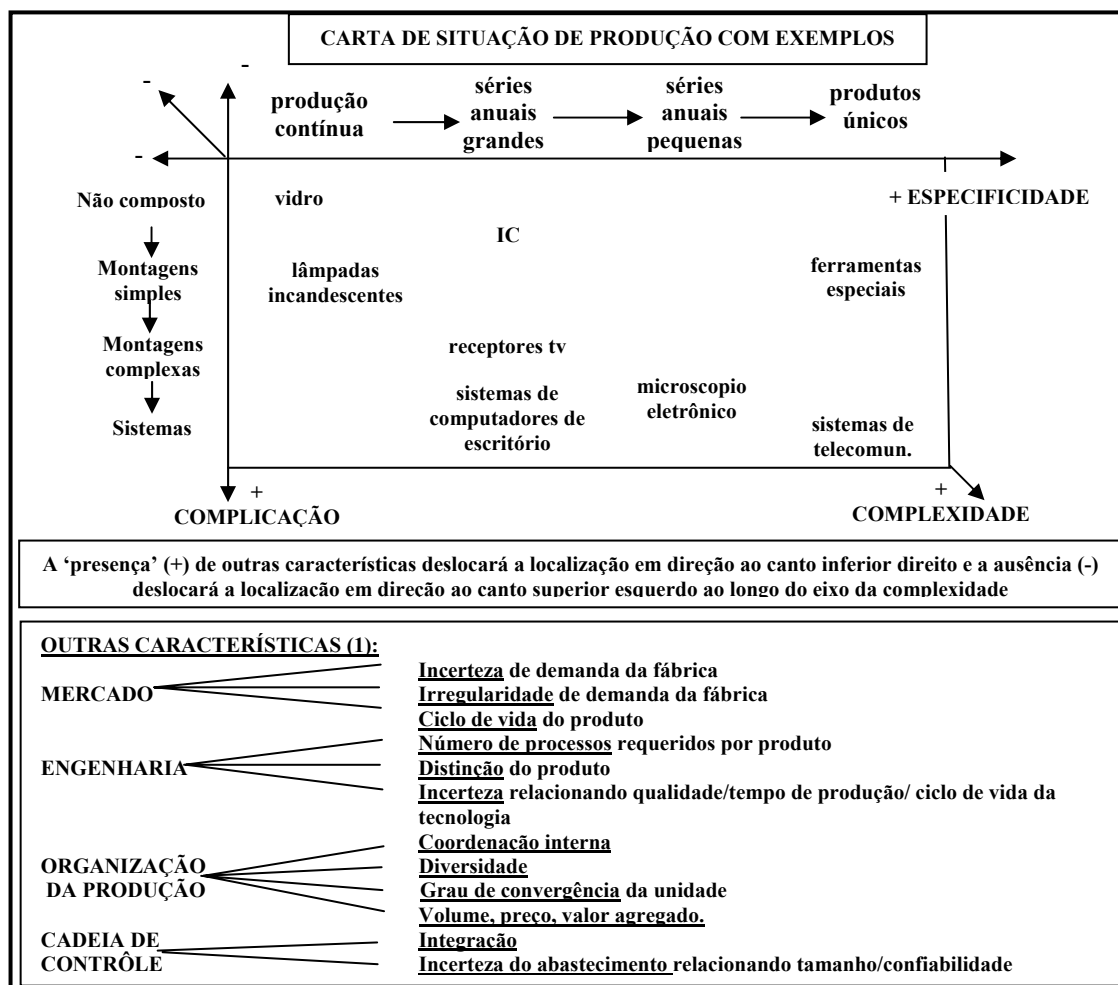


Figura 3.3 Carta de situações de produção com relação as principais características: complicação e especificidade

Fonte: Van der Linden P.M.J. & Grünwald (1980).

Um aspecto bastante interessante desse trabalho é a consideração dos padrões de consumo e relações com o mercado consumidor. Apesar de associar conceitos de controle às possíveis situações de produção, o modelo não aponta ferramentas específicas de gestão, capazes de dar uma resposta satisfatória à caracterização efetuada.

Em trabalho posterior, Grünwald et al. (1989) procuraram preencher a lacuna da escolha das ferramentas específicas, estabelecendo uma estrutura de comparação de vários conceitos em controle da produção de modo a poder determinar qual conceito atenderia qual situação de produção.

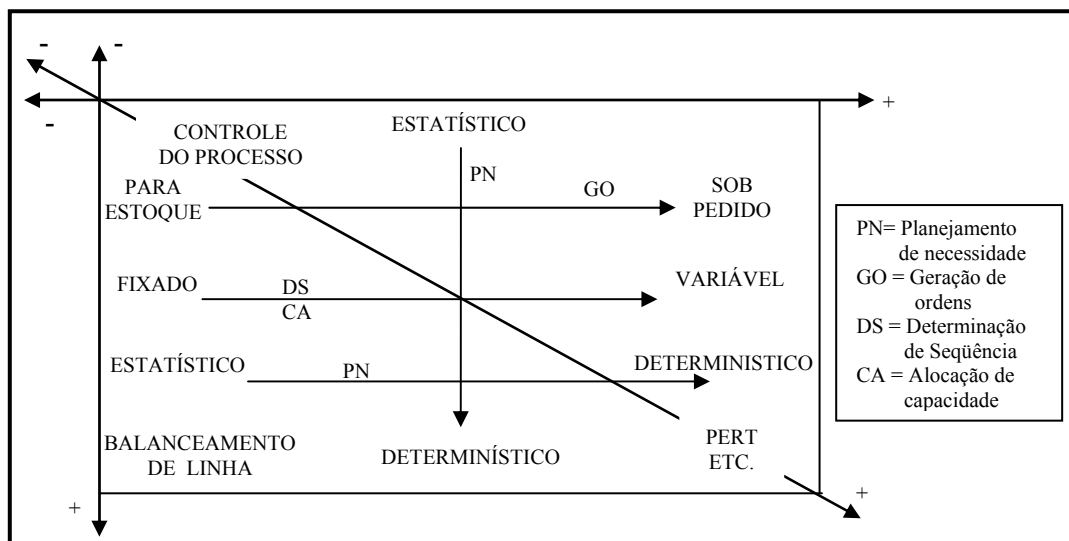


Figura 3.4 Projeções globais de conceitos a situações

Fonte: Adaptado de Van der Linden P.M.J & Grünwald (1980).

Para tanto definiram como relevantes: as características do mercado, a tecnologia de produção e a organização da produção e, cada uma delas por sua vez, sujeita a outros desdobramentos, conforme estabelecido no trabalho anterior. A análise dos conceitos foi centrada “na forma como as seguintes três funções são executadas: geração de ordens de produção (FOG – *factory order generation*); programação da produção (SHC – *schedulling*) e geração de pedidos de materiais (MOG – *material order generation*)”.

Considerou-se a fonte dos pedidos de fabricação (fabricar sob pedido – *make to order*, ou fabricar para estoque – *make to stock*) e a relação com as fontes de suprimentos (abastecimento sob pedido – *supply to order*, ou abastecimento para estoque – *supply to stock*). A Figura 3.5 apresenta o modelo básico que foi utilizado para relacionar essas alternativas e funções. De acordo com esse modelo, a fabricação sob pedido induz a que se faça o abastecimento sob pedido e coloca como centrais as funções de geração de pedidos de materiais e a geração de pedidos de fabricação. A fabricação para estoque, por sua vez, induz a que se faça o abastecimento para estoque e acentua as exigências da função de programação da produção.

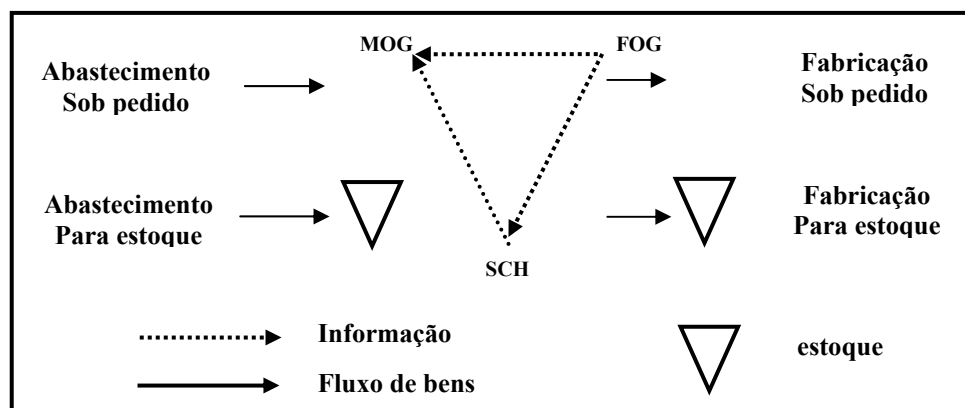


Figura 3.5 Funções e alternativas em relação aos conceitos de controle  
 Fonte: adaptado de Grünwald, H., et al., (1989).

As relações foram então identificadas apresentando as distintas concepções de sistema de controle, conforme apresentadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 Comparação dos conceitos de controle

	<b>FOG</b>	<b>SCH</b>	<b>MOG</b>
<b>SIC</b> ( <i>statistical inventory control</i> )	Fabricar para Estoque	Primeiro a entrar primeiro a sair	Abastecimento para estoque
<b>MRP II</b> (com estoque de segurança)	Fabricar devido à produção de estoque esperada	Devido à produção esperada	MRP - I
<b>MRP II</b> (com superposição)	Fabricar devido à demanda esperada + margem de segurança	Devido a produção esperada	MRP - I
<b>JIT</b>	Fabricar sob pedido	Demanda puxada	Demanda puxada
<b>OPT</b>	Fabricar devido a gargalos esperados	Primeira causa gargalo	A partir do gargalo: MRP - I

Fonte: Grünwald, H. et al., (1989).

O trabalho sugere então a possível construção de indicadores de desempenho (um para níveis de estoque e um para a fração de pedidos entregues no prazo) e variável (fator de convergência da estrutura do produto) representativa do sistema. Em seguida, formula conjecturas sobre as possíveis regiões de dominância dos conceitos de controle, em função da complexidade do produto e do processo e da incerteza da demanda. Entretanto, não estabelece os limites de aplicabilidade de cada conceito. Essas regiões de dominância são apresentadas na Figura 3.6.

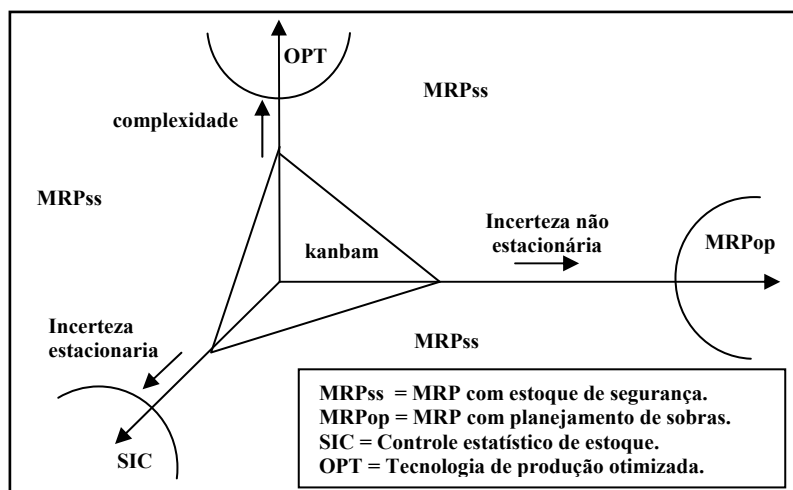


Figura 3.6 Regiões de dominância para os conceitos de controle  
 Fonte: Adaptado de Grünwald, H., et al., (1989).

Os trabalhos mais significativos sobre classificação de sistemas de produção, do ponto de vista da compatibilização de sistemas de gestão e sistemas físicos de produção, são os trabalhos de MacCarthy & Fernandes (2000) e o de Bironeau (2000). O primeiro faz, a partir de uma extensa e rica revisão bibliográfica, uma partição dos sistemas de produção bastante mais apurada que seus antecessores. Essa partição é calcada em quatro grupos principais de características; cada um deles, por sua vez, subdivididos em dimensões e variáveis de identificação, conforme Quadros 3.2, 3.3, e 3.4.

Quadro 3.2 Elementos de Caracterização do sistema de classificação multidimensional

<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Caracterização geral:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Tamanho do empreendimento*</li> <li>↳ Tempo de resposta</li> <li>↳ Nível de repetitividade</li> <li>↳ Nível de automação</li> </ul> </li> <li>● <b>Caracterização do produto:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Descrição do produto               <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Estrutura do produto*</li> <li>⇒ Nível de personalização</li> <li>⇒ Numero de produtos*</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Caracterização do processo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Descrição do processo               <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Tipos de buffer</li> <li>⇒ Tipo de layout</li> <li>⇒ Tipo de fluxo*</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>● <b>Caracterização da montagem:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Tipos de montagem</li> <li>⇒ Tipos de organização do trabalho</li> </ul> </li> </ul>
--	---

Fonte: MacCarthy, B. L., et al. (2000).

### Quadro 3.3 Valores admissíveis para as variáveis

<p>(1) Tempo de resposta do sistema de produção (RT)          SL = tempo de suprimento          PL = tempo de produção          DL = tempo de distribuição          (a) Se o sistema produz para estoque e o nível de serviço é igual a P%;          (b) Se o sistema não produz, mas, compra, armazena, vende e entrega itens e o nível de serviço é igual a P%.</p>
<p>(2) Tipos de Buffer          (i) buffer antes do primeiro estágio de produção          (ii) buffer entre estágios intermediários          (iii) buffer após o último estágio do produto</p>
<p>(3) Tipos de fluxo          F1 = estágio único          F2 = estágio único com máquinas idênticas em paralelo;          F3 = estágio único com máquinas não idênticas em paralelo;          F4 = processamento multi estágio unidirecional          F5 = processamento multi estágio unidirecional que permite estágios serem saltados;          F6 = processamento multi estágio unidirecional com máquinas iguais em paralelo;          F7 = processamento multi estágio unidirecional com máquinas idênticas em paralelo, mas permitindo que estágios sejam saltados;          F8 = processamento multi estágio unidirecional com máquinas não idênticas em paralelo;          F9 = processamento multi estágio unidirecional com máquinas não idênticas em paralelo, mas permitindo que estágios sejam saltados;          F10 = processamento multi estágio multidirecional (job shop clássico)          F11 = processamento multi estágio multi direcional com máquinas idênticas em paralelo;          F12 = processamento multi estágio multi direcional com máquinas não idênticas em paralelo.</p>
<p>(4) Tipos de montagem          A1 = mistura de ingredientes químicos;          A2 = montagem de um grande projeto;          A3 = montagem de produtos pesados em um layout de posição fixa;          A4 = montagem de produtos leves em um posto de trabalho ou postos paralelos;          A5 = linha de montagem compassada onde o transportador nunca para;          A6 = linha de montagem compassada onde o transportador para por tempo predeterminado;          A7 = linha de montagem semi compassada;          A8 = linha de montagem não compassada em que o transportador sempre se movimenta e o operador coloca seu produto ao fim de sua tarefa;          A9 = linha de montagem não compassada acionada pelo operador</p>
<p>(5) Repetitividade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contínuo puro</li> <li>• Semi-contínuo: cada unidade de processamento é um sistema contínuo puro e há combinações de rotas através das unidades de processamento. Nas indústrias de processo são algumas vezes conhecidas como sistema de produção de processamento em lote.</li> <li>• Produção em massa: quase todos os itens são repetitivos;</li> <li>• Produção repetitiva: ao menos 75% dos itens são repetitivos;</li> <li>• Produção semi repetitiva: há um número considerável tanto de itens repetitivos como de itens não repetitivos;</li> <li>• Não repetitivo: a maioria (ao menos 75%) dos itens são não repetitivos;</li> <li>• Grandes projetos</li> </ul>

Fonte: MacCarthy, B. L., et al., (2000).

Quadro 3.4 As variáveis e a escolha de um sistema de Planejamento e Controle da produção

Outras variáveis	Nível de repetitividade de sistemas de produção (5)						
	Contínuo puro	Semi contínuo	Produção em massa	Repetitivo	Semi repetitivo	Não repetitivo	Grandes projetos
Tamanho da empresa	Para todos os níveis de repetitividade, maior a empresa maior a complexidade do planejamento da produção e atividade de controle (PPC)						
Tempo de resposta RT (1)	DL (a-P%)	DL (a-P%°)	DL (a-PL%)	DL (a-PL%)	PL+DL	PL +DL ou SL+PL+DL	SL+PL+DL
Nível de automação	Rígido	Rígido	Rígido	Normal ou flexível	Normal ou flexível	Normal ou flexível	normal
Estrutura do produto	Para todos os níveis de repetitividade as atividades de planejamento e controle da produção para produtos múlti-nível são muito mais complexas que para produtos de nível simples						
Nível de personalização	Produtos padrão	Padrão ou combinados	Padrão ou combinados	Padrão ou combinados	Combinados ou semi personalizados	Semi personalizados ou personalizados	personalizado
Número de produtos	Para todos os níveis de repetitividade as atividades de planejamento e controle da produção para múlti produtos são muito mais complexas que para produto simples						
Tipos de layout	Layout por produto	Layout por produto	Layout por produto	Layout de grupo	Layout de grupo	Layout funcional	Posição fixa
Tipos de buffer (2)	(i) e (iii)	(i); (ii) e (iii)	(i); (ii) e (iii)	(i); (ii) e (iii)	(i); (ii) ou (i)	(i), (ii) ou (ii)	Sem buffers
Tipos de fluxo (3)	A complexidade das atividades de planejamento e controle da produção aumenta de (F1) em direção a (F12)						
Tipos de montagem (4)	(A1) ou desmontagem	(A1) ou desmontagem	(A5) ou (A6) ou (A7) ou nenhuma montagem	(A5) ou (A6) ou (A7) ou nenhuma montagem	(A7) ou (A8) ou (A9) ou nenhuma montagem	(A3) ou (A4) ou nenhuma montagem	(A2)
Tipos de organização do trabalho	Se há montagem, o tipo de organização do trabalho tem um impacto direto no modo com que este trabalho será balanceado na montagem						
Sistema de controle básico, possível de ser escolhido	Uma planilha para controle de fluxo	Uma planilha para programar o trabalho	Kanbam	Kanbam ou PBC	PBC ou OPT	MRP	PERT/CPM

Fonte: MacCarthy, B. L., et al., (2000).

De acordo com MacCarthy & Fernandes (2000) nessa proposta:

“...[...]a escolha desses grupos, dimensões e variáveis foi determinada pelo objetivo principal, isto é, que a classificação fosse uma ferramenta valiosa para projeto ou escolha do sistema de Planejamento e Controle da Produção”, (MacCarthy & Fernandes, 2000, p.486).

Apesar de sua abrangência e do nível de detalhe proposto nesse sistema, alguns aspectos devem ser observados:

- (1) os autores admitem que “no ambiente de hoje, a fim de acomodar as mudanças de forma mais rápida, os sistemas de fabricação têm se tornado cada vez mais híbridos” e que “cada sistema de produção específico demanda um específico, senão único, sistema de controle da produção”. Assim, esses autores, sugerem um sistema de classificação em que se

apresenta um sistema único de informações, determinado pela exigência majoritária dos produtos fabricados. Entretanto, não há evidências claras de que um sistema único seja preferível. Pode-se admitir que a parcela minoritária, com demandas específicas, comprometa o desempenho do sistema de gestão formulado para os produtos majoritários. A partir de uma aplicação real desse sistema de classificação, Godinho Filho & Fernandes (2002) concluíram pela dúvida em adotar-se um sistema de controle da produção específico para cada diferente unidade dentro da empresa, ou um pequeno número de sistemas, flexibilizando a proposta original de encontrar-se um único sistema para toda a empresa.

- (2) na dimensão montagem, o tipo desmontagem apresentado não comporta subdivisões, embora possa havê-las até mesmo em termos de obtenção de produtos personalizados ou semi personalizados, caso comum na agroindústria e objeto deste trabalho.
- (3) na dimensão tempo de resposta, supõe-se sempre disponibilidade de matéria-prima quando envolve o fornecedor, o que nem sempre é o caso na agroindústria em face de sazonalidade da matéria-prima, sua perecibilidade e incerteza de obtenção nas quantidades previstas.
- (4) não há uma dimensão que considere a influência da perecibilidade da matéria-prima ou do produto acabado.

O trabalho de Bironeau (2000), também se propõe a estabelecer uma relação entre sistema físico e sistema de gestão. Entretanto, limita-se a considerar os empreendimentos com produção discreta. A análise parte de um recorte clássico, hierarquizado em quatro níveis: o planejamento da produção, a programação (ou cálculo de necessidades de materiais), emissão de ordens e lançamento/acompanhamento. Considera também a possibilidade de atuação no nível de planejamento global, o que permite a elaboração de um documento chave, por famílias de produtos, que o autor denomina Plano Industrial e Comercial (PIC) e, ao nível do planejamento detalhado, por produtos acabados, que o autor denomina Programa Diretor de Produção (PDP). O sistema de classificação para tratar as questões de planejamento é baseado no cruzamento de três critérios principais: o modo de resposta ao mercado, o perfil do



fluxo e a natureza do fluxo.

No que diz respeito ao modo de resposta ao mercado são consideradas as seguintes possibilidades:

- a produção para estoque;
- a fabricação ou concepção sob pedido;
- o acabamento ou personalização sob pedido.

Em relação ao perfil de fluxo, segundo Bironeau, é mantida a lógica da classificação “VAT”, isto é, com fluxo de materiais divergente, convergente ou linear com diferenciação final. É necessário destacar que os sistemas de produção do tipo “V”, denominados por Burbidge (1983) “sistemas implosivos”, caracterizam empreendimentos em que as matérias-primas são poucas e os produtos variados, como função dos possíveis fluxos divergentes que os processos podem assumir. Entretanto, não distinguem a simultânea e obrigatória obtenção de diferentes produtos pelo fracionamento ou “desmontagem da matéria-prima” (caso típico de abatedouros), dos fluxos divergentes decorrentes da produção simultânea e opcional de diferentes produtos (caso típico de fundições). É curioso observar, que a possibilidade da desmontagem, com obtenção de produtos simultâneos, aparecia no primeiro sistema de classificação de Mallick e Gaudreau (1951) (appud MacCarthy, 2000), mas não foi suficientemente considerada nos principais sistemas de classificação verificados, posteriormente desenvolvidos.

O terceiro critério adotado por Bironeau apóia-se em trabalho de Woodward (1977) admitindo, segundo seu autor, que a continuidade do fluxo e o tamanho das séries representam significativamente a noção de cadência da produção.

O trabalho de Bironeau (2000) promove uma identificação discursiva dos empreendimentos, conforme Quadros 3.5, 3.6 e 3.7, seguindo-se a subsequente e correspondente identificação dos sistemas de gestão apropriados, conforme sintetizado nos Quadros 3.8, 3.9 e 3.10.

Quadro 3.5 Produção para estoque



Natureza do fluxo Perfil do fluxo	Fluxo descontínuo (discreto)		
	Linear (*)	Emaranhado	Fixo***
<b>Perfil em A</b> Fluxo convergente dominante em montagem (poucos subconjuntos comuns a vários produtos).	<b>1</b> - Sistema dominante em montagem de bens padronizados intermediários, com poucas variedades, sob linhas dedicadas, para as indústrias de massa (cadência elevada) Ex. sistema de freios para automóveis (**).	<b>2</b> - Sistema dominante de montagem de bens padronizados intermediários, freqüentemente complexos, com cadência fraca ou média, em oficinas funcionais. Ex. motores padrão para bombas, ou para compressores.	
<b>Perfil em V ou I</b> Fluxo divergente ou unifilar (transformação)	<b>3</b> - Fabricação de peças usinadas, conformadas ou moldadas (a base de metal ou plástico) ou de produtos acabados simples, do tipo padrão, para as indústrias com produção em massa. Ex: arruelas, tubos plásticos.	<b>4</b> - Preparação de peças elementares ou de produtos finais simples, padronizados, em pequenas séries. Ex: peças para veículos industriais ou para equipamentos de engenharia civil.	
<b>Perfil de produtos com opções e variantes</b>	<b>5</b> - Montagem ou fabricação (cadência elevada) de produtos possuindo numerosas variantes, mas construídos em torno de um tronco comum. Ex: produtos finos acondicionados, de grande consumo, intermediários para indústria com produção em massa.	<b>6</b> - Idem caso precedente, mas com cadências geralmente mais fracas e uma organização em oficinas funcionais. Ex: fabricantes de máquinas ferramenta ou de materiais de manutenção.	

(\*) - encaminhamento único sobre uma linha dada (gama análoga).  
(\*\*) - os exemplos propostos, a título de ilustração, são tirados de um estudo de 50 casos reais, realizado no quadro de uma tese de ciências da gestão. Sublinha-se, entretanto, que todos os empreendimentos relevantes das atividades citadas não são forçosamente organizados da mesma maneira.  
(\*\*\*) – perfil do fluxo normalmente encontrado na fabricação de grandes produtos.

Fonte: Bironneau L. (2000).

Quadro 3.6 Acabamento (personalização) por pedido

Natureza do fluxo Perfil do fluxo	Fluxo descontínuo (discreto)		
	Linear	Emaranhado	Fixo
<b>Perfil em A</b>			
<b>Perfil em V ou I</b>			
<b>Perfil de produtos com opções e variantes</b>	<b>7</b> - Acabamento sob pedido (cadência elevada) de produtos muito diferentes, obtidos por uma montagem de subconjuntos padrão (concepção modular) ou por personalização de produtos maquiados fabricados para estoque, em grandes séries. Ex: Construtores de automóveis, conservas, tampas impressas.	<b>8</b> - Acabamento sob pedido (cadência fraca ou média) de produtos muito diferenciados obtidos a partir de semi-acabados padrão (subconjuntos, módulos, peças) onde a produção é antecipada. Ex: máquinas ferramenta, materiais de manutenção.	

 Sistemas de produção que se constituem em atratores na dinâmica industrial.  
 Sistema de produção com probabilidade pequena ou nula de surgimento.

Fonte: Bironneau L. (2000).

Quadro 3.7 Fabricação ou concepção sob pedido

Natureza do fluxo Perfil do fluxo	Fluxo descontínuo (discreto)		
	Linear (1)	Emaranhado	Fixo
<b>Perfil em A</b>	<b>9</b> - Sistema dominante em montagem de produtos o mais freqüente padrão, tendo muito pouco de subconjuntos comuns (raro na prática).	<b>10</b> - Sistema dominante de montagem de produtos específicos, concebidos e realizados conforme as especificações expressas dos clientes ou concebidos pelos produtos padrão em pequenas séries.	<b>11</b> - Produção muito complexa (engenharia e gestão de projeto) elaboração por unidade ou em séries muito pequenas, de grandes equipamentos, muito complexos e custosos. Ex: satélites, máquinas especiais.
<b>Perfil em V ou I Fluxo divergente ou unifilar (transformação)</b>	<b>12</b> - Fabricação sob pedido, em linhas ou células flexíveis, de peças elementares mais freqüentemente padrão (sob catálogo) parametrizáveis ou não.	<b>13</b> - Preparação de peças elementares ou de produtos finais simples, específicos (sub contratação de especialidade ou de capacidade) ou em pequenas séries sob catálogo. Ex: peças para aviões	<b>14</b> - Fabricação (engenharia) de grandes peças freqüentemente muito específicas para a indústria de metalurgia ou de energia. Ex: moldes, grandes peças forjadas.
<b>Perfil de produtos com opções e variantes</b>	<b>15</b> - Produção à cadência elevada de produtos personalizados que se diferenciam freqüentemente pelas opções e variantes, induzindo modificações em diferentes níveis da variedade disponível. Ex: Produção de cozinhas em grande quantidade.	<b>16</b> - Produção sob pedido à cadência fraca ou média, de produtos finos, personalizados (parametrizáveis) ou possuindo numerosas variantes. Ex: móveis, tapetes almofadados (sofás) produtos sob medida (elevadores, cabinas de banho).	<b>17</b> - Produção de produtos muito complexos com uma base comum, cada exemplar levando em conta as novas adaptações que traduzem um aperfeiçoamento técnico ou as necessidades específicas do cliente. (sistemas multi projeto) aviação, náutica...

Fonte: Bironneau L. (2000).

Quadro 3.8 Identificação de sistema de gestão apropriado (a)

Natureza do fluxo Perfil do fluxo		Produção para estoque					
		Fluxo descontínuo (discreto)					
		Fluxo Linear (tipo flow shop) (1)			Fluxo Emaranhado (tipo job-shop)		
		1		2		3	
<b>Perfil em A</b>	<b>Planejamento da produção</b>	MRP 2 SEM MÓDULO PIC*		MRP 2 SEM MÓDULO PIC*		MRP 2 SEM MÓDULO PIC*	
	<b>Programação</b>	mais emissão final sob condições		mais método kanbam		mais emissão final sob condições	
		(2)		(3)		(2)	
<b>Perfil em V ou I</b>	<b>Planejamento Global</b>	Variedade forte (V)			Variedade fraca (I)		
	<b>Planejamento da produção</b>	MRP 2 Com módulo PIC* e cálculo MRP simples		Software específico de gestão por restrições	MRP 2 Sem módulo PIC* e cálculo MRP simples		MRP 2 Com módulo PIC* e cálculo MRP simples
	<b>Programação</b>	Emissão final					mais emissão final se condições
	<b>Emissão de ordens</b>					Software específico de gestão por restrições	
<b>Lançamento e controle</b>							
		5		6			
<b>Perfil de produtos com opções e variantes</b>	<b>Planejamento Global</b>			(3 e 4)			
	<b>Planejamento da produção</b>	MRP 2 Com módulo PIC*		mais ferramenta de programação e Controle se grande variedade		MRP 2 Sem módulo PIC	
	<b>Programação</b>	mais emissão final se condições		OU (2)		MRP 2 Com módulo PIC	
	<b>Emissão de ordens</b>					mais emissão final se condições	
<b>Lançamento e controle</b>	(2)				(2)		

\* PIC = Planejamento Agregado

Fonte: Bironneau L. (2000).

Quadro 3.9 Identificação de sistema de gestão apropriado (b)

Natureza do fluxo Perfil do fluxo		Acabamento (personalização) sob pedido					
		Fluxo descontínuo (discreto)					
		Fluxo Linear (tipo flow shop)			Fluxo Emaranhado (tipo job-shop)		
		7				8	
Perfil de produtos com opções e variantes	Planejamento Global						
	Planejamento da produção						
	Programação	MRP 2 Com módulo PIC + PDP* + geração de programa de acabamento sob pedido		MRP 2 Com módulo PIC + PDP* + geração de programa de acabamento sob pedido		MRP 2 Com módulo PIC + PDP* + geração de programa de acabamento sob pedido	
	Emissão de ordens			mais ordem de acabamento se condição		mais ordem de acabamento se condição	
Lançamento e controle		mais método kanban					

\*PDP = Programa Mestre da Produção

Fonte: Bironneau L. (2000).

Quadro 3.10 Identificação de sistema de gestão apropriado (c)

Natureza do fluxo Perfil do fluxo		Fabricação e/ou concepção sob pedido					
		Fluxo descontínuo (discreto)					
		Fluxo Linear (tipo flow shop) (1)		Fluxo Emaranhado (tipo job-shop)		Fluxo fixo	
		9		10		11	
Perfil em A	Planejamento da produção			Prazos curtos	Prazos longos		
	Programação			Produtos padrão	Produto específico		
	Emissão de ordens			Ferramenta de gestão sob pedido	Ferramenta de gestão sob pedido adaptado a gestão por negócio	Idem tipo 11	GPAO* Gestão de projeto
	Lançamento e controle		Ferramenta de gestão sob pedido com módulo de emissão final e cálculo de necessidades MRP se condições			→	
Perfil em You I	Planejamento da produção		Preocupação em otimizar em meio perturbado	Caso inverso	Prazos curtos		
	Programação						
	Emissão de ordens		Ferramenta de emissão de ordens para a fábrica	Ferramenta de lançamento e controle	Idem tipo 12	Idem tipo 14	Ferramenta de emissão de ordens para fábrica possuindo emissão de ordens PERT
	Lançamento e controle		Software específico de gestão por restrições		←	→	
Perfil de produtos com opções e variantes	Planejamento da produção			15		16	
	Programação					Prazos curtos	Prazos longos
	Emissão de ordens			Ferramenta de gestão sob pedido + reagrupamento à montante (C.B. MRP)	Ferramenta de gestão sob pedido + reagrupamento à montante (C.B. MRP)	Idem tipo 17	GPAO* + gestão de projeto ou ERP permitindo os dois
	Lançamento e controle					→	

\* GPAO = software de gestão da produção e emissão de ordens.

Fonte: Bironneau (2000).

O sistema proposto por Bironneau (2000), além de só considerar os sistemas discretos, também apresenta algumas restrições:

- (1) não distingue exigências particulares dos sistemas de desmontagem;
- (2) não considera questões relacionadas à perecibilidade e incerteza de obtenção dos produtos e a característica das matérias-primas.
- (3) Considera o sistema dominante e não seus diferentes processos.

Os demais sistemas de classificação pesquisados (Anexo I) apresentam as mesmas lacunas relativas às questões de processo de desmontagem, perecibilidade da matéria-prima e impacto das exigências a montante na cadeia.

Independentemente da metodologia ou do agrupamento em que as classificações foram enquadradas, pode-se observar a utilização de diferentes atributos na constituição dos sistemas de classificação (Anexo II). Esses atributos estão sintetizados no Quadro 3.11.

Quadro 3.11 Elementos de análise e nomenclatura originais, adotados nas classificações

1	TIPO DE DEMANDA	5	FLUXO DE MATERIAIS	7	CARACTERÍSTICA DOS EQUIPAMENTOS	
2	Sob pedido	ESTRUTURA E INEDITISMO DO PRODUTO	Layout linha	8	Automação rígida	
	Sob pedido e confirmação		Linha de montagem		Automação normal	
	Sob pedido e projeto (ou protótipo)		Linha discreta		Automação flexível	
	Para estoque		Layout em grupo	9	TEMPO DE OBTENÇÃO	
	MTS		Layout funcional		Tempo de (entrada + transf+ distr.)	
	MTO		Layout por produto		Tempo de (distribuição)	
	MTS/MTO		Layout de posição fixa sem estoque		Tempo de (transf. + distr.)	
3	QUANTIDADE POR PRODUTO	DIVERSIDADE DE PRODUTOS	Flow shop	SISTEMA DE CONTROLE DE FLUXO		
			Fluxo em T	Tempo de (entrada + distr.)		
			Manufatura celular	Sistema puxado puro		
			Job shop	Sistema puxado modificado		
			Fluxo divergente ou unifilar (V ou I)	Sistema puxado		
			Fluxo em V	Sistema empurrado		
			Fluxo em A	Sistema empurrado e puxado		
			Perfil de produtos a opções e variantes	Sistema empur. e pux. c/ regulação		
			Fluxo descontínuo linear	Sistema empur. e pux. s/ regulação		
			Fluxo descontínuo emaranhado	Buffer de entrada		
4	FREQUÊNCIA DE FABRICAÇÃO POR PRODUTO	DEFINIÇÃO DE OPERAÇÕES	Fluxo descontínuo fixo	Buffer intermediário		
			Máquinas simples	Buffer final		
			Máquinas paralelas	Estoque p/ estoque p/ cliente		
			Jobbing	Fonte p/ estoque p/ o cliente		
			Grandes projetos	Estoque para o cliente		
			Tipo laboratório	Fonte para o cliente		
			Fabricação	Estoque puro		
			Desmontagem	WIP puro		
			Nenhuma montagem	WIP modificado		
			Montagem simples			
Montagem complexa						
Mistura química						
Montagem de um grande projeto						
Montagem de prod. Pesados em layout fixo						
Montagem de prod. leves em estações paralelas						
Linha de mont. c/ conveyors moveis s/ parada						
Linha de mont c/ conveyors móveis e paradas programadas						
Linha de montagem acionada p/ operador						
Linha de montagem usada p/ operador						
				n	Tipo de atributo	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Algumas terminologias adotadas nos sistemas de classificação admitem implicitamente em alguns casos mais de um conteúdo, como a expressão “produção em massa”. Ela caracteriza tanto uma pequena frequência de preparação de máquinas entre as operações, quanto uma grande quantidade de itens fabricados sob uma mesma preparação (o que também significa, implicitamente, uma menor quantidade de preparações devido ao longo tempo de fabricação determinado pelo grande número de itens).

É usual a adoção de variáveis que representem simultaneamente mais de um fator de complexidade, como a expressão “grandes projetos”. Essa expressão caracteriza especialmente produtos inéditos, de grande porte, quantidade reduzida de unidades a serem fabricadas e diversidade de combinações de operações necessárias para se obtê-las. Também significa a complexidade de obtenção do produto, em termos de diferentes materiais necessários, dificuldade de execução e/ou número de preparações exigidas.

O uso de variáveis híbridas conduz a uma simplificação na construção dos sistemas de classificação. Entretanto, pode introduzir ambigüidades em sua interpretação e dificulta a identificação do sistema de gestão específico.

Em todos os casos, a escolha dos atributos e variáveis de dimensionamento visa permitir a diferenciação dos sistemas de produção de acordo com o grau de complexidade que introduzem em seus subsistemas físico e administrativo. Essa complexidade pode ser ditada pela quantidade, tipo e incerteza associada aos dados, informações e decisões necessárias para coordenar o fluxo de materiais, execução das operações de obtenção dos produtos e atendimento das demandas. Assim, quando se admite como variável de classificação a diversidade de produtos supõe-se que, quanto maior essa diversidade, maior é o número de informações necessárias e, conseqüentemente, a complexidade para se administrar o sistema. De modo análogo, quando se caracteriza um sistema como fabricando produtos personalizados, supõe-se que a incerteza sobre os tempos de fabricação necessários ou a necessidade de associar cada novo elemento ao seu destino introduz uma complexidade adicional no sistema de coordenação de operações.

Dessa forma, uma possível interpretação para as famílias de atributos e variáveis, no que diz respeito às razões para terem sido consideradas nos sistemas de classificação, é apresentada no Quadro 3.12.

De acordo com MacCarthy & Fernandes (2000):

“...[] todas as classificações são necessariamente subjetivas porque representam uma perspectiva do autor sobre os sistemas de produção”, (MacCarthy & Fernandes, 2000, p.485).

Essa perspectiva do autor é traduzida ou pelas hipóteses formuladas, ou pelas definições de amostra e relações pesquisadas e, por último, pelos possíveis sistemas e elementos selecionados para estruturar a lógica da proposição.

Quadro 3.12 Famílias de atributos, particularidade e complexidade que permitem caracterizar os sistemas de produção

<p>1 – <b>Tipo de Demanda:</b> As diferentes nomenclaturas apresentadas indicam como preocupação central desse atributo se há ou não um vínculo direto do consumidor com o projeto do produto, isto é, se o produto é exclusivo para o cliente ou se é padrão. Uma variante dessa preocupação associa também a possibilidade de haver os dois tipos de produto no empreendimento e, ainda uma outra, a possibilidade de, mesmo o produto sendo padrão, só ser fabricado se houver uma encomenda. A complexidade introduzida por esta variável diz respeito ao ineditismo do produto e, portanto, desconhecimento dos tempos de obtenção e a incerteza da demanda.</p> <p>2 – <b>Estrutura e ineditismo do produto:</b> Esse atributo estabelece a complexidade introduzida nos sistemas de controle pela possível interdependência existente entre os componentes de um produto e o grau dessa complexidade, que pode ser mais ou menos acentuada, de acordo com seu ineditismo.</p> <p>3 – <b>Diversidade de produtos:</b> Esse atributo tem duas possíveis conotações a primeira diz respeito a complexidade de controle introduzida com a quantidade de dados necessários para associar clientes e produtos. A segunda diz respeito a maior ou menor simplicidade associada ao acompanhamento do fluxo de materiais (conjunto de diferentes produtos e ações de obtenção).</p> <p>4 – <b>Quantidade por produto:</b> O atributo quantidade estabelece uma medida indireta da frequência de controle necessário, em associação com a intermitência de produção. Quantidades menores exigem maior frequência de ações de coordenação.</p> <p>5 – <b>Frequência de fabricação por produto:</b> Esse atributo estabelece uma medida direta da frequência de controle necessário e, possivelmente, uma sistematização de procedimentos se a frequência for grande.</p> <p>6 – <b>Fluxo de materiais:</b> Esse atributo diferencia os empreendimentos pelo maior ou menor grau de complexidade introduzida em seus sistemas de controle em face da possibilidade de se produzirem uma só seqüência de operações comuns ou seqüências e tipos de operações diversificadas. A diversidade de operações e seqüências acarreta conflitos que demandam maior volume de decisões.</p> <p>7 – <b>Definição de operações:</b> é um atributo semelhante ao da estrutura e ineditismo do produto com a única diferença de que nesse caso a complexidade é determinada em relação à execução.</p> <p>8 – <b>Característica dos equipamentos:</b> Em geral esse atributo é utilizado para diferenciar empreendimentos em sistemas de classificação que objetivam particularmente caracterizar o grau de automação ou capacidade de diversificação de produtos. Avalia-se assim a complexidade introduzida pelo grau de automação no sistema de coordenação dos recursos de produção.</p> <p>9 – <b>Sistema de controle de fluxo:</b> Esse é um atributo híbrido que associa a complexidade introduzida pelo tipo de demanda, estrutura e ineditismo dos produtos aos mecanismos de regulação do</p>
--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da subjetividade, inerente aos sistemas de classificação, estas podem ter:

- (i) maior ou menor amplitude: capacidade de um sistema de classificação compreender um amplo espectro de empreendimentos ou um espectro restrito já excluindo, de início, todo um subconjunto que não apresente alguma especificidade pré-determinada;
- (ii) maior ou menor generalidade: grau de detalhe utilizado para formular a classificação; as classificações com aspecto mais genérico não dão elementos suficientes para estabelecer ou intervir mais precisamente nas estruturas dos sistemas de produção, porque se utilizam de parâmetros de avaliação mais agregados; as classificações mais detalhadas utilizam parâmetros por vezes subjetivos ou de difícil quantificação, o que as torna mais complexas e eventualmente dificultam sua aplicação;
- (iii) maior ou menor direcionamento: propósito específico com que a classificação foi elaborada e, assim, estabelecidas as características de análise.

Esses três elementos são estreitamente relacionados e dependentes. Dessa forma, “qualquer classificação envolve a escolha entre nível de detalhe e o nível de agregação” (MacCarthy & Fernandes, 2000), abrangência ou restrição e direcionamento.

Possíveis objetivos, ou direcionamentos, considerados nos sistemas de classificação estudados:

- diferenciação física dos empreendimentos (equipamentos e sua disposição ou nível de automação) e definição de nomenclatura para caracterização;
- diferenciação de fluxo de materiais com propósitos de programação de máquina;
- caracterização das empresas para seleção de sistemas de gestão da produção.

As lacunas de classificação relativas à desmontagem, perecibilidade, incerteza da matéria-prima ou considerações sobre as relações à montante e/ou a jusante fazem com que os sistemas de classificação disponíveis não sejam ainda suficientes para enquadrar um significativo conjunto de empresas ou apontar a necessidade de uma



particular forma de administração. Embora, em alguns casos, esses sistemas de classificação disponíveis sejam bastante amplos, detalhados, objetivos e até mesmo simples, como os de Gousty & Kieffer (1992), MacCarthy & Fernandes (2000) ou Bironeau (2000).

Essa insuficiência na classificação ou determinação do sistema de controle mais adequado é ainda corroborada pelos trabalhos de Taylor (1979), Fransoo & Ruten(1994), Denis & Meredith (2000), Crama et al. (2001).

As empresas não abrangidas pelos sistemas de classificação são significativas, por sua importância econômica, quantidade e papéis que desempenham em suas respectivas cadeias de produção, particularmente as da agroindústria. Quando esses empreendimentos são caracterizados por estes sistemas de classificação, visando à intervenção em seus subsistemas administrativos, não encontram soluções completas ou integradas, exigindo por vezes a adoção de soluções adaptadas ou desenvolvidas internamente.

Assim, admite-se que ainda há lacunas a preencher, no que diz respeito à classificação dos sistemas de produção, sugerindo-se a proposição de um sistema mais abrangente. Entretanto, para que se possa fazê-lo é interessante conhecer antes, como se comportam as indústrias de primeira transformação, particularmente as indústrias agroalimentares, bem como os principais elos da cadeia em que se inserem, identificando suas práticas e exigências.

## **Capítulo 4. Indústria de primeira transformação: o abatedouro bovino**

### **4.1 Introdução**

As agroindústrias alimentares dedicadas à primeira transformação apresentam, via de regra, características e exigências semelhantes, ainda que em alguns casos com algumas peculiaridades. Excetuam-se, as empresas que dependem da produção primária exclusivamente extrativista, em que a disponibilidade de matéria-prima é extremamente incerta, como no caso da indústria pesqueira. Assim, poder-se-ia tomar qualquer uma delas, para identificar, não só elementos de classificação, mas também um modelo de planejamento e controle da produção que lhes fosse mais apropriado. Entretanto, uma dessas indústrias se sobressai, como exemplo paradigmático dessas características gerais. Trata-se da indústria de carne bovina. Essa indústria é relevante não só pelo significativo valor econômico envolvido, como por apresentar, a maior parte do conjunto de exigências comuns à agroindústria alimentícia. Assim, nos tópicos subseqüentes, serão descritas as atividades dos elos da cadeia da carne bovina, visando evidenciar como as práticas nessa cadeia afetam as funções de planejamento e controle da produção dos frigoríficos, sua indústria de primeira transformação.

### **4.2 Considerações sobre a cadeia da carne bovina**

O abate bovino em escala industrial talvez seja uma das mais antigas atividades de processamento agroalimentar. Assumido inicialmente como atividade pública nas pequenas comunidades européias ou como atividade privada na América do Norte, logo o abate bovino consolidou as práticas do sistema Taylorista de produção com a partição do trabalho e a separação entre a produção e o planejamento.

A significativa relevância dessa indústria, hoje, pode ser facilmente constatada pelos números da produção mundial estimados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (USDA) e apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 Produção de carnes bovina, de vitelo e de búfalo, de países selecionados  
(mil toneladas equivalente-carcaça)

ANO	2001	2002	2003	2004	2005 (p)	2006 (f)
<b>Estados Unidos da América</b>	11.983	12.427	12.039	11.261	11.320	11.812
<b>Brasil</b>	6.895	7.240	7.385	7.975	8.355	8.560
<b>EU-25</b>	8.084	8.145	8.061	7.941	7.825	7.800
<b>República Popular da China</b>	5.488	5.846	6.305	6.759	7.180	7.640
<b>Argentina</b>	2.640	2.700	2.800	3.130	2.970	3.000
<b>Índia</b>	1.770	1.810	1.960	2.130	2.230	2.300
<b>Austrália</b>	2.049	2.089	2.073	2.114	2.181	2.210
<b>México</b>	1.925	1.930	1.950	2.099	2.125	2.175
<b>Canadá</b>	1.250	1.294	1.190	1.496	1.530	1.560
<b>Federação Russa</b>	1.760	1.740	1.670	1.590	1.525	1.465
<b>Outros</b>	5.802	6.020	4.662	4.798	4.737	4.854
<b>Total Mundial</b>	49.646	51.241	50.095	51.293	51.978	53.376

Nota : (1) EU inclui dados dos 25 estados membros para todos os anos.  
(2) Os dados incluem búfalos.  
(3) De 2003 até 2006 a Colômbia, a Costa Rica, a República Dominicana, El Salvador, Honduras, Nicarágua e Venezuela estão excluídas da base de dados.  
(4) p = preliminar; f = previsto

Fonte: USDA, 2006.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC), as exportações brasileiras de carne bovina *in natura* e industrializada vêm progredindo sistematicamente conforme apresentado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 Conselho nacional da pecuária de corte – balanço da pecuária bovina de corte 1994 a 2004\*\*.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004*	2005**
<b>População (milhões de habitantes)</b>	154	156	157	160	162	164	170	172	175	177	180	183
<b>Rebanho Bovino milhões</b>	158	156	153	156	158	159	164	171	179	189	193	196
<b>Taxa de Abate (%)</b>	16,43	17,32	20,25	18,64	19,14	19,69	19,80	19,83	19,82	19,91	21,51	22,03
<b>Abate (milhões)</b>	26	27	31	29,1	30,2	31,3	32,5	33,8	35,5	37,6	41,4	43,1
<b>Produção/Carne mil (ton. eq. carc.)</b>	5200	5400	6045	5820	6040	6270	6650	6900	7300	7700	8350	8750
<b>Consumo per Capita (kg eq. carc.)</b>	32,6	34,5	38	35,8	35,8	35,3	36,3	35,3	36,6	36,4	36,4	36,7
<b>Consumo interno (mil ton eq. carc.)</b>	5018	5376	5962	5710	5797	5793	6158	6091	6395	6463	6.549	6700
<b>Exportação mil (ton. eq. carcaça)</b>	378	285	278	287	378	560	592	858	1006	1301	1854	2100
<b>Importação mil (ton. eq. carcaça)</b>	196	262	196	177	135	83	100	49	101	64	53	50
<b>Exportação (US\$ milhões)</b>	573	490	440	436	589	785	786	1023	1107	1510	2457	2783
<b>Importação (US\$ milhões)</b>	231	312	237	273	220	99	128	65	84	60	72	68

Fonte dos dados básicos: SRF/MF, SECEX/MDIC, MAPA, EMBRAPA, IBGE, CNPC, Fórum Nacional Permanente da Pecuária de Corte, Sec. Estaduais de Agricultura.

Obs.: \*\*Preliminar; \*\*Estimativa; 1 Em mil toneladas em equivalente carcaça

Rebanho: 1994 - PPM/IBGE; 1996 - Censo Agropecuário/IBGE; 1995 e 1997 a 2005 - Estimativas.

Fonte: ABIEC (2006).

Segundo Pereira & Bacarat (2004), as perspectivas de consumo mundial para 2020 apontam uma demanda de 303 milhões de toneladas de carnes em geral, sendo 188 milhões de toneladas só nos países em desenvolvimento. Se mantida a participação do consumo de carne bovina no total de carnes, da ordem de 23%, deverão ser produzidas 70 milhões de toneladas.

O Instituto de pesquisa de alimentos e política agrícola da University of Missouri - FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute) prevê que o mercado de carne aumentará sua demanda em 1 milhão de toneladas (26 %) até 2011.

Conforme Pereira & Bacarat (2004):

“Ainda se, na hipótese mais pessimista, o Brasil continuar com 15% do mercado mundial e o consumo interno estabilizado, será necessário que no ano de 2020 o país esteja produzindo pelo menos 10,5 milhões de toneladas de carne bovina unicamente para suprir sua fatia de mercado”, (Pereira & Bacarat, 2004).

Esses números dão as dimensões tanto da importância do setor quanto da necessidade de um bom gerenciamento, para que a demanda potencial seja atendida.

Do ponto de vista das peculiaridades de seu processamento, a carne bovina é o resultado de uma cadeia de produção que, no Brasil, mostra sinais de avanço em direção a uma maior coordenação englobando as atividades rurais, industriais e de distribuição, ainda que com características muito particulares em relação ao modo de verticalização e integração Felício et al. (1999). De acordo com Fearne (1998) essa coordenação evolui na forma de parcerias ou alianças mercadológicas em que:

“...[]... (*linkages*’/Ligações, *alliances*’/Alianças, *value-added chains*’/Cadeias de Valor Agregado ou *partnerships*’/Parcerias) são vistos por alguns como um meio-termo entre o extremo do livre mercado de *commodities*’ e da completa integração vertical e, por outro, como uma alternativa menos rígida de coordenação de mercado”, (Fearne, 1998).

Admite-se que os avanços em direção à coordenação, ainda que lentos, sejam decorrência das crescentes exigências institucionais assim como do próprio mercado, particularmente o exportador, que vem progressivamente impondo restrições sanitárias e especificações mais rigorosas na forma e propriedades dos produtos, bem como na gestão dos processos. A par dessas exigências, criou-se um ambiente mais competitivo entre cadeias e dentro da própria indústria da carne bovina, fruto da globalização que confronta países fornecedores e consumidores. Assim, cada vez mais, torna-se

necessário dominar as diferentes variáveis de planejamento que, grosso modo, podem ser sintetizadas em:

- variabilidade da demanda: exigindo a concatenação das diferentes sazonalidades dos mercados, interno e externo, bem como a composição das diferentes quantidades de produção;
- diversidade de produtos: exigindo diferentes grades de venda e composições de grades de produção;
- padronização dos produtos: exigindo um maior controle sobre a heterogeneidade da matéria prima;
- perecibilidade: um maior controle dos processos e condições de operação, de forma, não só, a garantir a integridade das propriedades oferecidas, como a rastreabilidade de eventuais desvios;
- geração simultânea de co-produtos;
- permanente avaliação das grades de produção face a geração e aproveitamento de co-produtos e necessidade de redução de custos;
- maior coordenação com relação as disponibilidades de matéria-prima, domínio das etapas de processamento e mecanismos de distribuição, visando atender aos compromissos de entrega.

Para se compreender os impactos dessas exigências no processamento industrial da carne bovina é necessário compreender inicialmente como opera essa cadeia.

### **4.3 A cadeia da carne bovina**

No Brasil, apenas recentemente começou-se a falar em cooperação e coordenação na cadeia da carne bovina. Admite-se que isso se deveu, sobretudo, as imposições de qualidade dos mercados importadores, uma nova legislação com maiores restrições sanitárias e a uma mudança dos hábitos de consumo do mercado interno, que se tornou um pouco mais exigente e que ainda é responsável por 80 % de toda a demanda dos frigoríficos.

Pode-se inferir, a partir dos diferentes fóruns de debate entre os atores que participam dessa cadeia, que seus elos componentes ainda não estão plenamente coordenados. Admite-se que isso seja decorrência da cultura do produtor rural, dos prazos de implementação da legislação sanitária, que impõe maior necessidade de

integração, da capacidade de intervenção dos órgãos sanitários responsáveis e, sobretudo, das diferenças tecnológicas, econômicas e sociais, das diferentes regiões do país.

De acordo com Felício et al. (1999) nas alianças de carne bovina que estão se estabelecendo:

“...[]...não há contratos que obriguem qualquer uma das partes a comprar ou vender aos parceiros da aliança, ou seja, ninguém é obrigado a qualquer transação comercial que não seja de seu interesse. Há, porém, compromissos com escalas previamente acertadas de entrega aos parceiros, para evitar falta de produto, e com as especificações técnicas de qualidade.”, (Felício et al.,1999).

Pode-se identificar, para efeito didático, cada um dos elos da cadeia da carne bovina e as alternativas de interligação possíveis. A figura 4.1 apresenta os diferentes caminhos e agentes pelos quais passam os produtos cárneos bovinos.

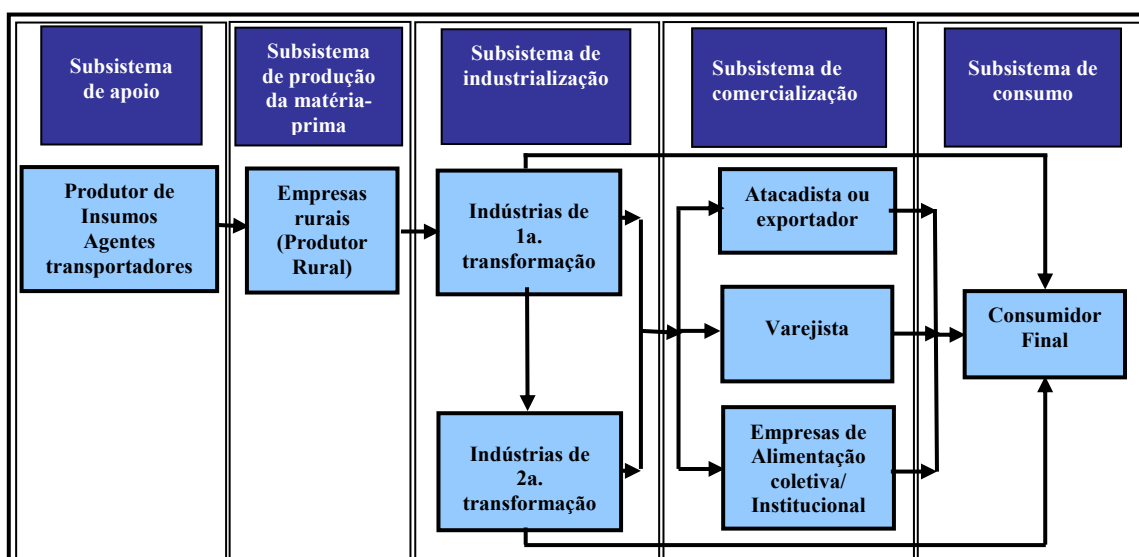


Figura 4.1 Cadeia da carne bovina

Fonte: Elaborada pelo autor

No contexto de cadeia de produção da carne bovina há quatro subsistemas que são compostos pelos seguintes agentes:

- Subsistema de apoio:
  - Os agentes fornecedores de insumos básicos e os agentes transportadores.

- Subsistema de produção da matéria-prima:
  - Empresas rurais que geram, criam e engordam os animais para o atendimento das necessidades das indústrias de primeira transformação; podem estar integradas em um único empreendimento ou dissociadas em empreendimentos diversos;
- Subsistema de industrialização:
  - Indústrias de primeira transformação; empresas que abatem os animais e obtém as peças de carne conforme as condições de utilização necessárias para os demais agentes da cadeia;
  - Indústrias de segunda transformação; empresas que incorporam a carne em seus produtos ou agregam valor a ela;
- Subsistema de comercialização:
  - Atacadista ou exportador; empresas que efetuam o papel de agentes de estocagem e/ou de entrega, simplificando o processo de comercialização;
  - Varejista; empresas que efetuam a venda direta da carne bovina ao consumidor final, tais como supermercados e açougues;
  - Empresas de serviços; ou empresas que utilizam a carne como produto facilitador, tais como: restaurantes, hotéis, hospitais e empresas de *fast food*;
- Subsistema de consumo:
  - Consumidor final, agente responsável pela aquisição pelo preparo e utilização do produto final, e que determina todas as exigências de características desejáveis.

Para efeito da análise proposta os agentes fornecedores de insumos básicos e os agentes transportadores não serão considerados, porque não introduzem elementos relevantes aos propósitos desta análise.

Para se compreender como operam as indústrias de primeira transformação é conveniente, primeiramente, conhecer as atividades de cada agente a montante e a jusante nessa cadeia e como se dão suas inter-relações.

### 4.3.1 Paineis da produção bovina

A criação de bovinos, como atividade rural em escala industrial, tem origem na metade do século XIX e está estreitamente associada tanto ao excedente da produção de grãos, particularmente o milho e o trigo, quanto ao crescimento urbano e aumento de poder aquisitivo dessa população que, progressivamente, tornou-se capaz de pagar um preço mais elevado que o dos cereais, Boutonnet & Simier (1995).

O produtor rural é o primeiro agente da cadeia da carne bovina e o responsável pela produção da matéria-prima. Sua atuação é determinante para todo o comportamento da cadeia, face ao longo ciclo de obtenção e nível de disponibilidade dessa matéria-prima, bem como pelo impacto de sua atuação na sanidade, rastreabilidade, padronização e propriedades organolépticas dos produtos dela obtidos.

As principais raças produzidas atualmente no Brasil são:

Angus-Brangus (Aberdeen Angus ou Polled Angus); Blonde Daquittaine; Bradford; Canchin; Caracu; Chianina; Gir; Gir Leiteiro; Girolando; Guzerá; Hereford; Holandês; Jersey; Limousin; Marchigiana; Nelore; Pardo suíço; Santa Gertrudes; Simbrasil; Simental .

Conforme Bracarense Costa (1996), a composição do rebanho brasileiro tem alto nível de participação zebuína, cerca de 80 a 85% do contingente nacional. De acordo com Ferreira Lemos (2002):

“...[.]...a prática mais comum é a do uso de raças européias em cruzamentos com vacas zebus ou azebuadas. Os mestiços daí derivados exibem crescimento mais rápido, maior precocidade, melhor eficiência reprodutiva e produzem carcaças mais pesadas e de melhor rendimento”, (Ferreira Lemos, 2002).

Ainda de acordo com esse autor, entre os objetivos dos cruzamentos de raças estão o aumento da resistência, vigor e adaptabilidade. Assim tem-se:

- formação de novas raças; no Brasil as mais conhecidas e comercialmente usadas são as seguintes: Canchim (5/8 Charôles + 3/8 zebu), Ibáge (5/8 Angus + 3/8 Nelore), Santa Gertrudis (5/8 Shorthorn + 3/8 Brahman), Pitangueiras (5/8 Red Poll + 3/8 Guzerá).
- complementação entre raças; as européias transmitem genes responsáveis por maior precocidade e eficiência econômica; ao passo



que as zebuínas transferem genes que são responsáveis por tolerância e maior adaptabilidade às condições ambientes mais diversas da exploração.

A produção de bovinos é dividida em três fases técnicas denominadas cria, recria e engorda, conforme figura 4.2.

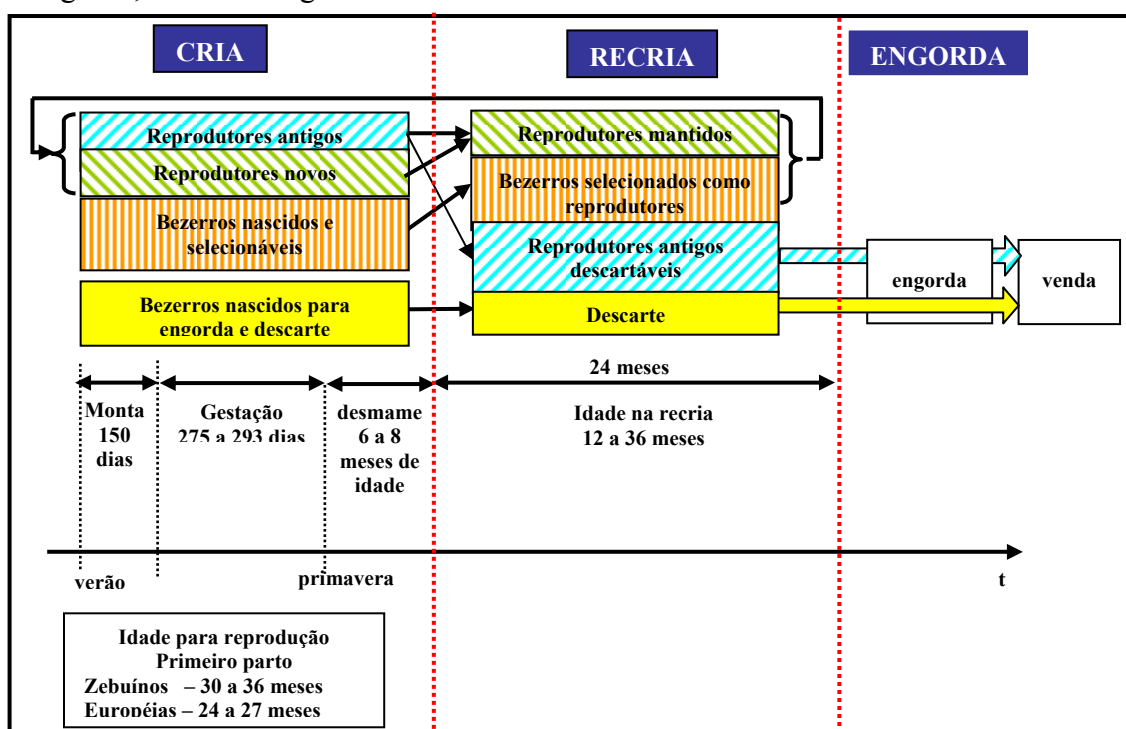


Figura 4.2 Fases da produção pecuária bovina

Fonte: Elaborada pelo autor

Segundo Boutomet & Simier (1995):

“...[]...a carne é o resultado de sistemas extremamente variados que podem se agrupar, do ponto de vista de seu funcionamento, em três modelos diferentes: criação familiar, criação extensiva ou criação em ambiente especializado intensivo”, (Boutomet & Simier, 1995, p.18).

Ainda segundo esses autores, a criação familiar é baseada na produção bovina com pequena escala em cada unidade. Os animais são criados em regime de compartilhamento da mão-de-obra com o trato de outros animais e compartilhamento de área também com a produção vegetal. É um sistema que tem por objetivo a geração de produtos diversificados para a venda ou consumo próprio. A alimentação animal é constituída por uma combinação de restos agrícolas e domésticos, forragens cultivadas

ou compradas e de pequenas superfícies de pastagem. A criação familiar é um modelo de produção que, como parte de uma cadeia coordenada com agentes industriais, só ganha importância dentro de sistemas associativos de produtores, capazes de atender as exigências de volume, sanidade, rastreabilidade e periodicidade das indústrias.

A criação extensiva é baseada no uso de pastagens naturais, necessitando, portanto, de grandes áreas de produção. As fases técnicas de reprodução, nascimento e criação são, em geral, exercidas na mesma unidade. Entretanto, na maior parte das vezes, os animais são vendidos ainda magros, antes da engorda, que passa a ser feita em regiões mais favoráveis. É um modelo de produção que pode ser adequado às exigências de uma cadeia coordenada, com agentes industriais, se dispuser do controle necessário ao atendimento das demandas de sanidade, padronização e rastreabilidade das indústrias e do mercado consumidor.

Ainda conforme Boutomet et al. (1995), a criação em ambiente especializado intensivo é adequada sob condições de grande número de animais e disponibilidade de cereais a baixos preços. Funciona a base de um forte consumo de forragens compradas, de uma forte intervenção das aquisições técnico científicas, e de uma separação das fases técnicas da produção (seleção, reprodução, criação e engorda) efetuadas em unidades geralmente distintas, com tamanhos diferentes.

Nesse modelo, os animais são confinados em piquetes ou currais com área restrita e os alimentos e água necessários são fornecidos em cochos. O gado é mantido em cada piquete por períodos máximos de 3 dias, para não ocorrer degradação e pisoteio excessivo da pastagem e para manter o ganho de peso dos animais.

O sistema de confinamento é mais apropriado para a utilização na fase de engorda, ou seja, imediatamente anterior ao abate e, portanto, na fase de acabamento das carcaças dos animais a serem comercializados, quando se procura promover a acumulação de gordura nos tecidos do animal tornando sua carne mais macia.

Segundo Bracarense Costa (2004):

“...[]...Este é um modelo de produção bastante adequado as exigências de uma cadeia coordenada, com agentes industriais, tanto por dispor do controle necessário ao atendimento das demandas do mercado, quanto por permitir a oferta de um produto mais homogêneo e qualificado, em ciclos de produção mais curtos”, (Bracarense Costa, 2004).

Os empreendimentos que se dedicam ao confinamento, em sua maioria, vendem seus animais para frigoríficos exportadores, grandes compradores de bovinos na entre safra. Poucos são os confinamentos que vendem para apenas uma empresa. Os frigoríficos mais citados de acordo com pesquisa realizada entre os 50 maiores confinamentos brasileiros foram: Bertin - 36%, Friboi - 34%, Marfrig - 30%, Minerva - 20% e Margem 12%, (Cavalcanti et al., 2004).

Entretanto, nenhum dos três modelos, isto é, familiar, extensivo e intensivo é integralmente adotado por qualquer país em seu modo puro, seja por razões sociais, seja como função do descarte do rebanho leiteiro, seja por razões de ordem econômica. Os sistemas coexistem funcionando paralela e complementarmente, caso em que uma fase técnica é exercida sob um modelo e a seguinte sob outro ou ainda de forma híbrida, quando algumas práticas de um modelo são adaptadas ao contexto de outro. Assim, a cria geralmente ocupa as áreas de campo nativo ou pastagens permanentes; a recria ocupa as áreas cultivadas ou melhoradas e; a engorda ocupa as áreas cultivadas mais velhas e com suplementação alimentar, quando necessário.

De acordo com Da Silva, & Batalha<sup>1999</sup>:

“...[...]De forma simplificada pode-se reconhecer pelo menos dois sistemas de produção: um sistema tradicional e um sistema melhorado...[...] No sistema tradicional, predomina a pecuária extensiva, dependente basicamente do suprimento de nutrientes pelos pastos, restringindo-se a suplementação alimentar ao fornecimento de sal comum aos animais...[...] No sistema melhorado, é crescente a preocupação com a manutenção e melhoria da qualidade das pastagens, verificando-se maior emprego de fertilizantes, utilização de rotação das pastagem/culturas e implantação de culturas forrageiras anuais de inverno e verão” (Da Silva, & Batalha<sup>1999</sup>, p.31).

## **4.3.2 Processo de produção rural**

### **4.3.2.1 Fase da cria**

A fase da cria compreende a reprodução (monta, gestação e nascimento) e o crescimento do bezerro até a desmama, que ocorre entre seis e oito meses de idade (Da Silva & Batalha<sup>1999</sup>).

Segundo Ferreira Lemos (2002), o início da estação de monta acontece no período da seca. O pico de fecundações ocorre em dezembro, época em que as condições nutricionais e, portanto, corporais favorecem a ocorrência dosaios.

Ainda conforme este autor, a fixação de um período de monta traz entre outras vantagens, os seguintes benefícios:

- a) maior pressão de seleção sobre a capacidade reprodutiva, eliminando-se as fêmeas de baixa fertilidade;
- b) maior facilidade na comercialização dos produtos, pela obtenção de animais e pesos mais uniformes;
- c) aproveitamento racional das disponibilidades de forragens;
- d) concentração das fecundações e, conseqüentemente, das partições em épocas definidas do ano;
- e) favorecimento do manejo geral da criação, racionalizando todas as operações de rotina como separação por sexo, pesagens, marcações, programas de suplementação alimentar e de cuidados sanitários e profiláticos (vermifugações e vacinações).

Ainda segundo Ferreira Lemos (2002):

“O criador dispõe de duas alternativas para fixar a estação de monta: uma no período da seca e outra no período das chuvas. A primeira favorece as vacas que são fecundadas em época de fartura em termos de disponibilidade alimentar, mas prejudica os bezerros, porque a primeira seca ocorrerá imediatamente após a desmama, com prejuízo ao crescimento destes. A segunda favorece os bezerros que são desmamados no início da estação chuvosa, mas isso é prejudicial à vaca que terá que ser fecundada durante a próxima estação seca, período onde a escassez de forragens reduz a incidência de cios. A estação de monta é mais vantajosa no período das chuvas. ....[].... a estação de monta das novilhas deve iniciar-se no mesmo dia das matrizes, porém, deve terminar antes destas”, (Ferreira Lemos, 2002).

Embora o estabelecimento de uma única estação de monta gere vantagens, para o empreendimento rural, pois permite um trato comum do rebanho, causa uma sazonalidade que cria dificuldades para a cadeia como um todo.

Os cruzamentos ditos comerciais geralmente utilizam vacas nelores (*bos indicus*) com touros de origem européia (*bos taurus*). Visa-se com isso aproveitar a rusticidade das raças zebuínas e a produtividade em carne das raças européias. O rendimento dos animais no abate está associado com o melhoramento da linhagem, obtido pela seleção de animais com melhor carga genética. Como os touros representam 50% da carga genética, é mais econômico ter reprodutores de alto padrão genético, pois estes são capazes de cobrir várias matrizes.

No sistema mais eficiente utiliza-se a inseminação artificial como forma de obter melhor qualidade genética do rebanho. Nas raças zebus, a duração média da gestação é próxima de 290 dias; nas raças européias varia de 272 a 280 dias. No sistema tradicional o primeiro parto ocorre quando o animal tem em torno de quatro anos de idade. No sistema mais eficiente o primeiro parto aproxima-se dos três anos, (Da Silva & Batalha<sup>1999</sup>). Os valores ideais de idade ao primeiro parto situam-se entre 24 a 27 meses para raças européias e entre 30 a 36 meses para raças zebuínas.

Ainda segundo esses autores, no sistema de cria tradicional, a taxa de natalidade situa-se próxima de 60%. Nos sistemas de produção mais eficientes, a taxa de natalidade é superior a 70%.

O desmame precoce com a substituição da amamentação por uma alimentação a base de sal mineral específico para bezerro, sal protéico, milho moído e farelo de soja, possibilita a entrega de animais mais jovens para o abate e um lote mais homogêneo. A fase de criação, na estrutura produtora de carne, reúne um contingente populacional em torno de 40.4% dos bovinos, abrangendo 16.7% do ciclo de produção. O gado de cria ocupa a maior parte da área pecuária e consome aproximadamente 2/3 dos custos de produção da carne bovina. É evidente que o indicador econômico dessa fase consiste em obter fêmeas produtivas em equilíbrio com a produção de forragens, (ANUALPEC, 1998).

#### **4.3.2.2 A fase da recria**

Compreende o período que vai da desmama ao início da fase de engorda ou reinício do período de cria, agora como matrizes ou reprodutores novos. De acordo com Da Silva & Batalha<sup>(1999)</sup> a recria é uma das fases mais prolongadas do ciclo de criação. Seu período pode variar em função do comportamento do mercado e da disponibilidade de pastos. No sistema tradicional de produção essa fase retém os animais, especialmente os zebuínos por um período de até 24 meses (de 12 a 36 meses de idade), como consequência dos períodos sazonais de escassez alimentar a que eles estão sujeitos nos sistemas de produção tradicionais. Este período abrange da ordem de 58% do ciclo de produção e um contingente populacional da ordem de 48% dos bovinos do plantel. É nessa fase que se processa a seleção genética dos bezerros e são escolhidos os mais

aptos à reprodução, que na próxima cria serão matrizes ou reprodutores comerciais em substituição as matrizes e touros reprodutores mais velhos. A manutenção e evolução do rebanho dependem da seleção criteriosa das matrizes e reprodutores pelos indicadores de fertilidade. Os itens relevantes são:

- a seleção de novilhas para reposição, filhas de vacas e touros com registro de eficiência reprodutiva;
- o descarte de todas as fêmeas que não emprenharam até o final da estação de monta;
- a eliminação de novilhas que emprenharam, mas não conceberam ao final da estação de monta e que completaram dois anos de idade;
- o descarte de novilhas que apresentem barreiras anatômicas e fisiológicas permanentes para a reprodução;
- a seleção de touros de maior circunferência escrotal, acima da média da população, uma vez que estes animais geram progênies mais férteis e precoces.

O planejamento alimentar e sanitário do rebanho deve proporcionar um ganho de peso moderado e constante ao longo do ano, principalmente em períodos críticos, para que se possam acasalar as novilhas entre 24 a 27 meses de idade, permitindo assim maior vida útil da matriz no rebanho e melhor eficiência reprodutiva.

Os animais não selecionados devem ser destinados à engorda e abate. É nessa fase que se determina a velocidade de crescimento dos lotes, em função do vigor que os bezerros apresentam. Bezerros pouco vigorosos podem comprometer a produtividade do ciclo seguinte.

Os animais em recria estão com seu maior potencial de crescimento, desenvolvendo seus músculos e tecido nervoso pela ação dos hormônios produzidos pelo próprio organismo. Estes hormônios canalizam os componentes dos alimentos para a produção de tecidos musculares que apresentam grande percentual de água. Se, por um lado, o custo de produção de músculo é mais barato que a gordura, é necessário que a alimentação seja mais protéica para suprir a necessidade orgânica dos animais em crescimento.

#### 4.3.2.3 - Fase da engorda

A engorda justifica-se apenas como atendimento de uma exigência dos consumidores, os quais preferem carne com maior cobertura de gordura sobre os músculos apresentados nos cortes tradicionais. Do ponto de vista técnico e econômico, a engorda é menos eficiente do que a cria e a recria. A razão da baixa eficiência em relação às outras fases está no fato de a produção basear-se na deposição de gordura na carcaça, que é um processo lento e oneroso. A produção dessa gordura exige o consumo de grande quantidade de energia. Essa energia é fornecida aos animais através de carboidratos que são mais caros que as proteínas e minerais.

Na idade com que os animais vão para a engorda, os hormônios de crescimento, que favorecem a formação da massa muscular e inibem a deposição de gordura, deixam de ser naturalmente produzidos pelo organismo. A aplicação de hormônios artificiais, usado em outros países para resolver este problema, não pode ser usada no Brasil. Assim, adota-se a criação em regime de confinamento, onde os animais praticamente não se movimentam, podendo dessa forma aproveitar melhor a energia ingerida.

Normalmente, no confinamento para acabamento das carcaças, os animais permanecem confinados de 3 a 4 meses. Nos sistemas mais eficientes, para a produção de novilhos super precoce, os animais vão ao confinamento imediatamente depois do desmame e ficam ali de 8 a 10 meses indo em seguida para o abate que acontece com 12 a 14 meses de idade.

A palavra acabamento refere-se ao desenvolvimento da gordura subcutânea que, se localiza debaixo do couro, sobre a superfície da carcaça, sua quantidade e distribuição nas regiões corporais do animal em pé e de seus cortes.

A fase de engorda reúne um contingente populacional com 11.4% dos bovinos do plantel, abrangendo da ordem de 25.0% do ciclo de produção.

A engorda encerra-se com o envio para abate, última etapa do processo de produção rural. De acordo com Da Silva & Batalha (<sup>1999</sup>), no sistema tradicional o desfrute é de cerca de 17%. No sistema mais eficiente a taxa de desfrute situa-se acima de 20%.

#### 4.3.4 Processo de abate

Na cadeia da carne bovina, o abatedouro é sua indústria de primeira transformação. É ele quem opera as duas etapas fundamentais com que se dá a primeira transformação isto é, o abate e fragmentação dos bovinos em grandes peças e a desossa gerando os produtos finais desejados pelo mercado.

A rigor, e embora isso pareça uma responsabilidade exclusiva do fornecedor e do transportador, a etapa de abate inicia-se ainda no campo, com o carregamento e a expedição dos animais. Isso porque, além da verificação das condições de transporte, ela permite (ao abatedouro) fazer previamente a exclusão de animais não aceitáveis, antes que eles aportem no abatedouro, quando seu retorno pode significar mais custos, (Dupit, 1998). No abatedouro pode-se observar o conjunto de operações destacadas na figura 4.3.

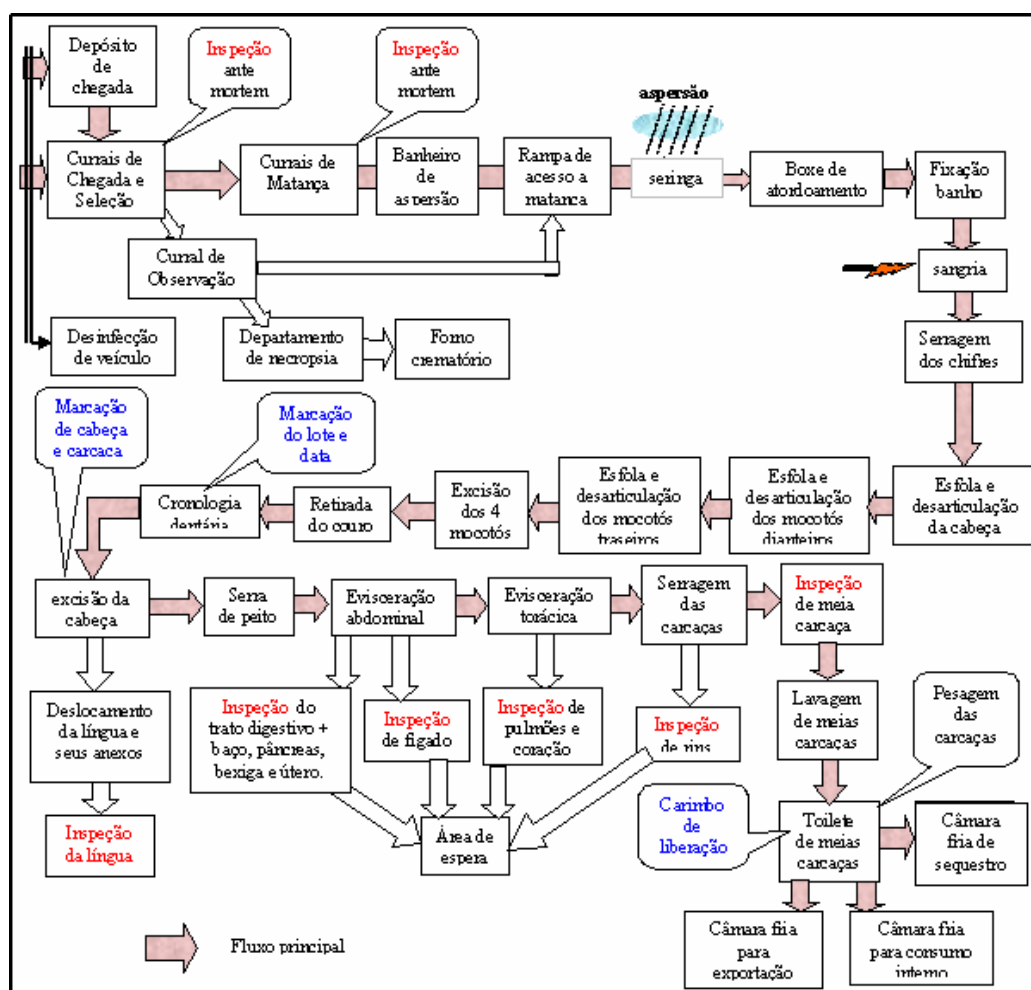


Figura 4.3 Fluxo de materiais e procedimentos de abate, evisceração e corte  
Fonte: Elaborada pelo autor.



Os procedimentos quanto ao manuseio dos animais no abate, são legislados pelo regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue conforme Instrução normativa nº 03 de 17 de janeiro de 2000.

### **Recepção dos animais**

Se os animais chegarem sem estar presente o veterinário, devem ser encaminhados para o depósito de chegada, onde aguardarão até que se possa fazer a identificação necessária, antes de serem enviados para os currais de chegada e seleção. Se chegados em horário normal, os animais são encaminhados aos respectivos currais de chegada e seleção, sendo separados em lotes segundo sua origem, sexo, idade e raça, após confrontação dos documentos de identificação obrigatórios.

Segundo a Circular Nº192/98/DCI/DIPOA .

“De acordo com o horário de chegada dos animais ao matadouro e a distância percorrida, o inspetor veterinário do SIF determina a seqüência possível de abate dos lotes ....[]..... O abatedouro emite então sua escala de abate na qual devem constar informações sobre data de abate, seqüência de abate, procedência dos animais, número de animais do lote, sexo dos animais e proprietário do lote. Durante a inspeção *ante mortem* o inspetor veterinário do SIF<sup>7</sup>, deve também observar se os animais foram nascidos no Brasil. Na existência de animais importados, identificados através de brinco, os mesmos devem ser mantidos em currais separados e abatidos conforme a sistemática tradicional, podendo a sua carne ser exportada, inclusive para a União Européia, porém sem receber a marca ‘Brazilian Beef....[].... A expressão ‘Brazilian Beef’ significa que a carne é proveniente de animais nascidos, criados e abatidos no Brasil”.

Conforme a Portaria Ministerial Nº214/98, de 20 de maio de 1998, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, a expressão ‘Brazilian Beef’ usada no rótulo significa ainda, que o produto tem a rastreabilidade garantida.

Nesses currais de chegada e seleção, os animais fazem uma dieta ficando sem beber líquidos por até 24 horas, admitindo-se um mínimo de seis horas, dependendo da distância percorrida. Esse período sob tais condições visa reduzir o conteúdo gastrintestinal dos animais, facilitando assim a posterior evisceração. Esse período é também necessário para que os animais descansem e se recuperem dos problemas e dos *estresses* ocorridos durante o percurso desde a origem até o abatedouro, Redação Rural News (2002).

---

<sup>7</sup> Sistema Federal de Inspeção

Segundo Bonilha & Silva (2001).

“Deve-se evitar que os animais passem por situações *estressantes* momentos antes do abate, pois este *estresse* causa um esgotamento total ou parcial da energia muscular e começa a produção de ácido láctico, com o animal ainda vivo. Assim, há uma queda brusca e anormal do P.H. que provoca alterações na cor da carne, tornando-a escura, pouco atrativa, além de acarretar um menor prazo de validade”, (Bonilha & Silva, 2001, p.57).

Durante esse período os animais são avaliados por um médico veterinário que verifica os certificados de sanidade e de vacinação bem como o estado sanitário geral e a higiene. Os que apresentem condições de alguma forma inadequadas ou em desconformidade com a legislação, tais como vacas recém paridas ou em gestação, são separados nos currais de observação para uma verificação mais detalhada, podendo após o diagnóstico ser mantidos no local para recuperação, retornar para o abate em condições particulares ou serem sacrificados e encaminhados para o necrotério. Os chegados mortos em adiantado estado de decomposição são imediatamente incinerados.

A inspeção *ante mortem* é executada no dia anterior ao do abate ou imediatamente antes do abate. Após a inspeção *ante mortem*, se liberados, os animais são encaminhados aos currais de matança segundo a seqüência prevista de abate dos lotes.

De acordo com a norma de implementação do sistema de rotulagem de carne bovina do Brasil, circular nº192/98/DCI/DIPOA (Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal) de 01 de julho de 1998:

“Entende-se por lote os bovinos do mesmo sexo, provenientes de um mesmo estabelecimento de criação e que são abatidos em um mesmo dia. Estes bovinos normalmente têm idades e características aproximadas. De acordo com a escala de abate, elaborada a partir da determinação do inspetor, o encarregado dos currais deve verificar previamente quantos lotes serão abatidos no dia e, dessa maneira, separar as plaquetas numeradas para a identificação sistemática dos lotes programados. Assim que o lote é identificado, é encaminhado para o abate. O encarregado dos currais entrega ao encarregado do abate a ficha de controle de curral com todos os dados necessários para a identificação do lote. Em seguida a ficha de controle de curral onde o lote estava alojado deve ser entregue ao inspetor veterinário encarregado do serviço de inspeção federal (SIF). O primeiro animal do primeiro lote recebe uma plaqueta de identificação com o número 1 (Código 01). O primeiro animal do segundo lote a ser abatido recebe a plaqueta com o número 2 (Código 02), e assim sucessivamente para os demais lotes”. (Circular Dipoa 192/98, 1998).

## **Abate**

Dos currais de matança, no momento apropriado, os animais são então encaminhados pelas rampas de acesso ao(s) boxe(s) de atordoamento, passando pelo banho de aspersão, onde são limpos, e pela seringa, local onde se afunila o percurso dando passagem a um único animal por vez. No boxe de atordoamento é executada a insensibilização dos animais, podendo-se para isso utilizar três métodos:

- Percussivo penetrativo: este método utiliza uma pistola hidráulica com dardo cativo que penetra no córtex cerebral, através da região frontal.;
- Percussivo não penetrativo: este método utiliza uma pistola hidráulica cujo martetele provoca um golpe sem penetração no crânio;
- Método elétrico: utiliza eletrodos que em contato com a pele do animal liberam uma descarga elétrica que atravessando o cérebro e provoca um estado de eletronarose.

Imediatamente após o atordoamento, o animal é suspenso por uma de suas patas traseiras e preso a um gancho mantido por uma nora ou guia de movimentação manual. De acordo com a norma de procedimentos para o abate, ele é então lavado novamente ao passar por uma cortina de água, impedindo assim que possível vômito venha a infectar a sala de matança.

## **Sangria**

Após o atordoamento, o animal é posicionado sobre canaletas de sangria existentes no piso. A sangria consiste no seccionamento dos grandes vasos do pescoço, de tal forma que se promova à eliminação do maior volume de sangue possível antes que o animal recupere alguma sensibilidade. Ela é executada com o uso de duas facas sendo uma para incidir a pele e a outra, para seccionar os grandes vasos do pescoço à altura do peito.

Essa operação deve ser realizada no máximo um minuto após a insensibilização de tal forma a se promover um abate minimamente humanitário. A legislação estabelece que o tempo mínimo exigido por uma boa sangria é de três minutos. Assim determina-se o espaço mínimo que o animal deve percorrer durante essa operação, para garantir que nenhuma outra, capaz de infligir sacrifício ao animal, seja executada nesse período.

Excetua-se nesse ínterim, a operação de serragem dos chifres que pode ser executada nessa área com o uso de serra elétrica ou manual. Admite-se também a estimulação elétrica com o objetivo de acelerar as modificações *pós mortem*. Este espaço poderá ser reduzido, sob autorização federal, se a movimentação for manual, portanto mais lenta, garantindo-se assim o tempo mínimo exigido.

Nos processos de insensibilização e sangria “é facultado o sacrifício de animais de acordo com preceitos religiosos, desde que sejam destinados ao consumo por comunidade religiosa que os requeira ou ao comércio internacional com países que façam essa exigência, sempre atendidos os métodos de contenção dos animais”, Pedreira (2003).

Ainda de acordo com esta autora, as leis judaicas de alimentação (denominada de *kashrut*) especificam que:

“..[]..o ritual de abate dos animais (denominado de *Schechita*), para o preparo da carne *kosher*, deve ser supervisionado por uma pessoa (chamada de *Schochet*), treinada por um longo período nas leis judaicas de alimentação. Em lugares pequenos ou distantes, o próprio rabino realiza o abate. Cada seção de *schechita* é precedida por uma prece especial denominada *Beracha*”, (Pedreira, 2003).

Outros aspectos operacionais do abate Kosher podem ser obtidos em (Bitencourt, 2001), (Roça, 2002), (Goldberg, 1996).

De acordo com Pedreira (2003) o objetivo do ritual é proporcionar rápida inconsciência e insensibilidade através da degola do animal ainda vivo (cortam-se as artérias carótidas e veias jugulares). A faca utilizada no ritual é chamada de *Chalaf*, apresenta quase meio metro de comprimento e é super afiada. Após o abate, o pulmão e o tendão são inspecionados e verifica-se a presença de aderência (os pulmões são inflados). O trabalho prossegue com os judeus identificando e carimbando as carcaças. De modo análogo ao ritual judeu, pode-se ter o abate segundo as leis muçulmanas, denominado abate Halal, também descrito por Pedreira (2002).

Em seqüência ao processo, a desossa dos dianteiros deve ser feita separada dos traseiros.

### **Retirada do couro, desarticulações e eviscerações**

As operações imediatamente seguintes ao abate e sangria são a esfolação e desarticulação da cabeça bem como desarticulação dos mocotós dianteiros, a fixação pelas duas patas traseiras e a desarticulação dos mocotós traseiros. Após a cabeça ser desarticulada e os mocotós retirados, efetua-se a remoção do couro. Segue-se à esfolação, a identificação de correspondência entre a carcaça e a cabeça. Para isto, é retirada da pele do primeiro animal do lote a respectiva plaqueta de identificação. Em seguida, carimbam-se nas duas meias carcaças de todos os animais daquele lote o número da plaqueta e um número de código referente ao sexo dos animais. Utiliza-se o número 1 se o animal for um macho e o número 2 se o animal for uma fêmea.

Após a separação parcial da cabeça do corpo do animal, coloca-se na primeira vértebra cervical (atlas) e no côndilo do occipital, o número seqüencial dos animais do lote, identificando-se respectivamente o corpo e a cabeça.

Verifica-se em seguida a arcada dentária para a identificação da idade do animal (este procedimento poderá ser eliminado com a implementação das exigências legais de rastreabilidade) e registra-se o lote e a data. A determinação da idade do animal é feita pelo agente de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, na linha de inspeção de cabeça, através da observação da arcada dentária. A leitura da idade através da arcada dentária está baseada nos seguintes critérios:

- Todos os dentes incisivos de leite, animal com idade até 20 meses;
- Dois dentes incisivos permanentes, animal com idade até 2 anos;
- Quatro dentes incisivos permanentes, animal com idade até 2 anos e 6 meses;
- Até seis dentes incisivos permanentes, animal com idade até 3 anos e;
- De seis a oito dentes incisivos permanentes, animal com idade até 4 anos.

A idade de erupção dos dentes permanentes depende de vários fatores, tais como da raça (indiana ou européia), do tipo de alimentação, do sexo, etc. Pode haver diferença de mais ou menos 3 meses na leitura da idade pela arcada dentária. A idade dos animais passa a fazer parte da identificação das carcaças utilizando-se para tanto uma fita

colorida correspondente afixada a elas. As fitas que identificam as diferentes idades são as seguintes:

- Fita branca: Animais de até 2 anos (Código 1).
- Fita azul: Animais de até 3 anos (Código 2).
- Fita verde: Animais com até 4 anos (Código 3).

O Inspetor Veterinário do sistema de inspeção federal (SIF) é quem determina o momento da colocação das fitas plásticas coloridas e atóxicas, marcadas com os respectivos códigos de rastreabilidade, nos quartos traseiros e dianteiros.

As carcaças são classificadas da seguinte maneira: número do lote (códigos: 01, 02, 03, 04, etc.); sexo (códigos: 1=macho ou 2=fêmea) e idade (códigos: 1; 2 ou 3).

De acordo com a Circular N°192/98/DCI/DIPOA (1998), nas fitas plásticas coloridas de identificação dos lotes aplica-se, através de carimbo, o número de código de cada lote, conforme figura 4.4.

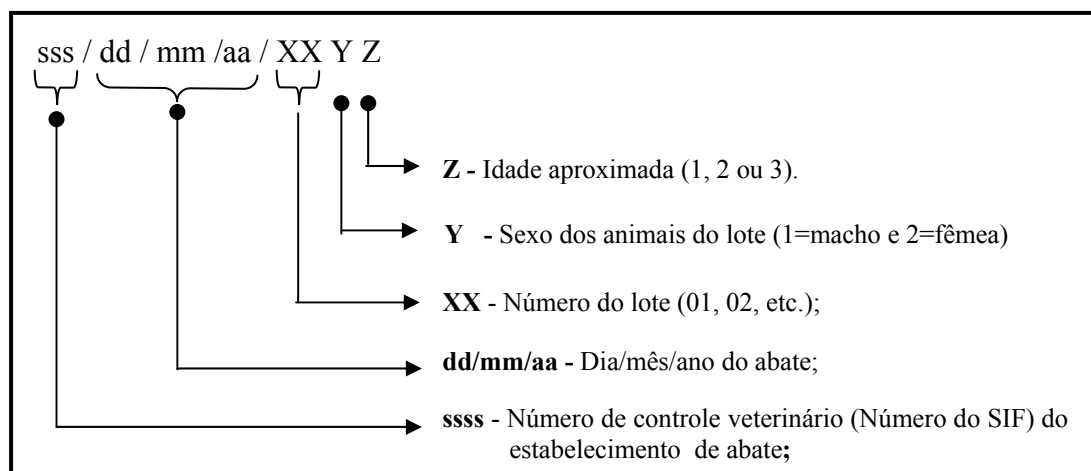


Figura 4.4 Estrutura de codificação dos lotes de carcaça

Fonte: Elaborada pelo autor.

Um exemplo de combinações de código possíveis, sem considerar a data de abate é dado abaixo (Circular N°192/98/DCI/DIPOA, 1998, p.7):

Código 0111 - o primeiro lote do dia, de bovinos machos, com animais de até 2 anos.

Código 0112 - o primeiro lote do dia, de bovinos machos, com animais de até 3 anos.

Código 0113 - o primeiro lote do dia, de bovinos machos, com animais de até 4 anos.

Código 0121 - o primeiro lote do dia, de bovinos fêmeas, com animais de até 2 anos.

Código 0122 - o primeiro lote do dia, de bovinos fêmeas, com animais de até 3 anos.

Código 0123 - o primeiro lote do dia, de bovinos fêmeas, com animais de até 4 anos.

Ainda de acordo com a Circular Nº192/98/DCI/DIPOA (1998):

“Estas são as combinações possíveis para os códigos da carne bovina brasileira, podendo variar, apenas, os números dos lotes abatidos e as datas de abate. Após a classificação dos animais o agente de inspeção do SIF deve efetuar o registro das idades aproximadas dos bovinos usando os códigos estabelecidos para identificá-las” (Circular Nº192/98/DCI/DIPOA, 1998, p.8).

Os veterinários do Serviço de Inspeção Federal SIF não classificam as carcaças, caso não tenham sido marcadas com as identificações precedentes (Nº do lote e sexo), não permitindo a colocação das fitas coloridas. A verificação é feita pelo controle de qualidade a cada lote, antecipando-se ao controle do SIF.

O sistema de fitas vem sendo progressivamente substituído, nos empreendimentos mais modernos, pelo sistema de registro computacional da codificação estabelecida.

Efetuada o registro executa-se a excisão da cabeça que sofrerá então o processo de deslocamento de língua e anexos para análise. A carcaça segue paralelamente para o processo de serra frontal do peito para possibilitar a evisceração abdominal e a evisceração torácica. Cada víscera é então submetida a uma bateria de inspeções para complementar a atestação de sanidade do animal. Enquanto isso a carcaça é serrada ao meio e, cada meia carcaça por sua vez, é também inspecionada. Não havendo impedimentos ditados pelos exames das vísceras ou pelo exame das meias carcaças, estas recebem os tratos finais de retirada de resíduos e são lavadas com água. Após a lavagem, executa-se uma raspagem superficial das meias-carcaças, com o objetivo de melhorar seu aspecto. As meias carcaças liberadas são então marcadas com o carimbo oficial contendo o número do SIF com que o estabelecimento está registrado. Em seguida elas são encaminhadas para a pesagem e câmaras de resfriamento.

As meias carcaças, por alguma razão, não liberadas nos exames de vísceras são encaminhadas para a inspeção final, onde são retiradas as fitas coloridas de identificação. Após o exame veterinário final, essas carcaças devem ser marcadas com o carimbo NE (não exportável). Os dados resultantes da inspeção são registrados e o possível destino determinado.

No processo de abate, os produtos obtidos podem ter como autorização de destino à exportação, autorização só para consumo interno, autorização para aplicação só em salgas, conservas e salsicharia, ou então graxaria. Os produtos dos animais que

não sofreram qualquer restrição em todas as etapas podem ir para a câmara de resfriamento de exportação. Entretanto, entre os quartos autorizados para exportação, somente os que estiverem identificados através de fitas podem ser exportados para a União Européia recebendo a marca “Brazilian beef” e o código de rastreabilidade. Assim, carcaças liberadas e sem fita não devem ser colocadas nas câmaras de resfriamento (maturação) para a União Européia.

Em cada câmara de resfriamento e maturação o controle das quantidades por lote bem como das condições de resfriamento das carcaças destinadas à União Européia é feito “sob supervisão de agente de inspeção do SIF”, Circular N°192/98/DCI/DIPOA, (1998).

Os animais que apresentaram problemas no exame *ante mortem*, porém liberados para o abate, ou os que apresentaram qualquer restrição no exame *pós mortem*, mas cujo consumo seja autorizado, dão origem aos produtos com restrição, que pode ser a princípio apenas restrição de exportação. Os produtos obtidos a partir deles podem ir para as câmaras de resfriamento, para consumo interno.

Os exames *pós mortem* podem acrescentar limitações de uso aos produtos ou, quando identificados como impróprios para o consumo, determinar seu encaminhamento a graxaria. Os produtos com uso limitado a salgas, conservas e salsicharia são encaminhados para a câmara de resfriamento de seqüestro e de lá só saem, sob supervisão da inspeção federal, para as aplicações pré-definidas.

## **Resfriamento**

De acordo com Felício (2000), para se obter uma melhor maciez da carne, recomenda-se no resfriamento tradicional que:

“...[]...a temperatura do músculo *longissimus dorsi* (contrafilé) na altura da 10<sup>a</sup> - 12<sup>a</sup> costela (3 cm de profundidade), tomada na décima hora *pós mortem* deve ser igual ou superior a 12°C. Após a décima hora, o resfriamento deve prosseguir na maior velocidade possível visando atingir a temperatura de 7°C no interior do *coxão*, na vigésima quarta hora de resfriamento. Se o equipamento frigorífico da câmara não for eficiente o bastante para isso, então o tempo de resfriamento deverá ser prorrogado até que a temperatura de 7°C seja atingida”, (Felício, 2000, p.7).



Com o objetivo de melhorar a textura, a maturação da carne pode ser realizada conforme uma das seguintes alternativas:

- Manutenção da carne após o abate, em embalagem a vácuo, sob temperatura de 0 a 1°C, por um período de 10 a 21 dias,
- Aplicação de infusão na carcaça, imediatamente após o abate;
- Injeção de cloreto de cálcio;
- Imersão das peças em solução de cloreto de cálcio;
- Imersão das peças em solução de ácido acético ou láctico;

Outra solução para melhorar a textura é mudar a forma de suspensão ou pendura da carcaça, com o objetivo de obter o alongamento das fibras da musculatura adutora e flexora do traseiro.

Se a temperatura de armazenamento levar a temperatura da carcaça entre 0 e 10°C na fase de pré-rigidez, pode causar o fenômeno do encurtamento das fibras dos músculos, processo denominado "*cold shortening*".

De acordo com Roça(2003):

“O músculo congelado na fase de pré-rigidez dá origem a um tipo de *rigor-mortis* mais acentuado que se desenvolve na fase de descongelamento. Após o descongelamento deste músculo, há um encurtamento de até 40% do comprimento original em poucos minutos e a perda de peso por exsudação pode atingir 25% em seis horas, determinando uma dureza extrema à carne. Este encurtamento é denominado "contração por descongelamento", ou "rigor da descongelamento". [...]O armazenamento durante 100 dias a -20°C da carne congelada em *pré-rigor* ainda produz o "rigor da descongelamento", porque os processos bioquímicos se desenvolvem muito lentamente. A uma temperatura acima de -10°C, a degradação é mais acelerada e não se produz o "rigor da descongelamento”, (Roça, 2003, p. 13).

Ainda segundo este mesmo autor, “se após 24 horas o pH permanece acima de 6.2, tem-se o início de uma carne DFD ("*dark, firm, dry*"; ou "*dark-cutting*")......[...] A carne DFD é um problema causado pelo estresse crônico antes do abate”. Há evidências de associação entre essa ocorrência e a tensão sofrida pelo animal no manejo prévio. No Brasil, os frigoríficos só exportam carne com pH < 5.8, avaliado diretamente no músculo *L. dorsi*, 24 horas *post-mortem*.

Os registros de quantidade de animais abatidos, forma de aproveitamento e peso obtido dão margem ao pagamento da matéria-prima ao produtor rural. Entretanto, a avaliação para esse pagamento é ainda bastante controversa, pois a classificação de

carcaças existente na legislação, Portaria Ministerial Nº. 612, de 05/10/1989, é baseada numa tipificação em que se presume que uma carcaça seja melhor que outra. Segundo os que contestam esta tipificação, não fica claro porque os parâmetros adotados são os que definem uma carcaça melhor, já que não foi definido o objetivo a ser alcançado, isto é, o desejo do mercado, Revista Pecuária de Corte (2003).

De qualquer forma, a norma estabelece que o pagamento se dê segundo o tipo em que seja enquadrada a carcaça, de acordo com o Quadro 4.1,

Quadro 4.1 Classificação de carcaças bovinas

TIPO	SEXO MATURIDADE J/I/A/T/Vo – M/C/F – d/4/6/8	CONFORMAÇÃO C/Sc/Re/Sr/Co	ACABAMENTO 1/2/3/4/5	PESO (limites mínimos) 180/210/220/225 (Kg)		
				MACHO	CASTRADO	FEMEA
B	J(Md), JC4, JF4	C/Sc/Re	2/3/4	210	210	180
R	IC 4 a 6; IF 4 a 6	C/Sc/Re/Sr	2/3/4	-----	220	180
A	J (Md); IC4 a 6 IF 4 a 6	C/Sc/Re/Sr	1/5	210	210	180
S	AC8; AF 8	C/Sc/Re/Sr	1/2/3/4/5	-----	225	180
I	AM; AC; AF; TM; TC; TF	C/Sc/Re/Sr	1/2/3/4/5	sem especificação		
L	Carcaças côncavas	Co	1/2/3/4/5	sem especificação		

Fonte: Portaria Ministerial Nº. 612, de 05/10/1989

Vale destacar, por fim, que os primeiros parâmetros avaliados serão os de sexo e maturidade que determinam o tipo inicial em que a carcaça será classificada. Sucessivamente avaliam-se os demais tipificadores. A carcaça será automaticamente colocada em nível imediatamente inferior se algum valor dos tipificadores seguintes não atender as exigências do tipo em que foi inicialmente classificada, excetuando-se o critério de acabamento que não desqualifica a carcaça. Para o atendimento da quota Hilton de exportação (limite de exportação estabelecida entre os países produtores e consumidores) e programas de qualidade comercialmente convencionados, (como por exemplo, novilho precoce), exige-se que as carcaças sejam classificadas como do tipo B, isto é, de qualidade superior.

O processo de abate, até aqui descrito, reproduz, em princípio, os principais aspectos delineados nas normas legais, na literatura e visitas a abatedouros brasileiros. Seus procedimentos estão associados particularmente às avaliações de sanidade, relativas às principais doenças que ainda podem ser registradas nos rebanhos. Como algumas dessas doenças, tais como febre aftosa e brucelose, estão eliminadas nos rebanhos franceses, observou-se, em visita a alguns de seus abatedouros, pequena

inversão no processo anteriormente descrito, dando-se prioridade a evisceração, de modo a evitar contaminação dos tecidos por eventuais cortes acidentais de outras partes.

Outras modificações observadas em relação ao abate no Brasil são:

- extração da medula espinhal imediatamente após a separação parcial da cabeça, para avaliação da existência ou não de encefalopatia spongiforme bovina (ESB);
- temperatura ambiente não condicionada, dado que naturalmente as temperaturas normais são menores;
- processo de estiramento muscular desde a primeira operação, com a suspensão inicial por duas patas;
- avaliação e classificação da carcaça, para remuneração do produtor, por equipamento de análise (em teste) e dupla de inspetores (para eliminação de eventuais dúvidas).

Como se pode observar da descrição do processo de abate, tem-se como resultado uma matéria-prima incerta em propriedades. Assim, as carcaças em cada câmara de resfriamento são reagrupadas em lotes segundo os potenciais produtos que virão a gerar na desossa, de acordo com os pedidos em carteira e a programação de desossa estabelecida. Nessa etapa utilizam-se as correlações históricas entre classificação e propriedades e corre-se o risco de perda da rastreabilidade, como função do fracionamento dos lotes originais para recomposição em lotes de pedidos.

### **Desossa**

De acordo com a resolução dipoa nº 002, de 08 de março de 1999, “Desossa é a retirada dos músculos de suas respectivas bases ósseas”. A desossa constitui a segunda etapa do processo de fragmentação dos bovinos podendo ou não ocorrer nos abatedouros. Se feita no abatedouro, há dois possíveis procedimentos. Um destinado aos produtos de consumo interno e outro referente às exportações destinadas à comunidade européia. A desossa para esses diferentes destinos deve ser feita em horários distintos. A legislação prescreve que:

“...[...]com base em todos os documentos e informações registradas, o responsável pela produção elabora a relação dos lotes de traseiros e dianteiros

que irão para a desossa com destino a União Européia. De acordo com esta relação, indicando o número de traseiros de cada lote, são preparadas as etiquetas necessárias para a identificação dos cortes que serão originados dos traseiros a serem desossados no dia seguinte. As etiquetas a serem usadas para cada corte devem ser carimbadas com o número de código do respectivo lote e colocadas em sacos plásticos onde constam o nome do corte, o número do código do lote e a quantidade de etiquetas que ali estão contidas. A meia-carcaça que por qualquer motivo não estiver identificada com a respectiva fita colorida, colocada por ocasião do envio à câmara de resfriamento, não pode fazer parte de nenhum lote a ser desossado com vistas à exportação para a UE, podendo a sua comercialização ser dirigida para outros mercados. Nesta situação a desossa deve ser realizada em horário distinto do da desossa para a EU”, (circular N°192/98/DCI/DIPOA, 1998, § 8.7.6)

Após o resfriamento e 24 horas após o abate, mede-se o pH das meias-carcaças e faz-se a seleção para a desossa. Carcaças que estejam com pH alto são desqualificadas para exportação. As meias-carcaças selecionadas são subdivididas em traseiros, dianteiros e pontas-de-agulha sendo em seguida enviadas para a câmara-fria, denominada pulmão, onde ficam aguardando o momento da desossa. De acordo com a programação, estes itens são repassados às linhas, onde os diferentes cortes são efetuados, em princípio, segundo os padrões de corte estabelecidos pela portaria ministerial n°. 5, de 8 de novembro de 1988. Entretanto, também podem ser obtidos cortes especiais, de acordo com a demanda do mercado. De acordo com Yokoo et al. (2003), os padrões brasileiros são obtidos a partir de cortes anatômicos, isto é segundo a configuração muscular, diferentemente, por exemplo, dos cortes norte americano e australiano que, por razões de produtividade e custo da mão-de-obra utilizam meios mecânicos em formas geométricas. O Anexo IV apresenta as nomenclaturas dos cortes mais aproximados entre os padrões brasileiro, australiano e norte americano.

Os cortes de carne são obtidos, embalados a vácuo ou em embalagem de polietileno e identificados com as respectivas etiquetas. Assim que termina a desossa do primeiro lote, aguarda-se um determinado tempo até a entrada do segundo lote, para que não haja possibilidade da mistura dos diferentes lotes.

A carne destinada à industrialização pode sair diretamente da desossa para a industrialização ou pode ser congelada para utilização posterior. Saindo da desossa, as caixas com cortes destinados à exportação são enviadas à câmara de maturação ou de congelamento.

Todos os registros do Sistema de Rotulagem (dossiê) devem ser mantidos em arquivo pelo prazo de 2 anos ou estendido, no mínimo, de acordo com o prazo de validade do produto. Os registros devem ser arquivados por dia de abate ou de produção, associando-se o processo de rastreabilidade com o dia e o número do lote no dia.

Como resultado do processo final de abate e desossa têm-se como co-produtos, além dos diferentes cortes de carne, couro, chifre e cascos, sangue para embutidos e indústria farmacêutica, sebo para a indústria de cosméticos, sabão, pneus e indústria farmacêutica, crina e pelos para escovas e tecelagem, miúdos, farinhas de carne e de ossos, bÍlis para as indústrias química, de bebidas e laboratórios, glândulas e mucosas para hormônios e medicamentos, triparia para embutidos e fio para sutura, conteúdo ruminal e líquido para adubo, biogás e mocotó (Portal Boidecorte, 2004).

#### **4.4 Mercado Consumidor**

Na seqüência da cadeia da carne bovina, podem-se ter em relação ao abatedouro, dois consumidores imediatos, o mercado interno e o de exportação. O mercado interno é responsável por cerca de 80% de toda a demanda de carne.

No que diz respeito ao mercado interno, segundo Ribeiro et al. (2001), “os agentes atuantes na distribuição da carne no setor de varejo são: hipermercados, grandes e pequenos supermercados, casas de carne e açougues”.

De acordo com Da Silva & Batalha (1999), a participação dos diferentes canais distribuição do produto para o consumidor final, são:

- Super / hipermercados/restaurantes/hotéis/refeições industriais: 65%;
- Açougues: 30% ;
- Boutiques de carne: 5% (cortes especiais)”.

Ainda de acordo com esses autores:

“...[]...normalmente não há contratos formais dos varejistas, principalmente dos pequenos e médios supermercados e açougues com os frigoríficos. Há sim, um certo relacionamento informal, caracterizado pela fidelidade de entrega do produto”, (Da Silva, & Batalha, 1999, pg. 29).

Dada à participação dos hiper e grandes supermercados na distribuição, eles praticamente assumiram o papel de grandes atacadistas com suas centrais de

abastecimento. No entanto, segundo Ribeiro et al. (2001), “os atacadistas ainda têm sua função no abastecimento dos supermercados, casas de carne e açougues”.

A legislação, estabelecida pelas portarias 304 de 1996 e 145 de 1998, deu uma nova dimensão à relação entre os frigoríficos e seus distribuidores, condicionando as características de fornecimento dos produtos, os ambientes de processamento e a forma de manuseio. Conseqüentemente, promoveu-se maior demanda de carnes previamente embaladas nos próprios frigoríficos.

No tocante às exportações, de acordo com Da Silva, & Batalha, (1999):

“...[...] também ocorrem, de maneira geral, sem prévios contratos. É realizada principalmente de duas formas: através da figura de um intermediário, conhecido como *broker*, e por agentes do frigorífico, respectivamente com 40% e 60% de participação. A comissão do intermediário gira em torno de 2% do valor da venda.” (Da Silva, & Batalha, 1999, pg. 29).

As exportações de carne bovina são feitas de duas formas, ou como produto industrializado ou *in natura*. O volume de exportações de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC) vem crescendo sistematicamente, conforme apresentado nas tabelas 4.3 e 4.4 bem como na Figura 4.5.

Tabela 4.3 Volume das exportações de carne bovina

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Industrializada (mil ton eq.carc.)</b>	225	209	204	234	292	245	172	204	235	286	375
<b>"IN NATURA" (mil ton eq.carc.)</b>	44	52	70	109	170	210	460	529	819	1100	1235
<b>Total (mil ton eq.carc.)</b>	269	261	274	343	462	455	632	733	1054	1386	1610
<b>Industrializada (milhões US\$)</b>	287	233	224	279	304	218	145	160	182	294	430
<b>"In natura" (milhões US\$)</b>	158	159	196	277	366	405	674	704	1118	1730	2033
<b>Total (milhões US\$)</b>	445	392	420	556	670	623	819	864	1300	2024	2463

Fonte: ABIEC (2006).

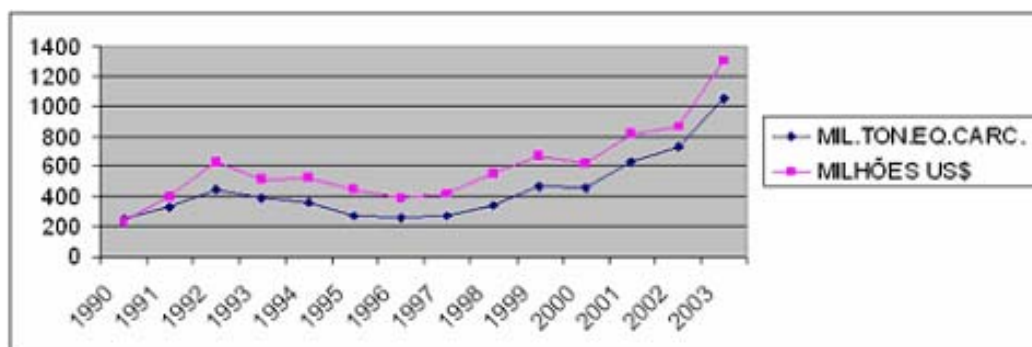


Figura 4.5 Volume das exportações de carne bovina

Fonte: ABIEC (2005)

Segundo Marfinati (2005), dados mais recentes da ABIEC mostram que, “...[.]...de março de 2004 a fevereiro de 2005, o país exportou o equivalente a 2,077 milhões de toneladas de carne bovina, com aumento de 45,3 por cento em relação ao volume de março de 2003 a fevereiro de 2004, de 1,43 milhões de toneladas”.

A figura 4.6 apresenta a tendência de evolução das exportações segundo as opções de carne in natura e carne industrializada.

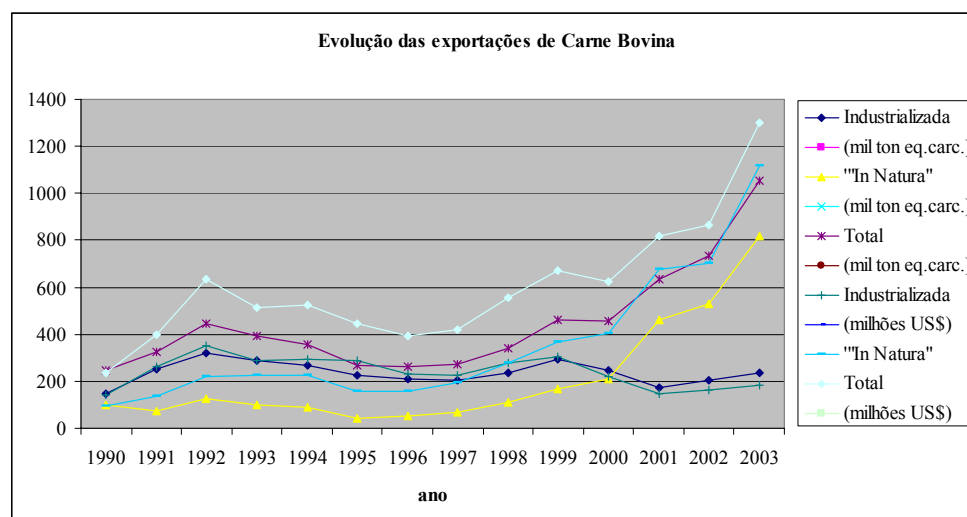


Figura 4.6 Tendência das exportações de carne bovina por opção

Fonte: Elaborada pelo autor, dados da ABIEC (2005).

De acordo com Da Silva, & Batalha, (1999) os principais destinos dos produtos exportados distribuem-se conforme o Quadro 4.2.

Quadro 4.2 Exportações Brasileiras de Carne In Natura e Industrializada em (1999)

Destino/País	In Natura	Destino/País	Industrializada
União Européia	66%	União Européia	49%
Hong Kong	8%	Estados Unidos	35%
Chile	6%	Jamaica	3%
Suíça	3%	Porto Rico	3%
Irã	2%	Canadá	2%
Outros	8%	Outros	8%

Fonte: SECEX in Da Silva, & Batalha, (1999).

Um outro aspecto a considerar são os tipos de produtos exportados. De acordo com Miranda & Motta (2001):

“Do total de carne exportada pelos frigoríficos associados da ABIEC em 2000 (266.146 toneladas), os cortes especiais responderam por 52,06% ou 138.560 toneladas. Seguem-se a carne enlatada (*Corned Beef*), cujos principais países importadores são o Reino Unido e os EUA, e que correspondeu a 26,35% (70.131 toneladas) do total exportado em volume pelo país. Em terceiro lugar classificam-se os subprodutos (8,89%), aqui entendidos como charque e, principalmente, miúdos. Quase na mesma proporção, classificam-se o *Frozen Cooked Beef* (5,36%) e as conservas industriais (5,17%). O primeiro consistindo de um tipo de carne industrializada, na forma de cortes, cozidos e embalados.” (Miranda & Motta, 2001).

A Figura 4.7 apresenta a participação percentual dos diferentes produtos, nas exportações brasileiras.

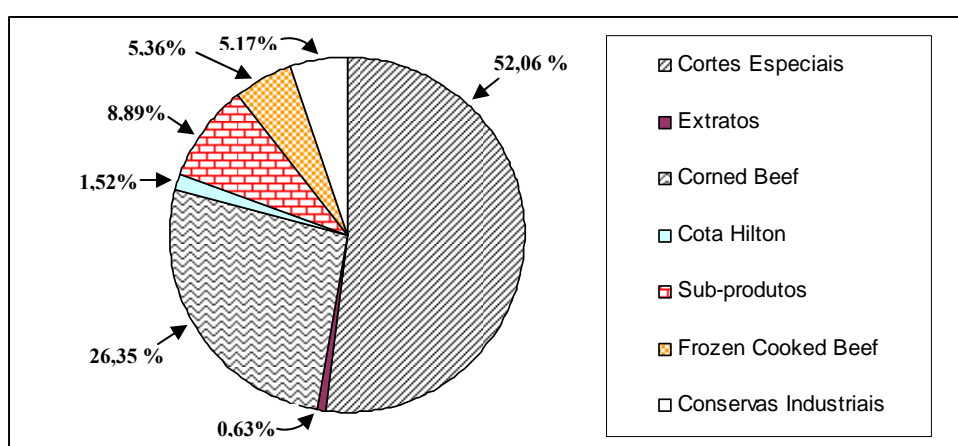


Figura 4.7 Participação percentual dos diferentes tipos de carne bovina no volume total exportado pelo Brasil<sup>8</sup> (2000)

Fonte: Miranda & Motta (2001).

<sup>8</sup> Cota Hilton = índice que fixa a participação de cada país no mercado europeu de carne *in natura*.



#### 4.4.1 Fatores que afetam a preferência do Consumidor

Alguns atributos importantes para o consumidor, em relação à carne bovina são: a praticidade do produto, a apresentação (embalagem) e o marketing do produto<sup>9</sup>. Além disso, as tendências do consumidor moderno consistem na preferência por menor teor de gordura na carne e menor teor de calorias total. O consumidor tende também a consumir menos carne vermelha, (Pereira & Baracat, 2004).

No tocante às propriedades da carne bovina, destacam-se com atributos mais objetivos:

- a aparência Visual: Cor (altamente relacionada com a aceitação);
- a quantidade de gordura visual (intramuscular, subcutânea);
- a textura;
- o exsudado (sulco presente na carne);
- a água na superfície da carne;
- o conjunto denominado "Eating Quality" ou palatabilidade da carne, que se relaciona com o sabor, "paladar". Ela pode ser definida como maciez, suculência e sabor (saboroma). Existem três componentes principais responsáveis na palatabilidade:

Maciez: é a quebra das miofibrilas durante a mastigação. Ela é percebida através de farinosidade, adesão, resto de mastigação; ou Dureza: Resistência (Oposto à maciez);

Textura: é a maior ou menor resistência à mastigação. Ela está relacionada com a palatabilidade, dureza ou suculência dos produtos;

Sabor: é uma combinação do olfato, definido como odor, e a sensação percebida pelas papilas degustativas durante o consumo da carne (azedo, ácido, amargo, doce).

---

<sup>9</sup> aqui entendido como a compreensão dos desejos do consumidor em relação a definição e fabricação do produto esperado, bem como o trato da imagem emocional do produto além do uso efetivo de técnicas de preço, comunicação e distribuição, para informar, motivar e servir ao respectivo mercado.

#### 4.5 Síntese

O abate e a desossa bovina são constituídos por um processo de fragmentação em que as operações, embora utilizando ferramentas e dispositivos específicos, são executadas quase que artesanalmente, sob condições de exigências sanitárias e ambientais extremamente rigorosas.

Além de seu processo, em que a programação e o controle tornam-se atividades naturalmente difíceis, concorre para a complexidade do planejamento, um mercado fornecedor de matéria-prima, à montante, extremamente heterogêneo e instável e, a jusante, um mercado consumidor cada vez mais exigente em custo, qualidade, diversidade, confiabilidade e pontualidade. As relações com o mercado fornecedor da matéria-prima tem sido conflituosas e se opera basicamente por meio de aquisições individuais, sem contrato, muitas vezes através de intermediários.

O sistema de produção original, integralmente do tipo *flow shop* dedicado transforma-se rapidamente em *flow shop* bloqueado, isto é por lotes específicos, à medida que se ampliam às exigências de certificação e rastreabilidade, assim como as exigências de diversidade propostas pelo mercado consumidor.

Conforme observações prévias, as práticas de planejamento repousam sobre padrões empíricos, e demandam significativos esforços de ajustamento a cada recombinação de demandas ou ocorrência de eventos aleatórios. A mudança do tipo de sistema de produção, aliada às exigências de flexibilidade e ao conjunto de fatores típicos da agroindústria (sazonalidade, incerteza das propriedades, perecibilidade), sugerem a necessidade de um modelo que permita a esses empreendimentos a sistematização dos ajustes, própria do caráter industrial.

Conclui-se, portanto, que as questões básicas de planejamento tais como: o quê produzir, quanto produzir, quando produzir, com qual matéria-prima e em que quantidade, qual o destino dos co-produtos gerados e como organizar um fluxo sistematizado de respostas a essas questões, indicam a necessidade de um sistema de planejamento diferenciado em relação aos disponíveis na literatura.

## **Capítulo 5. Proposição de um sistema de classificação amplo**

### **5.1 Introdução**

Tendo em vista a perspectiva de preencher as lacunas mais evidentes identificadas nos sistemas de classificação analisados, propõe-se aqui apresentar um sistema que permita identificar e caracterizar os empreendimentos agroindustriais.

Destaca-se inicialmente, que os empreendimentos industriais não são desenvolvidos ao acaso. Os sistemas de produção são constituídos para atender objetivos reais, em um ambiente (social e econômico) definido, ainda que dinâmico. Como tal, eles têm seus subsistemas construídos sob uma lógica específica, direcionada para atingir metas compatíveis com esses objetivos, baseada nos recursos, necessidades e políticas.

Sustenta-se também que, à semelhança de quaisquer outras estruturas, o desenvolvimento dos subsistemas nos empreendimentos industriais é feito para dominar parcela mais significativa dos possíveis eventos e subsistir aos eventos não totalmente conhecidos ou dominados, mantendo um padrão de atendimento das metas e objetivo.

Nesse contexto, cada subsistema executa uma função específica e sua existência ou não, bem como seu desempenho, são definidos pelas condições impostas pelo ambiente, recursos disponíveis e riscos aceitos, que são diferentes em cada empreendimento.

Admite-se também que um pressuposto no desenvolvimento dos empreendimentos industriais é à busca do sistema mais eficaz, o que se caracteriza por um sistema de produção o mais simples possível e de mais alta produtividade. Em outras palavras, um sistema em fluxo contínuo, resultando produção em alta escala ou cuja operação aproxime-se desse modelo, tido como de alto desempenho. Esse pressuposto é, na prática, alterado sob exigências tecnológicas das matérias-primas e/ou operações ou ainda, em função de opções estratégicas e econômicas. Procura-se então

compensar as eventuais perdas de desempenho decorrentes dessas exigências e opções com a adoção de técnicas de gestão e sistemas de informação mais adequados.

Assume-se por fim que o caráter de integração necessário na gestão de qualquer sistema não implica necessariamente que as particularidades dos subsistemas devam ser negligenciadas, ao contrário, devem ser respeitadas e tratadas de tal forma que efetivamente permitam a obtenção de sinergias dentro do sistema integrado.

Assim, se a determinação da existência e/ou modo de organização de um subsistema em um empreendimento depende da estratégia, tecnologia disponível e relação do custo e benefício, cabe formular as alternativas teóricas possíveis antes de se promover à seleção da opção ou opções mais adequadas em cada caso. Sugere-se então que uma classificação seja essa construção teórica que permita encontrar dentre as alternativas elencadas, a(s) mais compatível (is) para a constituição do sistema de planejamento e controle da produção específico para cada empreendimento ou processo. Supõe-se que o alto ou baixo desempenho do sistema de produção dependa dessa compatibilidade.

Considera-se também, que uma boa solução na constituição do sistema de planejamento e controle da produção hoje pode não ser mais, amanhã, tendo em vista a evolução tecnológica, o surgimento de novas alternativas de produtos e a própria mudança do ambiente ou estratégia. Assim, propõe-se o desenvolvimento de um sistema de classificação amplo, que além de atender os sistemas de produção tratados pelas classificações já existentes, incorpore também os sistemas de produção agroindustriais e particularmente os agroalimentares de primeira transformação.

A abordagem adotada é do tipo “*contingencial*” e seu desenvolvimento baseado em razões lógicas. Dessa forma, o primeiro aspecto a verificar é o contexto em que se insere o empreendimento, determinando qual é sua posição no processo industrial, isto é, qual etapa ou etapas da cadeia de transformação ela ocupa. Quando as atividades produtivas do empreendimento ocupam mais de um espaço dentro da subdivisão dos processos, conforme a partição proposta em seguida, assume-se que é necessário analisá-las separadamente. Essa forma de análise será denominada neste trabalho, recorte vertical.

## 5.2 Recorte vertical ou identificação de etapa do processo industrial

De acordo com Gousty & Kieffer (1988), a cadeia de transformação pode ser subdividida em extração, primeira transformação, segunda transformação e montagem ou composição. A percepção desse desdobramento é também considerada em Lambert (2001) e Scarpelli (2001). Assim, a Figura 5.1 apresenta uma estrutura simplificada, sugerindo os agrupamentos de atividades característicos de uma cadeia de produção industrial que incorporam os progressivos desdobramentos, de forma mais generalista, apenas com o nome de processo.

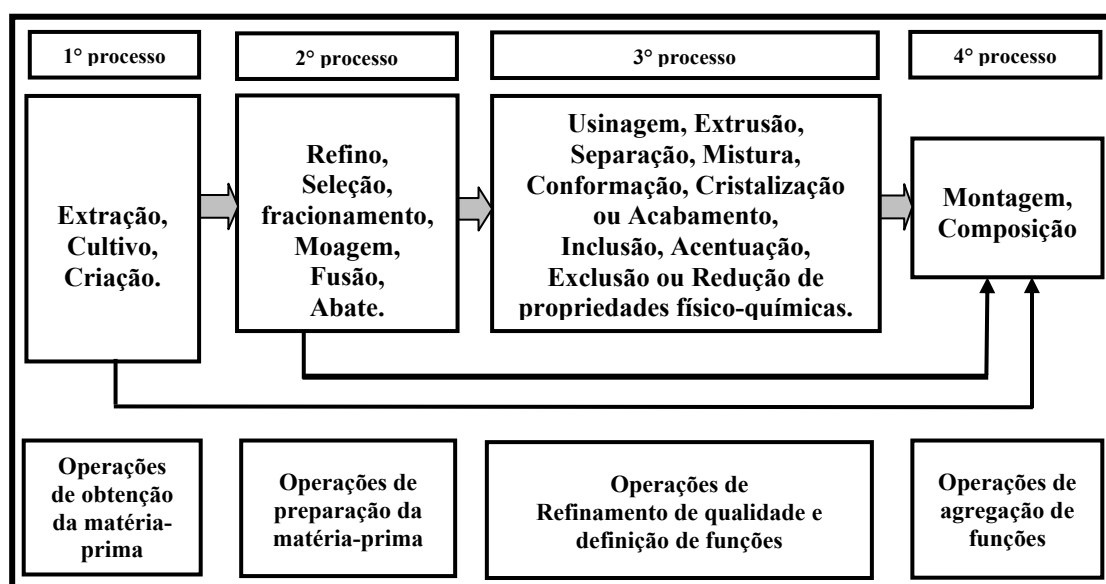


Figura 5.1 Operações típicas que constituem as atividades dentro das empresas

Fonte: Elaborada pelo autor.

As setas, na Figura 5.1, indicam as possibilidades mais usuais de encadeamento.

As atividades extrativistas, de produtores rurais e de indústrias de reciclagem, denominadas de primeiro processo, executam as operações responsáveis pela obtenção ou geração das matérias-primas.

As atividades de segundo processo executam as operações de refino de matérias-primas minerais, seleção de vegetais, abate e fracionamento de animais e/ou moagem de matérias-primas vegetais e minerais.

As atividades de terceiro processo executam as operações de mistura ou

*blendagem* de componentes, formatação básica de produtos sólidos e a acentuação, atenuação ou eliminação de propriedades químicas e físicas das matérias-primas para a obtenção de funções com valor.

As atividades de quarto processo executam as operações de montagem ou agregação de funções.

De acordo com a estrutura de análise proposta, uma empresa pode centrar sua atuação em:

- (a) parte de um processo;
- (b) um processo completo;
- (c) parte de dois processos ou;
- (d) dois ou mais processos, como indica a Figura 5.2.

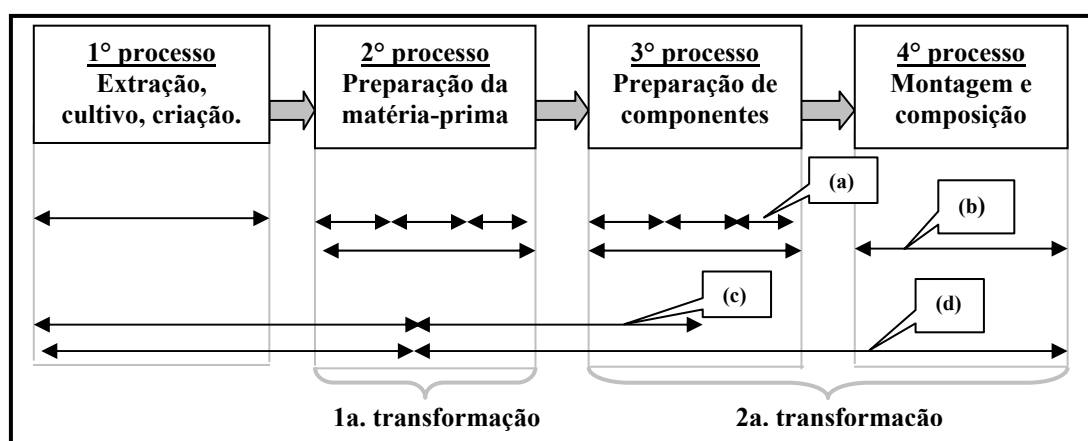


Figura 5.2 Atividades possíveis de serem executadas nas empresas  
Fonte: Elaborada pelo autor.

Em uma mesma empresa podem coexistir processos, dedicados a produtos com diferentes bases tecnológicas, que são executados em paralelo.

Embora a estratégia de segmentação e focalização tenha se acentuado na última década, significativo número de empreendimentos ainda atua englobando, parcial ou integralmente, o (1º e 2º) processo, o (1º, 2º e 3º), o (2º e 3º), o (2º, 3º e 4º), ou o (3º e 4º) processo, mantendo algum tipo de verticalização, conforme apresentado na Figura 5.2.

Considerando as crescentes exigências competitivas por qualidade, custo e

prazo, tende a ser cada vez menor o número de empreendimentos compreendendo toda a cadeia industrial. Considerando, outrossim, as dificuldades impostas por terceirizações parciais, empreendimentos executando processos saltados também tendem a serem raros embora não impossíveis.

Para simplificar a compreensão dessa divisão considerando uma terminologia já estabelecida e as formas de verticalização mais usuais, os empreendimentos que executam etapas dentro do segundo processo serão designados como de primeira transformação. Os empreendimentos que executam etapas dentro do terceiro e quarto processos serão então designados como de segunda transformação.

Dado que diferentes empresas podem ocupar diferentes espaços do processo industrial de uma cadeia, admite-se que para classificar os empreendimentos e, assim, formular uma análise adequada deve-se primeiramente identificar como se compõe o processo, ou processos, da empresa que se deseja classificar. Em seguida, promove-se a análise individual de cada um deles, se houver mais de um.

Esse primeiro recorte mostra-se necessário, porque cada um dos processos encontrados em uma empresa impõe restrições próprias desse estágio de produção, tais como estrutura e diversidade de produtos e operações, impactos da demanda de produtos e da oferta de matéria-prima no processo da empresa e assim por diante.

Cada um dos subsistemas assim identificados atua como uma empresa individual com requisitos físicos e de administração próprios. Esses subsistemas de produção são integrados no sistema de informações por conjuntos de dados identificadores de: ordem de produção; destino dos produtos; prazo; origem e tipo das matérias-primas; quantidade; operações de obtenção e condições; datas de cada atividade; de conclusão e de aplicação ou entrega; estrutura do produto e especificações de projeto; etc.

Assim, para exemplificar, uma indústria de caixas de papelão pode ocupar o espaço da primeira transformação, na elaboração do papelão, e um espaço de segunda transformação na elaboração das caixas. De modo análogo, uma indústria de redutores que tenha uma área de fundição, uma área de usinagem e uma área de montagem, também ocupa espaços da primeira e segunda transformação. É necessário proceder ao recorte vertical, em ambos os casos, identificando cada etapa do processo industrial, para se formular a classificação. Esse recorte pode ser denominado identificação das “unidades de processo”.

A partir dos trabalhos pesquisados, verificou-se a necessidade de proceder-se à caracterização dos empreendimentos também a partir de três outras dimensões, que serão aqui denominados recortes horizontais.

A primeira dimensão diz respeito às exigências físicas das matérias-primas e produtos que, em cada etapa do processo industrial, impõem restrições diferentes ao conjunto de alternativas tecnológicas possíveis e delimita um subconjunto delas. De acordo com Hayes & Schmenner (1978), isso corresponde ao grau ou modo de especialização do empreendimento, que é identificado por esses autores como decisões de instalação.

A segunda dimensão para análise diz respeito à opção estratégica adotada pelo empreendimento. Assume-se que para cada diferente opção exista uma alternativa de tecnologia de produção mais adequada. A escolha da estratégia tem estreito relacionamento com o grau de padronização ou intervenção do usuário no projeto do produto, no nível de repetitividade de fabricação de cada item e na velocidade de resposta do empreendimento, o que, por sua vez, tem também estreita relação com o tipo de fluxo dos materiais em produção.

A terceira dimensão para análise, diz respeito aos elementos que determinam a organização das funções e o sistema de informações necessário para operar a opção estratégica do empreendimento. Essa dimensão está associada com a parcela do sistema de controle que define a forma com que atuam os subsistemas de emissão e liberação de ordens de fabricação, bem como a existência ou não de estoques e seu modo de controle (ex. produção para estoque ou produção sob pedido dos clientes).

### **5.3 Recorte horizontal ou caracterização da etapa do processo industrial**

Os parâmetros adotados nessa análise, denominada recorte horizontal, visam identificar a relação que se estabelece entre a política adotada no empreendimento e as exigências impostas pelos materiais, produtos e equipamentos. Estes últimos, na forma de tipo de fluxo que impõem ou lhes é mais adequado.



### **5.3.1 Primeira dimensão horizontal: exigências físicas**

Consideram-se como exigências físicas às características intrínsecas das matérias-primas, as estruturas dos produtos pretendidos e os fluxos de materiais pelos postos de trabalho. Admite-se que essas características determinam um primeiro diferencial entre os empreendimentos.

#### **5.3.1.1 Matérias-primas**

A primeira característica física das matérias-primas é a sua continuidade ou seu caráter discreto.

De acordo com Dennis & Meredith (2000a), é necessário inicialmente definir se os materiais são discretos ou contínuos e eliminar a dubiedade em relação aos empreendimentos em que matérias-primas não discretas tornam-se discretas ao longo das operações. Assim adota-se a definição desses autores e consideram-se como contínuas todas as matérias-primas na forma de gases, líquidos, polpas, materiais particulados como cristais e pós e todos aqueles que só se tornam evidentemente discretos, no ponto de embalagem ou durante a última operação imediatamente antes do embalagem.

São assim todos os materiais que só podem ser acompanhados por peso ou volume e origem. Considera-se essa característica relevante porque quando a matéria-prima é contínua, induz a adoção de fluxos lineares, com equipamentos necessariamente dispostos conforme a seqüência de operações, altos níveis de padronização e alto grau de repetitividade na obtenção dos produtos. Pode dar-se o inverso em caso contrário.

A segunda característica física relevante das matérias-primas é a sua perecibilidade. Considera-se como perecível qualquer matéria-prima que perca as propriedades desejadas em função do tempo e que possam causar perda do valor de uso dos produtos delas gerados, em decorrência dessa deterioração. Essa característica física é considerada relevante porque também induz a adoção de equipamentos em fluxos lineares, segundo a seqüência de operações, visando à redução do tempo de fabricação dos produtos.

Considera-se também como característica relevante das matérias-primas a importância de sua heterogeneidade em relação aos produtos finais, particularmente nos

processos de primeira transformação, já que isso, por vezes, determina a necessidade de formação de lotes. Entretanto, assume-se que esta característica pode ser absorvida pela definição da estratégia do empreendimento, a ser estabelecida adiante.

### 5.3.1.2 Produtos

A estrutura dos produtos é considerada a característica mais relevante porque, além de determinar a complexidade do processo produtivo, está associada à respectiva etapa do processo industrial e, por consequência, escala de produção.

Produtos relacionados ao início do processo industrial de fabricação têm, preferencialmente, estruturas divergentes porque o objetivo nessa etapa é o de selecionar e obter propriedades específicas. Como a tecnologia envolvida nas operações de seleção e obtenção de propriedades é em geral simples, o valor agregado é baixo e impõe a fabricação de grandes quantidades de produto para tornar-se rentável. Produtos obtidos no fim do processo industrial têm estruturas preferencialmente convergentes visando compor propriedades e funções. Essas operações envolvem, em geral, atividades com maior grau de precisão e, por decorrência, maior valor agregado, admitindo assim a fabricação de quantidades menores de produtos.

As possíveis estruturas dos produtos podem ser representadas graficamente na forma de árvore convergente no caso de produtos montados ou compostos, na forma de árvore divergente no caso de produtos obtidos por fracionamento de matéria-prima e linear no caso desta sofrer operações que não adicionam nem retiram componentes, apenas alterando forma, dimensões e/ou propriedades, conforme a Figura 5.3.

Assim, a estrutura do produto, tanto quanto as características da matéria-prima, contribuem para a definição do tipo de fluxo de produção. Admitem-se três possíveis estruturas básicas de fluxo:

- produtos obtidos pela desagregação de componentes das matérias-primas, implicam em estruturas de fluxo divergentes (**FD**);
- produtos obtidos apenas pela transformação de uma ou poucas matérias-primas indicam a possibilidade de fluxo em estruturas lineares (**FL**);

- produtos obtidos pela agregação de componentes originários de diferentes matérias-primas, implicam em estruturas de fluxo convergentes (FC).

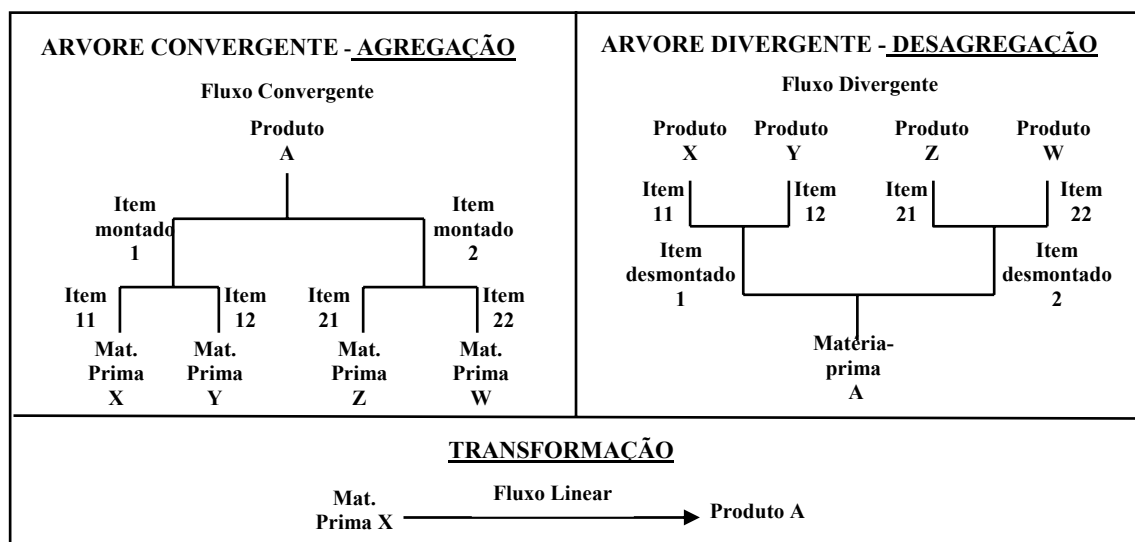


Figura 5.3 Possíveis estruturas dos produtos

Fonte: Elaborada pelo autor.

As estruturas dos produtos nas formas divergente, convergente ou linear induzem, mas não caracterizam por si só, as possíveis configurações dos fluxos de materiais nos empreendimentos. Elas dependem das quantidades com que os produtos são fabricados, a repetitividade com que são produzidos e dos tempos necessários para as trocas de trabalho.

Processos que trabalham apenas com transformação de uma única matéria-prima poderiam ser considerados como um caso particular de desagregação ou um caso particular de agregação, em que existisse, respectivamente, apenas um produto obtido ou um item constituinte. Assim admitir-se-á neste trabalho que a transformação é um caso particular da desagregação, com a geração apenas de um produto e eventuais rejeitos. Como consequência, também o fluxo linear passa a ser um caso particular do fluxo divergente. Observe-se que em alguns casos (por exemplo, fundição) a desagregação pode efetivamente alimentar uma única linha de transformação (embora opcionalmente possa fazê-lo também simultaneamente com diferentes linhas divergentes), o que não ocorre na agroindústria onde, em geral, a desagregação sistematicamente alimenta linhas divergentes.

### 5.3.1.3 Fluxos de Materiais

De acordo com Taylor (1979) há três fluxos básicos de materiais, possíveis de serem adotados nos empreendimentos. Esses fluxos e suas características estão apresentados no Quadro 5.1.

Quadro 5.1 Características dos sistemas de fluxo de materiais

PROJECT SHOP (PS)	FLOW SHOP (FS)	JOB SHOP (JS)
MATERIAS, HOMENS E MÁQUINAS SÃO LEVADOS AO LOCAL DE MONTAGEM.	HOMENS E MÁQUINAS SÃO AGRUPADOS EM CENTROS DE TRABALHO. MATERIAIS FLUEM ATRAVÉS DOS CENTROS DE TRABALHO COM UM ROTEIRO FIXO	HOMENS E MÁQUINAS SÃO AGRUPADOS EM CENTROS DE TRABALHO. MATERIAIS FLUEM ATRAVÉS DOS CENTROS COM UM <u>ROTEIRO DEPENDENTE DO TRABALHO</u>

Fonte: Taylor (1979).

Esse mesmo autor destaca, entretanto, que um sistema com fluxo do tipo *flow shop* pode ser subdividido em dois tipos de sistema. *Flow shop* com linhas dedicadas, “em que os mesmos materiais são sempre transformados nos mesmos produtos” e, em “sistema do tipo *flow shop* com produção em lotes em linhas bloqueadas, em que são mudadas às condições das operações ou seus procedimentos para acomodar diferentes matérias-primas ou ainda para produzir diferentes produtos acabados”, (Taylor, 1979). Dessa forma, podem-se ter os tipos de fluxo de material indicados no Quadro 5.2. Os sistemas celulares serão aqui entendidos como *flow shop* bloqueado.

Quadro 5.2 Características dos sistemas de fluxo de materiais modificado

PROJECT SHOP (PS)	FLOW SHOP DEDICADO (FSD)	FLOW SHOP BLOQUEADO (FSB)	JOB SHOP (JS)
MATERIAS, HOMENS E MÁQUINAS SÃO LEVADOS AO LOCAL DE MONTAGEM.	HOMENS E MÁQUINAS SÃO AGRUPADOS EM CENTROS DE TRABALHO. MATERIAIS FLUEM ATRAVÉS DOS CENTROS DE TRABALHO COM UM ROTEIRO FIXO	HOMENS E MÁQUINAS SÃO AGRUPADOS EM CENTROS DE TRABALHO. MATERIAIS FLUEM <u>EM LOTES</u> ATRAVÉS DOS CENTROS DE TRABALHO COM <u>UM ROTEIRO FIXO</u>	HOMENS E MÁQUINAS SÃO AGRUPADOS EM CENTROS DE TRABALHO. MATERIAIS FLUEM <u>EM LOTES</u> ATRAVÉS DOS CENTROS COM <u>UM ROTEIRO DEPENDENTE DO TRABALHO</u>

Fonte: Baseado em Taylor (1979).

#### 5.3.1.4 Exigências físicas combinadas

As exigências físicas das matérias-primas, produtos desejados e operações necessárias, aliam-se aos princípios de menor percurso percorrido pelos materiais durante e entre as operações, menor gasto de energia, menor tempo de execução e assim por diante, tanto na seleção dos equipamentos quanto em sua disposição, caracterizando dessa forma o fluxo dos materiais nos empreendimentos.

Assim, pode-se inferir que matérias-primas contínuas induzem a adoção de fluxos lineares e contínuos. Matérias-primas discretas e perecíveis induzem a adoção de fluxo linear em massa com linhas dedicadas ou produção de lotes em linhas bloqueadas. Matérias-primas discretas não perecíveis permitem a fabricação em sistemas de produção em lote com fluxo do tipo *job shop* ou em massa com fluxo preferencialmente do tipo *flow shop*. Essas opções por sua vez estão associadas ao volume de produção e ao nível de repetitividade.

Nos casos em que os produtos são obtidos pela desagregação de componentes das matérias-primas, a eventual dispersão das propriedades destas induz a adoção da produção em lotes. A condição de lote é criada, restringindo-se a dispersão das propriedades das matérias-primas por limites dos tipos: inferior, superior ou ambos; criando-se então, faixas de aceite e aplicação pré-definidas. Um exemplo característico é a composição de lotes de abate bovino em que são ou podem ser considerados a raça, a origem, a idade dos animais, o peso e as condições gerais de sanidade, visando à obtenção de alguma homogeneidade nos produtos resultantes. A transformação de uma única matéria-prima, no caso de contínuas ou perecíveis, reforça a noção de alta repetitividade em *flow shop*, indicando preferencialmente a fabricação de produtos padronizados. As condições físicas delimitam as opções de fluxo, mas a definição deve também atender a parâmetros de mercado, traduzidos na estratégia industrial.

#### 5.3.2 Segunda dimensão horizontal: estratégia

De acordo com Hayes & Whelwright (1984), são identificáveis quatro “atitudes” (*sic*) que formam a estratégia corporativa de um empreendimento. Ainda segundo esses autores, a atitude relativa à prioridade competitiva deve manter estreita relação com as exigências físicas do empreendimento. Eles destacam também que “dentro da maioria

das indústrias, diferentes companhias enfatizam uma dessas cinco dimensões competitivas: preço, qualidade, fidelidade, flexibilidade de produto e flexibilidade de volume. É tanto difícil quanto potencialmente perigoso para uma companhia tentar competir oferecendo desempenho superior em várias dimensões competitivas. Ao contrário, uma companhia deve atacar prioridades definidas que descrevem como ela escolheu posicionar-se relativamente a seus competidores”. Essas dimensões exigem, sistematicamente, barganhas que, se não forem feitas de modo consistente, implicarão lentamente na perda da distinção competitiva (Olhager & Östlund, 1990). Essas atitudes e suas possíveis escolhas estratégicas são apresentadas no Quadro 5.3.

Algumas dessas dimensões têm impacto direto na organização física e administrativa dos empreendimentos.

Quadro 5.3 Atitudes corporativas que implicam preferências estratégicas

<p><b>Orientação dominante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mercado;</li> <li>- Produto ou material;</li> <li>- Tecnologia.</li> </ul> <p><b>Padrão de diversificação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produto;</li> <li>- Mercado (geográfico ou grupo de consumidores);</li> <li>- Processo (integração vertical);</li> <li>- Horizontal não relacionado (conglomerado).</li> </ul> <p><b>Atitude corporativa diante do crescimento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crescimento visado explicitamente;</li> <li>- Crescimento visto como um co-produto do sucesso administrativo do núcleo do negócio.</li> </ul> <p><b>Prioridade competitiva:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Preço;</b></li> <li>- <b>Qualidade;</b></li> <li>- <b>Credibilidade;</b></li> <li>- <b>Flexibilidade de produto;</b></li> <li>- <b>Flexibilidade de volume.</b></li> </ul>
--

Fonte: Hayes & Whelwright (1984).

Além da priorização de uma dimensão competitiva, os autores sustentam que deve haver uma estreita correlação entre essa escolha e as decisões estruturais que envolvem:

- a capacidade logística;
- as unidades operacionais, tamanho, forma localização e especialização;
- os equipamentos e a tecnologia;
- o espectro do processo, isto é, a direção da integração vertical.

No que diz respeito à sua administração, a priorização competitiva tem estreita correlação com:

- políticas que controlam o carregamento da fábrica ou fábricas – compra de materiais, manutenção de estoques e políticas logísticas;
- políticas que controlam o movimento de bens através da fábrica – projeto do processo, políticas de mão-de-obra e práticas operacionais, programação da produção e controle de qualidade;
- projeto organizacional da fabricação que coordena e dirige todos os itens anteriores.

Assim, observa-se que a escolha de uma prioridade competitiva é um elemento não só não negligenciável, como extremamente relevante na caracterização de um empreendimento.

Admite-se que a opção por uma das prioridades ocorra explícita ou implicitamente no conjunto de decisões e procedimentos adotados. A prioridade competitiva denominada “credibilidade” implica em procedimentos e controles mais rigorosos e bons suportes de serviços aos clientes, não determinando para tanto uma estruturação interna específica da empresa, ao menos diretamente. Assim, para efeito de classificação, essa prioridade pode ser conjugada à dimensão qualidade diferencial. Têm-se então as quatro seguintes alternativas de prioridade, com suas respectivas opções e implicações:

(1) **Preço:**

- i - produtos com **altas margens** de lucro e pequenas quantidades, o que implica a produção em lotes ou unitária;
- ii - produtos com **baixas margens** de lucro e grandes volumes, o que implica a produção contínua ou em massa;

(2) **Qualidade:**

- i - **alta qualidade** em produtos padronizados e portanto produção contínua ou em massa;
- ii - **qualidade diferencial**, com produtos que oferecem semi-personalização (combinação inédita e pouco repetitiva de elementos padronizados, ou ainda produto parcialmente inédito) ou personalização (integralmente

inédito), o que implica em todos os casos, na produção em lotes ou unitária;

- (3) **Flexibilidade de produto**: produtos não padronizados e introdução de novos produtos o que implica produção em lote ou unitária;
- (4) **Flexibilidade de volume**: acelerando ou desacelerando a produção com produtos que oferecem padronização ou semipersonalização; essas possibilidades implicam produção em lote ou unitária.

### 5.3.2.1 Determinação do nível de repetitividade do sistema produtivo

Do cruzamento da classe de processo industrial com as exigências físicas e dimensão competitiva, especificadas para um dado processo, determina-se seu nível de repetitividade. Do qual deve decorrer a estruturação de um sistema de informações adequado.

De acordo com Safizadeh et al. (1996), “a escolha do processo é altamente relacionada com o grau de personalização do produto”, razão pela qual se associa também a característica de personalização ao nível de repetitividade.

Assim, a repetitividade pode assumir características de:

- (1) - um sistema contínuo (C): assume-se que um sistema de produção é denominado contínuo quando a(s) matéria(s) prima(s) é (são) contínua(s) ou definida(s) como tal e sofre(m) uma seqüência ininterrupta de ações de fabricação; o fluxo de materiais é linear e os produtos são padronizados; constitui um dos possíveis tipos de sistema de produção de alta repetitividade.
- (2) - um sistema de produção em massa (M): assume-se que um sistema de produção é denominado em massa quando a(s) matéria(s) prima(s) é (são) discreta(s) e sofre(m) uma seqüência de ações encadeadas por sistemas de transporte específicos entre os postos de trabalho; nesse sistema, uma quantidade significativa de cada produto ocupa por longos períodos o tempo disponível dos postos de trabalho atuando em sua obtenção; o fluxo de materiais é linear e os produtos são padronizados; também constitui um dos possíveis tipos de sistema de alta repetitividade;



(3) um sistema de produção em lotes (L): quando as quantidades produzidas são insuficientes para ocupar o tempo disponível dos postos de trabalho por longos períodos e/ou repetitivamente sob as mesmas condições operacionais; os lotes podem ser caracterizados como:

- i - lote de itens padronizados (LPA): quando a quantidade necessária de um item ou produto é limitada, sendo então agrupados para fabricação; o lote é constituído apenas por uma questão de frequência e volume de demanda e não há intervenção do cliente no projeto ou receita dos produtos;
- ii - lote de itens semi-personalizados (LSPE): quando o lote é constituído por uma questão de frequência de demanda e/ou por alguma pequena intervenção do cliente no projeto ou receita do produto; essa intervenção pode se dar pela especificação de uma diferente combinação de itens já padronizados ou pela incorporação de algumas propriedades ou funções disponíveis ou incorporáveis ao catálogo de alternativas possíveis;
- iii - lote de itens personalizados (LPE): quando o lote é constituído como função exclusiva das especificações do cliente, inviabilizando ou restringindo sua repetitividade à condições comerciais especiais.

É necessário destacar que, em geral, os sistemas produtivos capazes de produzir lotes de itens personalizados podem também produzir itens semi personalizados e estes, por sua vez, os itens padronizados, sem apresentar, contudo, a mesma eficiência que apresentam quando são projetados especificamente para uma dessas finalidades.

### **5.3.3 Classificação combinando a primeira e segunda dimensão**

De acordo com as definições formuladas para as variáveis e as análises efetuadas pode-se então desenvolver, para cada possível processo existente dentro de uma dada empresa (desagregação, refinamento e/ou montagem), um quadro que associa as exigências dos materiais e produtos aos fluxos e grau de repetitividade convenientes, bem como as possíveis estratégias.

Obtêm-se então os tipos de sistemas de produção apresentados nos Quadros 5.4, 5.5, e 5.6. A construção dos quadros considera as relações possíveis e coerentes entre as variáveis, como foram definidas, em cada tipo de processo.

Quadro 5.4 Indústrias de primeira transformação (2º processo): Preparação de matérias-primas

DESAGREGAÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS, ANIMAIS E VEGETAIS. (Refino, Seleção, Fracionamento, Moagem, Fusão, Abate)										Estrutura do produto													
MATÉRIA-PRIMA		DIMENSÕES COMPETITIVAS						DIVERGENTE															
		Preço		Qualidade		Flexibilidade																	
		Alta margem	Baixa margem	Alta qualidade	Qualidade diferenc.	De produto	De volume																
EXIGÊNCIAS FÍSICAS	Perceível	Contínua (Receita)				C				C											DIVERGENTE		
		Discreta (Projeto)					M				M												
	Não perceível	Contínua (Receita)					C				C												
		Discreta (Projeto)						M				M											
FLUXO DE MATERIAIS		P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	F	F		
		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
				B	D			B	D			B	D			B	D			B	D		

Relação inadequada sob as condições tecnológicas.

FLUXO DE MATERIAIS	REPETITIVIDADE
PS - PROJECT SHOP	C - CONTÍNUO
JS - JOB SHOP	M - MASSA
FSD - FLOW SHOP DEDICADO	LPA - LOTE PADRONIZADO
FSB - FLOW SHOP BLOQUEADO	LSPE - LOTE SEMIPERSONALIZADO
	LPE - LOTE PERSONALIZADO

Fonte: Elaborado pelo autor.





### **5.3.4 Terceira dimensão horizontal: organização das funções de planejamento e controle da produção**

As funções de Planejamento e Controle da Produção, quando associadas ao médio e curto prazo, são dedicadas aos procedimentos de decisão e detalhamento das ações. Como elo final da cadeia de decisões e ações de planejamento, elas são determinantes na definição da estrutura do sistema de informações mais adequado a cada processo de produção. Nesse contexto, para efeito de classificação, a função mais relevante é a de emissão de ordens de produção, porque ela reflete a estratégia da empresa e sua relação com o mercado. O tipo de sistema de emissão de ordens de produção caracteriza a forma de compromisso entre a melhor relação de custo e benefício no atendimento dos anseios do mercado e as condições internas de execução.

#### **5.3.4.1 Sistema de Emissão de Ordens de Produção**

O sistema de emissão de ordens de produção traduz a opção estratégica para o relacionamento com o mercado, determinando um ponto de equilíbrio econômico entre o pronto atendimento e a diversidade de produtos, estabelecendo para tanto, o grau de intervenção dos clientes em seus projetos de produto e processo. Isso define os diferentes tipos de sistemas de emissão de ordens. Entretanto, as definições dos diferentes tipos de sistemas de emissão de ordens, conforme já apresentadas, *make to order* (MTO), *make to stock* (MTS), *engineering to order* (ETO) e *assemble to order* (ATO), não identificam precisamente a que processos essas formas de relação se destinam. Também não identificam se a intervenção, quando admitida, significa inovação em projeto ou nova combinação de itens ou propriedades padronizadas, nos produtos a que dizem respeito.

Essas imprecisões acabam por gerar alguma confusão quanto à adoção de um ou outro modelo de emissão de ordens de produção. Para eliminar a dubiedade, a primeira distinção a ser feita é entre o termo “pedido”, indicando requisições de especificidades em propriedades, funções, formas e/ou configuração, formuladas pelo cliente, do termo “pedido”, indicando apenas um compromisso de compra, confirmada pelo cliente, ao qual está atrelado o início da produção.

Assim, para efeito de diferenciação, doravante, o primeiro caso, em que há

requisição de especificidades pelo cliente, será denominado “encomenda”. O termo pedido caracterizará, então, somente o caso de venda confirmada, associado com o início da produção. Situações em que a diferenciação, entre pedido e encomenda ou pedido confirmado e pedido não confirmado, é irrelevante, serão denominadas apenas de solicitações de clientes. Observe-se que assim, encomenda abrange o pedido, pois deve ser necessariamente uma venda confirmada só que com especificidades inéditas.

Uma definição mais apropriada e completa, considerando a origem da autorização de produção, o processo a que se destina e a característica de ineditismo ou padronização do produto, é proposta no Quadro 5.7.

Embora possa parecer um excesso de preciosismo, essa qualificação traduz diferenças reais que podem existir nos procedimentos e registros de emissão de ordens e controle da produção dos diferentes sistemas de produção.

Considerando ainda a hipótese de que a organização do sistema de emissão de ordens de produção é estruturada para atender às necessidades das estratégias competitivas, podem-se ter ordens emitidas visando o pronto atendimento, na forma de produção para estoque (sob previsão de demanda) ou visando maior diversidade de produtos, fabricando para atender as solicitações de cliente (pedido ou encomenda). A organização do sistema de emissão de ordens a partir de uma previsão de demanda, visando à produção para estoque (MTS/ATS/DTS), trabalha com as estratégias competitivas de alta qualidade, baixa margem de lucro quando as matérias-primas são contínuas ou flexibilidade de volume, quando as matérias-primas são discretas.

A organização do sistema de emissão de ordens, para atender encomendas de clientes, trabalha com as estratégias competitivas de alta margem, qualidade diferenciada e flexibilidade de produto e caracteriza uma preocupação mais individualizada com a obtenção de cada unidade ou lote. Essa preocupação torna-se condição obrigatória, quando estão associadas características de: inovação, baixa repetitividade ou pequena quantidade.

Quadro 5.7 Classificação revisada dos sistemas de emissão de ordens de produção

Origem da autorização de produção	Processo a que se aplica a autorização	Nome do sistema	Característica do produto
Previsão de demanda	Fabricação**	Make To Stock (MTS)	Produto(s) completamente padronizado(s), fabricado(s) para estoque por previsão de demanda.
Previsão de demanda	Montagem	Assemble To Stock (ATS)*	Produto(s) completamente padronizado(s), montado(s) para estoque por previsão de demanda.
Previsão de demanda	Fracionamento	Disassemble to Stock (DTS)*	Produto(s) completamente padronizado(s), fracionado(s) para estoque por previsão de demanda.
Pedido de cliente	Fabricação**	Make To Order (MTO)	Produto(s) completamente padronizado(s), fabricado(s) somente a partir de pedido(s) de cliente(s).
Pedido de cliente	Montagem	Assemble To Order (ATO)	Produto(s) completamente padronizado(s), montado(s) a partir de pedido (s) de cliente(s).
Pedido de cliente	Fracionamento	Disassemble To Order (DTO)*	Produto(s) completamente padronizado(s), fracionado(s) a partir de pedido (s) de cliente(s).
Pedido de cliente	Fabricação**	Modified Make To Order (MMTO)*	Produto(s) padronizado(s), fabricado a partir de encomendas de cliente(s) com pedido(s) de modificações padronizadas selecionadas por ele(s).
Pedido de cliente	Montagem	Modified Assemble To Order (MATO)*	Produto(s) padronizado(s), montado(s) a partir de encomendas de cliente(s), com pedido(s) de modificações padronizadas selecionadas por ele(s).
Pedido de cliente	Fracionamento	Modified Disassemble To Order (MDTO)*	Produto(s) padronizado(s), fracionado a partir de encomendas de cliente(s), com pedido(s) de modificações padronizadas selecionadas por ele(s).
Encomenda de cliente	Fabricação**	Design of Manufacturing To Order (DMTO)*	Produto(s) inédito(s), fabricado(s) a partir de encomendas de cliente(s), com pedido(s) de especificações determinadas por ele(s).
Encomenda de cliente	Montagem	Design of Assemble To Order (DATO)*	Produto(s) inédito(s), montado(s) a partir de encomendas de cliente(s), com pedido(s) de especificações determinadas por ele(s).
Encomenda de cliente	Fracionamento	Design of Disassemble To Order (DDTO)*	Produto(s) inédito(s), fracionado(s) a partir de pedido(s) de cliente(s), com especificações determinadas por ele(s).

\* Terminologia definida em inglês para manter correspondência com definições anteriores.  
 \*\* Fabricação entendida como o processo em que não são agregados quaisquer componentes a uma matéria prima ou obtido mais de um produto de uma única matéria prima.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A organização do sistema de emissão de ordens, para atender encomendas de clientes, pode, excepcionalmente, estar associada às estratégias de alta qualidade, baixa margem e flexibilidade de volume somente quando as demandas são relativamente estáveis e conhecidas e os ciclos de produção são razoavelmente pequenos, caracterizando situações de baixa incerteza.

A organização do sistema de emissão de ordens para atender uma solicitação de cliente, na forma de pedido ou encomenda, pode ser associada a lotes semipersonalizados (LSPE) ou lotes personalizados (LPE), respectivamente. Esse modo de organização também pode ser encontrado em empreendimentos usando materiais discretos em *flow shop* bloqueado sob a condição estratégica de alta margem, embora

seja menos usual.

A forma híbrida em que um empreendimento opera simultaneamente sob pedido e para estoque, ao longo de um mesmo processo, pode ser considerada produção para estoque sob a estratégia de flexibilidade de volume. A distinção, no sistema de controle da produção, se dá pela diferente ponderação de prioridade atribuída aos itens para estoque e aos itens sob pedido. Estes últimos podem ser tratados no sistema de controle de materiais como estoque, porém, sob reserva de um pedido.

Assim, para efeito de classificação e constituição do sistema de informação têm-se então as possíveis alternativas apresentadas na Figura 5.4.

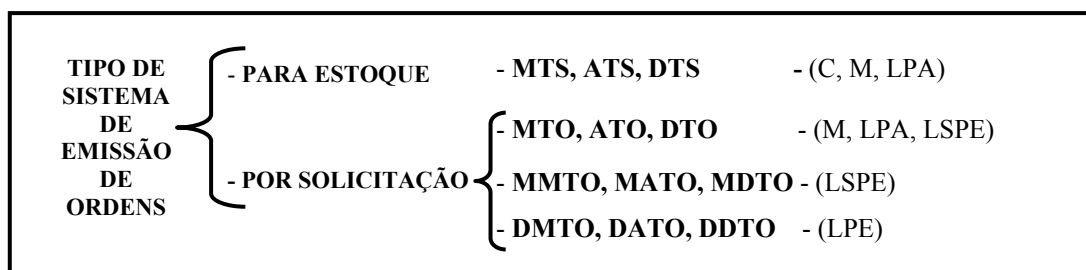


Figura 5.4 Sistemas de emissão de ordens considerando o tipo de processo e de intervenção do cliente

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 5.4 Sistema de classificação proposto

O sistema de classificação conjuga, para cada tipo de processo de fabricação, as especificidades físicas de cada empreendimento, com a possível estratégia adotada e os tipos de sistemas de emissão de ordens que lhes são inerentes. As combinações viáveis estão apresentadas nos Quadros 5.8, 5.9 e 5.10 que se seguem.









A partir das tabelas propostas, são associados aos tipos de sistemas de emissão de ordens e nível de repetitividade, sistemas específicos de cálculo de materiais, planejamento de capacidade e de controle da produção. Cada um desses, por sua vez, respeita as exigências determinadas em cada caso. Esses sistemas, associados às exigências são mostrados a seguir.

#### **5.4.1 Sistema de cálculo de materiais**

De acordo com a classificação dos sistemas de emissão de ordens, adotado, e a ótica proposta para análise das funções de planejamento de curto e médio prazo, o cálculo de materiais subordina-se à escolha do sistema de emissão de ordens.

Considerando a existência de duas possíveis estruturas básicas de constituição dos produtos (árvore divergente ou árvore convergente), são inicialmente possíveis duas formas de cálculo. Assim, para processos que operam com agregação em árvore convergente, os cálculos das necessidades de materiais individuais são feitos admitindo-se que cada um deles seja uma parcela do produto final. Inversamente, nos processos que operam com desagregação de matérias-primas, os cálculos de necessidades são feitos assumindo-se que cada produto é uma parcela da matéria-prima.

Em quaisquer desses dois sistemas deve-se considerar ainda dois possíveis subtipos:

- subtipo 1 – cálculos com resultados determinísticos;
- subtipo 2 – cálculos com resultados estatísticos.

São definidos como determinísticos os processos em que o cálculo da matéria-prima necessária depende apenas das quantidades estabelecidas em projeto e da quantidade final de produtos desejada.

São definidos como estatísticos os processos sujeitos à incerteza dos resultados das operações, devido a sua própria natureza pouco dominada (ex.: fermentação, cristalização) ou devido à variabilidade das propriedades das próprias matérias-primas e que, portanto, traduzem apenas uma esperança matemática de obtenção dos produtos desejados. Nesses casos, os cálculos são feitos com base em receitas cujas quantidades, em cada nó de ramificação da estrutura do produto, devem ser o resultado de um valor

teórico previsto e atualizado por um fator de correção, obtido dos dados históricos disponíveis para aquele nó, sob as mesmas condições.

Assim, para efeito de constituição do sistema de informação têm-se as possíveis alternativas, apresentadas na Figura 5.5.

Os processos de desagregação implicam uma demanda de matéria-prima dependente e, por isso, sugerem a aplicação de um sistema de cálculo de materiais do tipo MRP, com uma estrutura de árvore invertida ou como será aqui denominado, Planejamento Reverso de Materiais (PRM). Ele pode operar sob previsão de demanda ou sob pedido. O sistema deve ser provido de um modelo de decisão que faça o balanceamento dos co-produtos e, no caso de matérias-primas perecíveis, contemple a vida máxima das matérias-primas e produtos em estoque, bem como o custo de armazenamento.

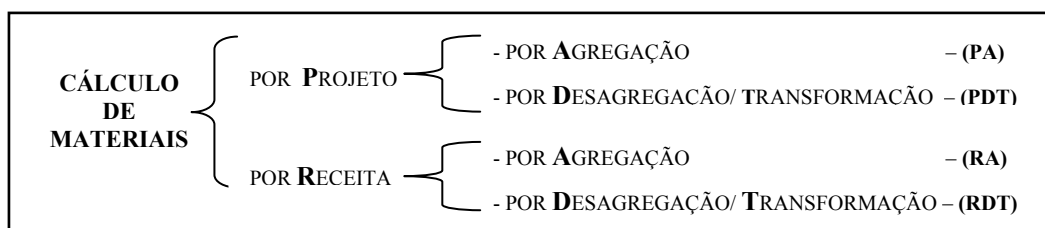


Figura 5.5 Sistemas de planejamento de materiais

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os processos de transformação podem operar sob sistemas de cálculo de materiais baseados em controle estatístico de estoque (*Statistic Inventory Control - SIC*), quando a demanda é instável, ou sob pedido, quando a demanda é estável (*Periodic Batch Control - PBC, Just in time - JIT*).

Os processos de montagem podem operar sob sistemas de cálculo de materiais baseados no sistema MRP, sob previsão de demanda ou sob pedido.

Os três processos admitem as opções de operação sob projeto ou sob receita.

Os sistemas de cálculo de materiais que atendem pedidos podem, em princípio, atender também encomendas. Entretanto, ficam excluídas as possibilidades em que outras restrições (apresentadas nos quadros de combinação) tornam inviável o processo de produção.

#### 5.4.2 Sistema de planejamento da capacidade

Podem-se diferenciar dois tipos básicos de avaliação de capacidade, estreitamente vinculadas ao tipo de fluxo de materiais:

- avaliação de capacidade dimensionada pela operação gargalo;
- avaliação de capacidade dimensionada pelo mix de produção.

Os processos cujos fluxos de materiais são do tipo *flow shop* dedicado ou *flow shop* bloqueado, têm sua capacidade dimensionada no planejamento de longo prazo visando atender uma demanda bem determinada. Aumentos de demanda usualmente significam constituição de novas linhas e mesmo plantas. A definição da capacidade de curto prazo é dada pela operação gargalo do sistema. As únicas alternativas de flexibilidade de capacidade estão associadas ao uso de horas extras ou turnos adicionais, quando estes ainda são disponíveis, ou a transferência de cargas para outras plantas ou terceiros, se houverem e isso for possível. Nos empreendimentos cujos processos sejam dos tipos *flow shop* dedicado ou *flow shop* bloqueado, a preocupação central passa a ser então a manutenção do suprimento de matéria-prima, sobretudo nos que operam sob receita e utilizam matérias-primas perecíveis e/ou sazonais.

Os processos cujos fluxos de materiais são dos tipos *project shop* e *job shop* têm sua capacidade dimensionada pelo mix de produção em cada período previsto. Dada a diversidade de composições possíveis, os empreendimentos cujos processos sejam dos tipos *project shop* e *job shop* apresentam como preocupação central a disponibilidade de capacidade.

Nos dois casos a preocupação central denota o fator com maior grau de incerteza e cuja resolução deve ser priorizada. Há nesse caso duas possibilidades. Na primeira, avalia-se inicialmente a capacidade necessária para atender a demanda prevista e depois se procede ao cálculo dos materiais necessários. Na segunda, primeiro procede-se ao cálculo dos materiais necessários, avaliando-se sua disponibilidade, para depois se proceder à verificação de capacidade necessária para a produção. O planejamento hierárquico, anteriormente descrito, atenua o impacto do resultado da avaliação de capacidade porque permite a antecipação de providências adequadoras em médio e longo prazo. Em curto prazo, a análise deixa de ser seqüencial, no que diz respeito a

materiais e capacidade, para tornar-se simultânea. Essa característica do planejamento hierárquico é particularmente importante nos sistemas em que se privilegia a avaliação de capacidade.

Assim, para efeito de classificação e constituição do sistema de informação, têm-se as possíveis alternativas apresentadas na Figura 5.6.

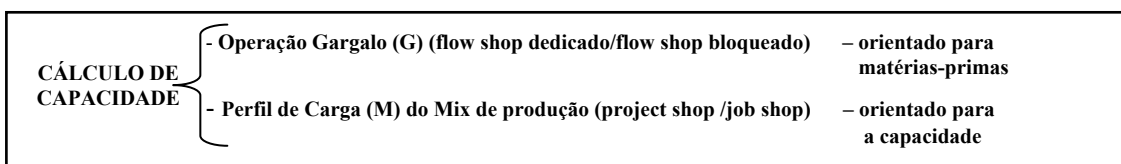


Figura 5.6 Cálculo da capacidade

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 5.4.3 Sistema de Controle da Produção

Independentemente do detalhamento sobre como se executa cada procedimento de controle da produção, pode-se admitir que existam apenas dois possíveis sentidos com que as informações de controle podem fluir no sistema de produção e, como decorrência, dois tipos de sistemas de controle. As informações podem fluir no mesmo sentido dos materiais em processo, quando o sistema é denominado empurrado, ou fluir em sentido inverso, quando o sistema é denominado puxado. A escolha de um ou outro sentido não é aleatória e depende de como se comportam, por sua vez, fatores de influência exógenos, como os sistemas de suprimentos de materiais e o mercado consumidor, bem como fatores de influência endógenos como o tipo de processo.

Supõe-se que a opção estratégica deve determinar o sentido do fluxo de informações no sistema de planejamento e controle da produção, pois é ela quem conjuga os fatores exógenos aos endógenos. Assim, por exemplo, toda vez que o sistema de emissão de ordens for do tipo por pedido (isto é, demanda confirmada) para produtos padronizados em processo de segunda transformação, com volumes e freqüências de demanda respectivamente significativos e estáveis, o sistema de controle da produção tenderá a ser puxado. Isso ocorre porque, nesse tipo de empresa, a estratégia que se coaduna com o tipo de sistema de emissão de ordens por pedido, visa diferenciar o empreendimento pelo pronto atendimento com menor custo, proporcionado pela ausência de estoque. Da mesma forma, todas as vezes que o sistema

de emissão de ordens de produção envolver alguma modificação não padronizada ou um produto inédito implicará em um sistema de informações do tipo empurrado porque não é viável estabelecer procedimentos rotineiros, sob condições inéditas, como as necessárias aos sistemas que puxam.

Observe-se, entretanto, que a estratégia da empresa como um todo não precisa ser necessariamente igual para todos os processos que ela abarca, pois cada um deles deve ser entendido como uma empresa distinta. A estratégia da empresa como um todo deve prevalecer para a etapa de processo, relacionada com o mercado externo. Etapas anteriores podem subordinar-se a esta ou, quando operam diretamente com o mercado em escala maior que a interna, ter estratégia própria.

Essa prevalência da condição estratégica determinando um sentido para o fluxo de informações poderá, também, ser subvertida se a matéria-prima for perecível, (Soman et al., 2003). Essa condição pode inviabilizar a estocagem de matéria-prima na recepção e a de produtos acabados na expedição. Então, o fluxo será empurrado a montante e os produtos puxados à jusante. Dessa forma, a condição estratégica induzirá que o fluxo seja puxado, embora a condição física possa indicar um sistema empurrado. Essas condições conflitantes determinam os sistemas híbridos do tipo MTS/MTO com um estoque de desacoplamento em ponto adequado do processo de produção. Em geral, esse ponto é tão perto quanto possível do embalamento final, permitindo a diferenciação de produtos chamada retardada. Um exemplo típico dessa situação é a fabricação de iogurtes em que a inclusão final de frutas e sabores é feita sob pedido, em fluxo puxado, enquanto a etapa inicial de produção do líquido é feita em fluxo empurrado, para um estoque intermediário. Embora aparente tratar-se de um único processo de transformação, pode-se entendê-lo como dois, sendo o segundo uma montagem. Alguns dos parâmetros que caracterizam esse tipo de hibridismo são:

- Planta: *flow shop* bloqueado.

- Produtos:

- ↳ estrutura convergente;

- ↳ perecíveis.

- Processos:

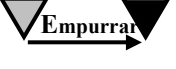

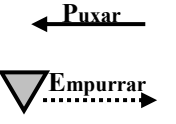







- ↳ múltiplas receitas para um produto;

- ↳ taxa de produção determinada principalmente pela capacidade.



Pode-se então proceder à combinação apresentada no Quadro 5.11, com base na classificação revisada dos sistemas de emissão de ordens de produção e em um dos dois possíveis sistemas de controle da produção, Empurrar (E) e Puxar (P).

**Quadro 5.11 Sentido preferencial do Fluxo de Informações**

SISTEMAS DE EMISSÃO DE ORDENS DE PRODUÇÃO	SÍNTESE DO PROCESSO	SISTEMA DE PRODUÇÃO	SISTEMAS DE EMISSÃO DE ORDENS DE PRODUÇÃO	SÍNTESE DO PROCESSO	SISTEMA DE PRODUÇÃO
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">MTS</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">ATS</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">DTS</div> </div>	 Empurrar	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">C, M, (LPA)</div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">MMTO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">MATO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">MDTO</div> </div>	 Puxar	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">LSPE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">LSPE</div>
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">MTO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">ATO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">DTO</div> </div>	 Puxar Empurrar	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto; margin-bottom: 5px;">M, LPA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">LSPE</div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">DMTO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">DATO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">DDTO</div> </div>	 Empurrar	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">LPE</div>
 Sistema de fluxo de informações empurrado.			 Sistema de fluxo de informações empurrado quando a repetitividade e a demanda são instáveis.		
 Sistema de fluxo de informações			 Sistema de fluxo de informações puxado quando a repetitividade e a demanda são estáveis.		
 Estoque de matéria-prima na recepção.			 Estoque de produto acabado na expedição.		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os possíveis sistemas de controle da produção associados à produção dos tipos contínua, em massa ou lotes padronizados, operando em processos de fragmentação ou transformação, e que fabricam em linha para estoque são do tipo controle de taxa de produção, em que se comparam os resultados obtidos diariamente com as quantidades, volumes ou pesos previstos. Conforme anteriormente visto, podem nesse caso coexistir sistemas híbridos do tipo DTS/DTO ou MTS/MTO em fluxo do tipo *flow shop* bloqueado em que lotes particulares estarão associados com pedidos específicos. Nos casos de alta repetitividade pode-se utilizar o controle PBC. No caso da montagem para estoque, em que haja variabilidade de demanda, em quantidade ou repetitividade, o controle pode ser exercido pelo *Shop Floor Control* do MRP II.

Nos casos de transformação com lotes em baixas quantidades ou repetitividade do tipo LSPE sob a condição de sistema empurrado (demanda instável), pode-se utilizar o sistema OPT.

### **5.5 Síntese do sistema de classificação proposto**

Nos termos em que foi proposto, o sistema de classificação impõe inicialmente a fragmentação do empreendimento em seus vários processos e, para cada um deles, o estabelecimento da estratégia que lhe é mais apropriada face aos fatores endógenos e exógenos. Em cada caso, pode-se então identificar uma combinação compatível de funções de planejamento e controle da produção, apontando as particulares exigências a serem atendidas por um sistema de informações.

Observa-se, entretanto, que alguns aspectos exógenos e endógenos não estão suficientemente atendidos pelas estruturas de planejamento convencional ou hierárquico, no tocante às indústrias agroalimentares, tais como perecibilidade e geração de co-produtos. Em um abatedouro, por exemplo, a composição de carga da fábrica é executada empiricamente, imediatamente antes da programação de fábrica. Não há um sistema de decisão que considere previamente os custos de estocagem ou que atue no sistema de vendas, disponibilizando co-produtos não negociados. A ilustração deste caso está apresentada no Anexo IV, mostrando a composição de carga e disponibilidade de co-produtos, desenvolvida em um grande abatedouro na França.

Isso sugere a necessidade de haver uma arquitetura de planejamento que contemple as demais peculiaridades da agroindústria alimentar de primeira transformação com ferramentas próprias de decisão para esses casos.

O sistema de classificação proposto, considerando conjuntamente as questões de controle da produção e cálculo da capacidade, é apresentado nos Quadros 5.12, 5.13 e 5.14, segundo cada processo a que se refere.

Quadro 5.12 Classificação das Indústrias de primeira transformação (2º processo):  
Preparação de matérias-primas.

		DESAGREGAÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS, ANIMAIS E VEGETAIS. (Refino, Seleção, Fracionamento, Moagem, Fusão, Abate)																		Estrutura do produto		
		DIMENSÕES COMPETITIVAS																				
		Sistema de Cálculo de Materiais, MRP																				
		Preço						Qualidade						Flexibilidade								
MATÉRIA-PRIMA		To Order			To Stock			To Stock			To Order			To Order			To Stock					
		Alta Margem			Baixa margem			Alta Qualidade			Qual. Diferenc.			De produto			De volume					
		P	J	F	P	J	F	P	J	F	P	J	F	P	J	F	P	J	F			
		S	S	B	S	S	D	S	S	B	S	S	D	S	S	B	S	S	D			
EXIGÊNCIAS FÍSICAS	PERE CÍVEL	CONTÍNUA (RECEITA)		DIVERGENTE																		
		DISCRETA (RECEITA)																				
	NÃO PERE CÍVEL	CONTÍNUA (RECEITA)																				
		DISCRETA (PROJETO)																				
FLUXO DE MATERIAIS		P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	F	F	
		S	S	B	S	S	D	S	S	B	S	S	D	S	S	B	S	S	D	S	S	D

Relação inadequada sob as condições tecnológicas disponíveis											
(1) MTS	(2) ATS	(3) DTS	-(C,MLPA)			(4) MTO	(5) ATO	(6) DTO	-(MLPA,LSPE)		
(7) MMT0	(8) MAT0	(9) MDTO	-(LSPE)			(10) DMT0	(11) DAT0	(12) DDT0	-(LPE)		
Cálculo de Capacidade G = feito pela operação Gargalo M = feito pelo Mix de produtos				Sistema de Controle da produção E = Empurrado P = Puxado				PS - PROJECT SHOP JS - JOB SHOP FSD - FLOW SHOP DEDICADO FSB - FLOW SHOP BLOQUEADO			
C - CONTÍNUO M - MASSA LPA - LOTE PADRONIZADO LSPE - LOTE SEMI PERSONALIZADO LPE - LOTE PERSONALIZADO											
Obs.: Matérias-primas semi-sólidas, que possam ser identificadas como peças ou itens, serão consideradas como matérias-primas discretas para efeito de classificação dos sistemas de produção. Entretanto, na seleção do sistema de cálculo adequado, serão tratadas por receita face às incertezas de											

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 5.13 Classificação das Indústrias de 2ª. Transformação (3º processo): Obtenção de produtos intermediários fabricados

MATERIA-PRIMA		OPERAÇÕES DE REFINAMENTO DE QUALIDADE E DEFINIÇÃO DE FUNÇÕES																								Estrutura do produto		
		Usinagem, extrusão, separação, mistura, conformação, cristalização, acabamento, inclusão, acentuação, exclusão e/ou redução de propriedades físico-químicas.																										
		DIMENSÕES COMPETITIVAS																										
		Sistema de Cálculo de Materiais, MRP																										
		Preço								Qualidade								Flexibilidade										
		To Order				To Stock				To Stock				To Order				To Order				To Stock						
Alta Margem				Baixa margem				Alta Qualidade				Qual. Diferenc.				De produto				De volume								
P	J	FS	F	P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	JS	F	F	P	J	F	F				
S	S	B	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
			D				B	D				B	D				B	D				B	D					
EXIGÊNCIAS FÍSICAS		PERE CÍVEL		CONTÍNUA (RECEITA)																								LINEAR
				DISCRETA (RECEITA)																								
		NÃO PERE CÍVEL		CONTÍNUA (RECEITA)																								
				DISCRETA (PROJETO)																								
FLUXO DE MATERIAIS		P	J	FS	F	P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	JS	F	F	P	J	F	F		
		S	S	B	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
				D			B	D				B	D				B	D				B	D					
Relação inadequada sob as condições tecnológicas disponíveis																												
(1) MTS (2) ATS (3) DTS - (C,M,LPA)														(4) MTO (5) ATO (6) DTO - (M,LPA,LSPE)														
(7) MMTO (8) MATO (9) MDTO - (LSPE)														(10) DMTO (11) DATO (12) DDTO - (LPE)														
Cálculo de Capacidade G = feito pela operação Gargalo M = feito pelo Mix de produtos								Sistema de Controle da produção E = Empurrado P = Puxado								PS - PROJECT SHOP JS - JOB SHOP FSD - FLOW SHOP DEDICADO FSB - FLOW SHOP BLOQUEADO												
C - CONTÍNUO M - MASSA LPA - LOTE PADRONIZADO LSPE - LOTE SEMI PERSONALIZADO LPE - LOTE PERSONALIZADO																												
Obs.: Matérias-primas semi-sólidas, que possam ser identificadas como peças ou itens, serão consideradas como matérias-primas discretas para efeito de classificação dos sistemas de produção. Entretanto, na seleção do sistema de cálculo adequado, serão tratadas por receita face às incertezas de																												

Fonte: Elaborado pelo autor.





Quadro 5.16 Classificação das indústrias de primeira transformação (2º processo):  
Preparação de matérias-primas não perecíveis

MATERIA-PRIMA		DESAGREGAÇÃO DE MATERIAS-PRIMAS MINERAIS (Refino, Seleção, Eracionamento, Moagem, Fusão, Abate)																				
		DIMENSÕES COMPETITIVAS																				
		Sistema de Cálculo de Necessidade de Materiais = PRM																				
		Preço				Quantidade				Flexibilidade												
To Order		To Stock		To stock		To Order		To Order		To stock		To stock		To stock								
Alta margem		Baixa margem		Alta qualidade		Qualidade diferenciada		De produto		De volume		De produto		De volume								
EXIGÊNCIAS FÍSICAS	NÃO PERECÍVEL	Contínua (Receita)	Repetitividade					C												L P A		
								3 E													3 E	
			Sistema de Cálculo de Materiais								F R M											F R M
			Sistema de Cálculo de Capacidade								G											G
			Sistema de emissão de ordens								F R M											F R M
		Sistema de Controle da Produção								S F C												S F C
		Discreta (Projeto)	Repetitividade	L P E						M												L P A
				D E E						3 E												3 E
			Sistema de Cálculo de Materiais	F R M							F R M											F R M
			Sistema de Cálculo de Capacidade	M							G											G
Sistema de emissão de ordens	F R M								F R M											F R M		
Sistema de Controle da Produção	S F C							S F C											S F C			
FLUXO DE MATERIAIS		F S	J S	F S	F S	F S	F S	F S	F S	F S	F S	F S	F S	F S	F S	F S	F S	F S	F S	F S		

**Relação inadequada sob as condições tecnológicas disponíveis**

(1) MTS (2) ATS (3) DTS - (C,M,LPA) (4) MTO (5) ATO (6) DTO - (M,LPA,LSPE)  
 (7) MMTO (8) MATO (9) MDTO - (LSPE) (10) DMTO (11) DATO (12) DDTO - (LPE)

<b>Cálculo de Capacidade</b> G = feito pela operação Gargalo M = feito pelo Mix de produtos	<b>Sistema de Controle da produção</b> E = Empurrado P = Puxado	PS - PROJECT SHOP JS - JOB SHOP FSD - FLOW SHOP DEDICADO FSB - FLOW SHOP BLOQUEADO
---	---	---

C - CONTINUO  
M - MASSA  
LPA - LOTE PADRONIZADO  
LSPE - LOTE SEMI PERSONALIZADO  
LPE - LOTE PERSONALIZADO

Obs.: Matérias-primas semi-sólidas, que possam ser identificadas como peças ou itens, serão consideradas como matérias-primas discretas para efeito de classificação dos sistemas de produção. Entretanto, na seleção do sistema de cálculo adequado, serão tratadas por receita face às incertezas de

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 5.17 Classificação das indústrias de 2ª transformação (3º processo): Obtenção de produtos perecíveis intermediários fabricados

MATÉRIA-PRIMA		DIMENSÕES COMPETITIVAS																				Estrutura do produto				
		Sistema de Cálculo de Materiais = OPOQ, JIT, DRP, MRP																								
		Preço					Qualidade					Flexibilidade														
		To Order		To Stock			To Stock			To Order		To Order					To Stock									
Alta margem		Baixa margem			Alta qualidade			Qualidade diferenciada		De produto					De volume					F						
P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	F	F	P	J	F	F		P	J	F	F		
S	S	S	D	S	S	S	D	S	S	D	B	S	S	D	B	S	S	D	B	S	S	D	B			
EXIGÊNCIAS FÍSICAS	Perishável	Contínua (Perecível)	Repetitividade																							
			Sistema de Cálculo de Materiais																							
			Sistema de Cálculo de Capacidade																							
			Sistema de emissão de ordens																							
			Sistema de Controle da Produção																							
	Perishável	Discreta (Perecível)	Repetitividade																							
			Sistema de Cálculo de Materiais																							
			Sistema de Cálculo de Capacidade																							
			Sistema de emissão de ordens																							
			Sistema de Controle da Produção																							

Relação inadequada sob as condições tecnológicas disponíveis														
(1) MTS	(2) ATS	(3) DTS	(4) MTO	(5) ATO	(6) DTO	(7) MMTO	(8) MATO	(9) MDTO	(10) DMTO	(11) DATO	(12) DDTO			
-(C,M,LPA)			-(M,LPA,LSPE)			-(LSPE)			-(LPE)					
<b>Cálculo de Capacidade</b> G = feito pela operação Gargalo M = feito pelo Mix de produtos			<b>Sistema de Controle da produção</b> E = Empurrado P = Puxado			PS - PROJECT SHOP JS - JOB SHOP FSD - FLOW SHOP DEDICADO FSB - FLOW SHOP BLOQUEADO								
C - CONTINUO			M - MASSA			LPA - LOTE PADRONIZADO			LSPE - LOTE SEMI PERSONALIZADO			LPE - LOTE PERSONALIZADO		
Obs.: Matérias-primas semi-sólidas, que possam ser identificadas como peças ou itens, serão consideradas como matérias-primas discretas para efeito de classificação dos sistemas de produção. Entretanto, na seleção do sistema de cálculo adequado, serão tratadas por receita face às incertezas de														

Fonte: Elaborado pelo autor.



Quadro 5.18 Classificação das Indústrias de 2ª. Transformação (3º processo): Obtenção de produtos não perecíveis, intermediários, fabricados

MATÉRIA-PRIMA		OPERAÇÕES DE REFINAMENTO DE QUALIDADE E DEFINIÇÃO DE FUNÇÕES Usinagem, extrusão, separação, mistura, conformação, cristalização, acabamento, inclusão, acentuação, exclusão e/ou redução de propriedades físico-químicas.																		
		DIMENSÕES COMPETITIVAS																		
		Sistema de Cálculo de Materiais = OFOQ, JIT, DRE, MRP																		
		Preço						Qualidade						Flexibilidade						
To Order			To Stock			To Stock			To Order			To Stock			To Stock					
Alta margem			Baixa margem			Alta qualidade			Alta margem			Baixa margem			Alta qualidade					
EXIGÊNCIAS FÍSICAS Não perecível	Contínua (Barrata)	Repetitividade	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
		Sistema de Cálculo de Materiais	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
		Sistema de Cálculo de Capacidade	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
		Sistema de emissão de ordens	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
		Sistema de Controle da Produção	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	Discreta (Brigade)	Repetitividade	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		Sistema de Cálculo de Materiais	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
		Sistema de Cálculo de Capacidade	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
		Sistema de emissão de ordens	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
		Sistema de Controle da Produção	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
FLUXO DE MATERIAIS		P	J	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
		D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	

**Relação inadequada sob as condições tecnológicas disponíveis**

(1) MTS (2) ATS (3) DTS - (C,M,LPA)	(4) MTO (5) ATO (6) DTO - (M,LPA,LSPE)
(7) MMTO (8) MATO (9) MDTO - (LSPE)	(10) DMT0 (11) DAT0 (12) DDTO - (LPE)

<b>Cálculo de Capacidade</b> G = feito pela operação Gargalo M = feito pelo Mix de produtos	<b>Sistema de Controle da produção</b> E = Empurrado P = Puxado	PS - PROJECT SHOP JS - JOB SHOP FSD - FLOW SHOP DEDICADO FSB - FLOW SHOP BLOQUEADO
--	---	---

C - CONTINUO M - MASSA LPA - LOTE PADRONIZADO LSPE - LOTE SEMI PERSONALIZADO LPE - LOTE PERSONALIZADO
---

Obs.: Matérias-primas semi-sólidas, que possam ser identificadas como peças ou itens, serão consideradas como matérias-primas discretas para efeito de classificação dos sistemas de produção. Entretanto, na seleção do sistema de cálculo adequado, serão tratadas por receita face às incertezas de

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 5.19 Classificação das Indústrias de 2ª. Transformação (4º processo): Obtenção de produtos perecíveis, intermediários e finais montados

MATÉRIA-PRIMA		MONTAGENS E COMPOSIÇÕES																				Estrutura do produto						
		DIMENSÕES COMPETITIVAS																										
		Sistema de Cálculo de Materiais, MRP																										
		Preço					Qualidade					Flexibilidade																
To Order		To Stock			To Stock			To Order		To Order			To Order			To Stock												
Alta margem		Baixa margem			Alta qualidade			Qualidade diferenciada		De produto			De volume															
ES	J	F	F	F	J	F	F	J	F	F	J	F	F	J	F	F	J	F	F	J	F	F	J	F	F			
S	S	S	D	B	S	S	D	B	S	S	D	B	S	S	D	B	S	S	D	B	S	S	D	B	S	S	D	B
FLUXO DE MATERIAS ?																												
Repetitividade																												
Sistema de Cálculo de Materiais																												
Sistema de Cálculo de Capacidade																												
Sistema de emissão de ordens																												
Sistema de Controle da Produção																												
Repetitividade																												
Sistema de Cálculo de Materiais																												
Sistema de Cálculo de Capacidade																												
Sistema de emissão de ordens																												
Sistema de Controle da Produção																												

Relação inadequada sob as condições tecnológicas disponíveis										
(1) MTS	(2) ATS	(3) DTS	-(C,M,LPA)			(4) MTO	(5) ATO	(6) DTO	-(M,LPA,LSPE)	
(7) MMTO	(8) MATO	(9) MDTO	-(LSPE)			(10) DMTO	(11) DATO	(12) DDTO	-(LPE)	
<b>Cálculo de Capacidade</b> G = feito pela operação Gargalo M = feito pelo Mix de produtos			<b>Sistema de Controle da produção</b> E = Empurrado P = Puxado				PS - PROJECT SHOP JS - JOB SHOP FSD - FLOW SHOP DEDICADO FSB - FLOW SHOP BLOQUEADO			
C - CONTINUO M - MASSA LPA - LOTE PADRONIZADO LSPE - LOTE SEMI PERSONALIZADO LPE - LOTE PERSONALIZADO										
Obs.: Matérias-primas semi-sólidas, que possam ser identificadas como peças ou itens, serão consideradas como matérias-primas discretas para efeito de classificação dos sistemas de produção. Entretanto, na seleção do sistema de cálculo adequado, serão tratadas por receita face às incertezas de										

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 5.20 Classificação das Indústrias de 2ª. Transformação (4º processo): Obtenção de produtos não perecíveis, intermediários e finais, montados

MONTAGENS E COMPOSIÇÕES															
Operações de agregação de funções															
DIMENSÕES COMPETITIVAS															
Sistema de Cálculo de Materiais, MRP															
Preço					Qualidade					Flexibilidade					
To Order			To Stock		To Stock			To Order		To Order		To Stock			
Alta margem			Baixa margem		Alta qualidade			Qualidade diferencial		De produto		De volume			
EXIGÊNCIAS FÍSICAS	Continua (Peças)	Repetitividade													
		Sistema de Cálculo de Materiais													
		Sistema de Cálculo de Capacidade													
		Sistema de emissão de ordens													
		Sistema de Controle da Produção													
	Discreta (projeto)	Repetitividade	L	L	L	M	M	M	M	L	L	L	L	L	L
		Sistema de Cálculo de Materiais	M	M	O	M	M	M	M	J	M	J	M	M	M
		Sistema de Cálculo de Capacidade	M	M	M	G	G	G	G	M	G	M	G	M	G
		Sistema de emissão de ordens	F	M	O	M	M	M	M	K	M	K	M	M	M
		Sistema de Controle da Produção	F	S	O	S	S	S	S	K	S	K	S	S	S
FLUXO DE MATERIAIS ?		F	J	F	F	F	J	F	F	F	F	F	J	F	

**Relação inadequada sob as condições tecnológicas disponíveis**

(1) MTS (2) ATS (3) DTS - (C,MLPA) (4) MTO (5) ATO (6) DTO - (MLPA,LSPE)  
 (7) MMTO (8) MATO (9) MDTO - (LSPE) (10) DMTO (11) DATO (12) DDTO - (LPE)

<b>Cálculo de Capacidade</b> G = feito pela operação Gargalo M = feito pelo Mix de produtos	<b>Sistema de Controle da produção</b> E = Empurrado P = Puxado	PS - PROJECT SHOP JS - JOB SHOP FSD - FLOW SHOP DEDICADO FSB - FLOW SHOP BLOQUEADO
---	---	---

C - CONTINUO  
 M - MASSA  
 LPA - LOTE PADRONIZADO  
 LSPE - LOTE SEMI PERSONALIZADO  
 LPE - LOTE PERSONALIZADO

Obs.: Matérias-primas semi-sólidas, que possam ser identificadas como peças ou itens, serão consideradas como matérias-primas discretas para efeito de classificação dos sistemas de produção. Entretanto, na seleção do sistema de cálculo adequado, serão tratadas por receita face às incertezas de

Fonte: Elaborado pelo autor.

O sistema de classificação assim proposto contempla também os sistemas produtivos dedicados aos processos de primeira transformação, isto é, processos de desagregação e, particularmente, os empreendimentos agroalimentares, identificando-os com matérias-primas perecíveis, contínuas ou discretas.

Entretanto, no caso dos sistemas agroindustriais, constatou-se a inexistência na literatura, de proposições que tratassem das questões de planejamento e controle da produção considerando suas peculiaridades. Assim, O próximo capítulo visa formular uma arquitetura para essas atividades.

## Capítulo 6. Proposição de uma arquitetura de sistema de informação para empreendimentos agroalimentares de primeira transformação

### 6.1 Exigências e arquitetura do sistema

Uma parcela significativa dos empreendimentos agroalimentares dedica-se especificamente aos processos de primeira transformação. São os abatedouros, usinas de açúcar, empresas de sucos e óleos vegetais, empresas de seleção de grãos entre outras. Esses empreendimentos se caracterizam pelos produtos com estrutura divergente, matérias-primas com longo *lead time* de obtenção, layout em *flow shop* dedicado ou bloqueado e matérias-primas e produtos sujeitos às restrições de perecibilidade e incerteza em suas propriedades.

Alia-se às dificuldades naturais, decorrentes das características inerentes aos processos nesses empreendimentos, a adoção de estratégia que, respondendo às exigências do mercado, impõe progressivamente a diversidade de produtos e a admissão de solicitações de clientes com suas respectivas inovações. Essa estratégia superpõe aos sistemas do tipo MTS típicos, exigências de sistemas do tipo MTO e, sobretudo, a geração de co-produtos, por vezes sem demanda certa, tornando esse quadro ainda mais complexo.

Admite-se como pressuposto básico que os empreendimentos agroalimentares de primeira transformação são típica e necessariamente elos de uma cadeia, cuja operação só pode ser bem sucedida no contexto da verticalização ou parcerias de suprimento a montante e fornecimento de produtos a jusante. Isso sugere que as compras de matérias-primas no mercado *spot* e a venda de produtos inovadores sem aproveitamento de co-produtos devem ser evitadas ou exaustivamente analisadas a luz dos possíveis custos e benefícios.

Assim, qualquer arquitetura para um sistema de planejamento, voltado para as necessidades da indústria agroalimentar de primeira transformação, deve considerar esses elementos e possibilitar que se ofereçam respostas as seguintes condições:

- limitação no atendimento da demanda como função da incerteza e limitação na disponibilidade de matéria-prima;
- perecibilidade da matéria-prima e produtos;

- geração de co-produtos;
- ampliação da diversidade de produtos desejados, como função da diversidade cultural dos mercados consumidores;
- incerteza nas propriedades das matérias-primas;
- sazonalidade de oferta da matéria-prima.

Dessa forma, a arquitetura do sistema de informações exige adequações das funções de Planejamento e Controle da Produção, que são apresentadas na Figura 6.1 e detalhadas nas demais seções deste capítulo.

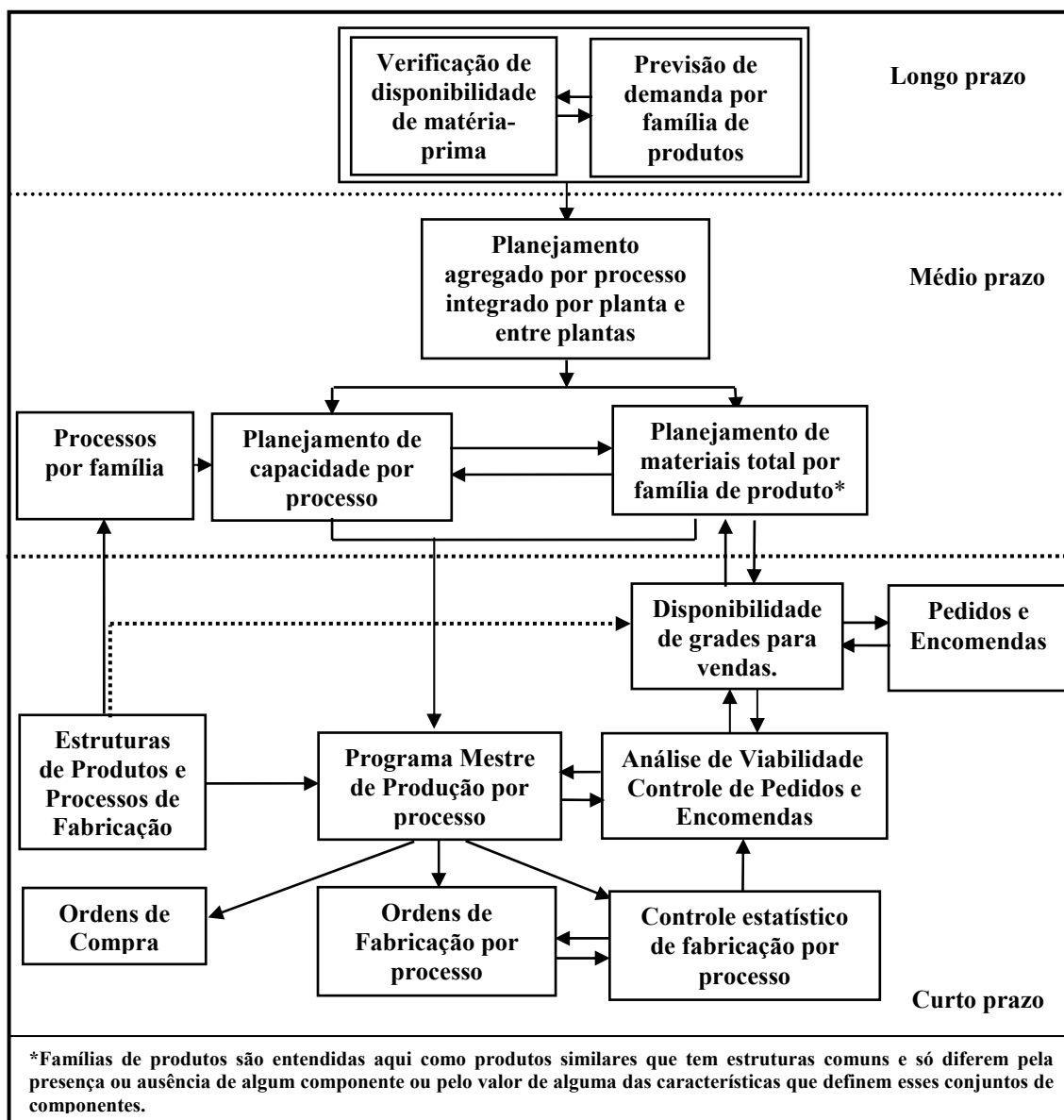


Figura 6.1 Arquitetura do sistema de informações em empreendimentos agroindustriais de primeira transformação

Fonte: Elaborada pelo autor.

## **6.2 Previsão de demanda e verificação de disponibilidade de matéria-prima no longo prazo**

Nos empreendimentos agroindustriais de primeira transformação, além dos aspectos normalmente considerados nos demais empreendimentos tais como planejamento de capacidade de longo prazo e capacidade energética, é necessário, em boa parte dos casos, dedicar particular atenção à oferta futura da matéria-prima tendo em vista seu longo ciclo de desenvolvimento. As previsões de demanda e a verificação de disponibilidade de matérias-primas devem ser feitas simultaneamente, com uma visão de longo prazo, segundo horizontes móveis de revisão compatíveis com o ciclo de geração dessas matérias-primas. Na verificação de disponibilidade avalia-se a limitação da geração da matéria-prima em termos de quantidade prevista e/ou custo de obtenção. Esses parâmetros estão associados por sua vez às dificuldades e distâncias de colheita, no caso da agricultura, ou ao manejo e reprodução do plantel no caso de criação, bem como a incerteza de desenvolvimento, que está sujeita às variáveis não controladas (clima, maturação, fertilidade, engorda, etc...), em ambos os casos.

Em termos de matéria-prima cuja obtenção seja de ciclo longo, isso significa que o espectro de preocupações pode não se limitar ao futuro, mas também ao passado. Isto é, para os empreendimentos que dependem da extração, cultivo ou criação da matéria-prima, parâmetros associados ao futuro podem ser limitados por restrições do passado, já estabelecidas, que precisam ser evidenciadas. Sobretudo, nos empreendimentos que se dedicam às primeiras transformações das matérias-primas e em cadeias de alguma forma não coordenadas, conforme Figura 6.2. Essa característica é particularmente relevante para os produtos perecíveis. Um exemplo claro é a previsão de demanda de carne, cuja quantidade possível de se disponibilizar para o mercado daqui a dois anos já está delimitada pela quantidade de bezerros que está no pasto neste momento e que foi gerada a um ou dois anos atrás.

Também a dispersão das propriedades das matérias-primas vivas, como decorrência de efeitos aleatórios, pode tornar inviável o atendimento de algumas demandas previstas, nas quantidades necessárias. Trata-se, nesse caso, da impossibilidade circunstancial de se obter as especificações exigidas. Assim, a verificação de disponibilidade pode-se dar segundo duas possibilidades.

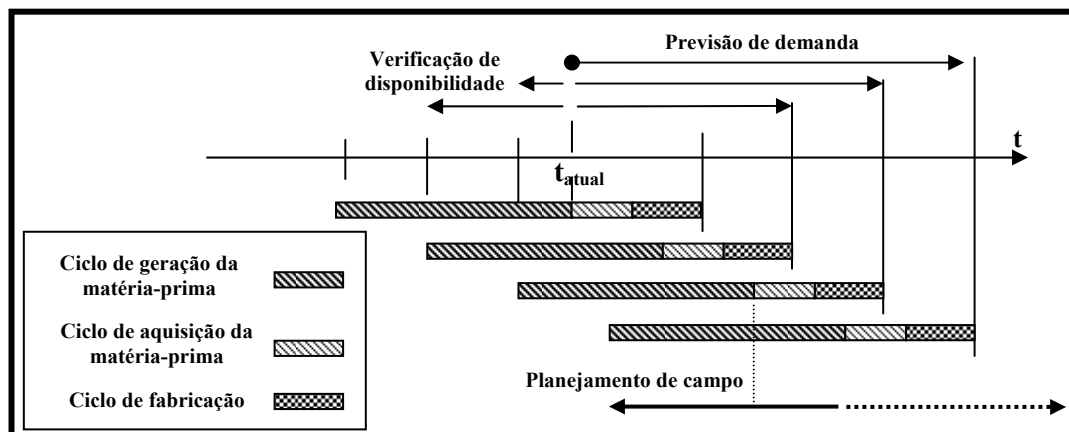


Figura 6.2 Relação entre a demanda futura e a restrição de matéria-prima

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na primeira, quando o horizonte de previsão é maior que o ciclo de geração da matéria-prima tem-se a verificação de disponibilidade futura. A demanda prevista torna-se planejamento do campo se o empreendimento é verticalizado, ou uma avaliação da possível disponibilidade futura de fornecedores independentes, quando o suprimento for adquirido no mercado (*spot*). Se o empreendimento opera de forma híbrida (parte da matéria-prima gerada internamente e parte obtida no mercado), ambas as atividades (planejamento de campo e avaliação de mercado fornecedor) deverão ser desenvolvidas como parte da função de verificação de disponibilidade.

Na segunda possibilidade, isto é, quando o horizonte de previsão de demanda é inferior ao ciclo de geração da matéria-prima, a verificação de sua disponibilidade restringe-se a confirmação de que seu desenvolvimento (animal ou vegetal, conforme o caso) esteja de acordo com o planejamento de campo anteriormente efetuado. Caso não esteja, deve-se verificar se ainda existem possíveis providências corretivas a serem adotadas para a manutenção ou adequação desse planejamento à previsão.

Essa confirmação é necessária porque, sob um horizonte de previsão de médio para longo prazo, a demanda pode sofrer acréscimos ou decréscimos significativos, enquanto a geração das matérias-primas tem limites superiores razoavelmente bem definidos e riscos de baixo desempenho permanentes, em face das condicionantes climáticas e incertezas de como se dará o desenvolvimento dos materiais vivos. O limite



superior é tanto mais rigoroso quanto maior o tempo de geração da matéria-prima, dado que o risco das incertezas aumenta.

Empreendimentos verticalizados ou parcerias contratadas simplificam, mas não eliminam essas incertezas que precisam ser constantemente monitoradas. Eventuais acréscimos de demanda ou redução de oferta sugerem a busca de fornecimento de matéria-prima complementar e decréscimos de demanda sugerem a necessidade de aplicações alternativas para a matéria-prima excedente, tendo em vista a manutenção dos compromissos de parceria (quando for o caso) e o equilíbrio financeiro do empreendimento, nos casos de verticalização. A figura 6.3 apresenta a relação entre a previsão de demanda e a verificação de disponibilidade de matéria-prima no longo e médio prazo, para empreendimentos agroindustriais de primeira transformação.

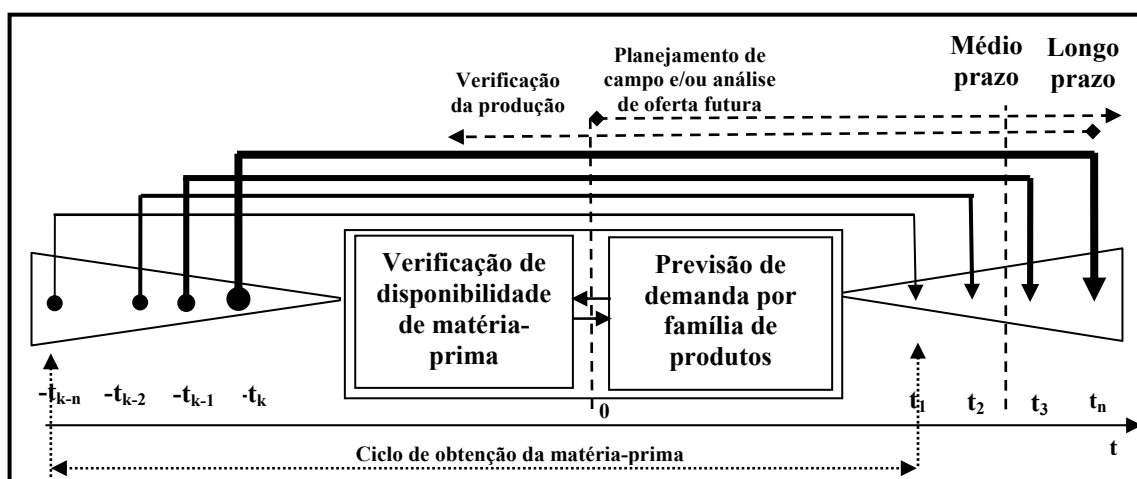


Figura 6.3 Relação entre ciclo na produção rural e horizonte de previsão

Fonte: Elaborada pelo autor.

Dadas as diferentes dimensões de tempo de geração das matérias-primas vivas em cada tipo de empreendimento, deve-se estabelecer o momento em que os riscos, associados à oferta de matéria-prima e a demanda dos produtos, sejam suficientemente minorados, ainda que não totalmente eliminados, para permitir a determinação da demanda a ser atendida, consideradas a necessidade e as disponibilidades reais. Esse momento delimitará o que será considerado como médio prazo para o empreendimento específico. Isso permite a elaboração da conseqüente previsão de demanda por famílias de produtos que subsidiará a elaboração do planejamento agregado por processo. Não se

considera, sob esse ponto de vista, a possibilidade de quaisquer tipos de cataclismos, assumindo-se a impossibilidade de sua previsão.

Assim, como resposta a primeira questão (formulada no início deste capítulo), relativa à limitação no atendimento da demanda como função da incerteza e limitação na disponibilidade de matéria-prima, a arquitetura do sistema prevê um cotejamento entre a demanda e a disponibilidade bem como ações de adequação de uma à outra, compatíveis com a estratégia e possibilidades do empreendimento.

Um outro aspecto a considerar é a perecibilidade das matérias-primas. Deve-se verificar se as quantidades de demanda previstas são compatíveis com os prazos de perecibilidade admissíveis para os tempos exigidos de obtenção das matérias-primas nas quantidades necessárias, tempos de processamento, de estocagem dos produtos, e de validade de uso. Variações climáticas no campo podem tornar incompatíveis prazos, ciclos de obtenção e quantidades necessárias. Em algumas situações esses limites de validade são impostos por legislação específica, como no caso de sementes selecionadas.

Observa-se assim que, os sistemas de produção, mais fortemente afetados pelo ciclo de obtenção da matéria-prima, variabilidade da oferta (sazonalidade ou efeitos climáticos aleatórios) e qualidade (dispersão de propriedades e perecibilidade), precisam estabelecer maior coordenação em sua cadeia produtiva. A coordenação deve ser tal que permita à empresa de processamento intervir na geração e oferta da matéria-prima ou assegurar meios de poder obtê-las na quantidade, qualidade e momento necessários, de modo a respeitar os parâmetros de perecibilidade e exigências do mercado. Essa intervenção pode se dar pela determinação ou recomendação, de áreas de plantio, variedades desejadas, tratamentos culturais necessários, momento e rendimento esperados, de acordo com as restrições de cada produtor e/ou local, no caso da agricultura, ou a determinação de raças, quantidades, momentos de descarte e cuidados necessários no caso de produção animal.

A avaliação do intervalo de tempo entre a obtenção da matéria-prima e o processamento, consideradas suas condições de evolução no campo, bem como uma maior coordenação entre produção rural e unidade de processamento, comandada por esta, responde à questão da perecibilidade da matéria-prima e produtos, bem como a sazonalidade da oferta de matéria-prima.

### 6.3 Planejamento agregado por processo e integrado por planta

O planejamento agregado por processo e integrado por planta, implica que cada etapa de processamento, identificada por suas peculiaridades tais como desagregação de matéria-prima, transformação e/ou agregação, deve ser entendida como uma entidade distinta cujo planejamento agregado exige uma unidade agregada específica para cada processo e uma unidade de conversão para os demais. Esse nível de planejamento visa compatibilizar a capacidade de produção e de armazenagem dos diferentes processos entre si e a previsão de demanda agregada por famílias de produtos específicas em cada um dos processos. Antecipa-se assim a proposição de alternativas para prover as adequações eventualmente necessárias.

Em princípio o processo com capacidade mais restritiva deve comandar as exigências de dimensionamento dos demais processos. É esse balanceamento que caracteriza a integração dos processos na planta e a integração inter plantas. O parâmetro decisório para determinar o balanceamento dependerá da estratégia adotada. Estratégias que envolvam a abertura de mercado ou a consolidação de marca com promoções de venda massivas, por exemplo, podem até mesmo justificar ganhos nulos para o empreendimento como um todo, decorrente do uso de alternativas de geração de capacidade, mais dispendiosas em processos específicos.

Entre as proposições de alternativas possíveis, quando a carga supera a capacidade, estão o remanejamento de cargas e/ou estoques entre plantas, o uso de horas e turnos de trabalho adicionais, o aluguel de áreas de estocagem, a sub contratação de serviços de terceiros, quando possíveis e disponíveis, a geração de estoques em antecipação quando viável e o uso de mão-de-obra temporária.

O plano agregado, assim gerado, deve prover capacidade segundo as diferentes necessidades de cada família de produtos em cada processo de produção. Dessa forma, é necessário também considerar quando cada matéria-prima, associada a cada família de produtos, estará disponível nas condições adequadas. Essa é uma peculiaridade dos sistemas agroindustriais, inexistente nos demais sistemas de produção, que operam definindo somente quando precisarão das matérias-primas, dado que, de uma maneira geral, assumem matéria-prima abundante ou no mínimo com propriedades constantes. É necessário destacar que, em alguns casos, matérias-primas com propriedades

insuficientes podem exigir um volume de processamento maior para compensar os resultados inferiores e, como decorrência, a necessidade de maior capacidade. O processamento da matéria-prima posterior ao período recomendado, na maior parte dos casos, acarreta perda de propriedades e / ou custos adicionais de processamento.

Para cada família de produtos, deve-se então considerar o período da demanda, o período adequado da oferta de matéria-prima, a disponibilidade de capacidade de processamento e os intervalos de perecibilidade, pré e pós-processamento, bem como eventuais restrições legais, contratuais ou devidas a diferenciais competitivos estabelecidos em normas internas. Em alguns tipos de sistemas de produção agroindustriais, tais como os de processamento animal, a restrição de período adequado de oferta da matéria-prima pode ser atenuada, embora também sofra os efeitos da sazonalidade. A Figura 6.4 apresenta um modelo qualitativo do desenvolvimento da matéria-prima agropecuária com o período adequado de utilização.

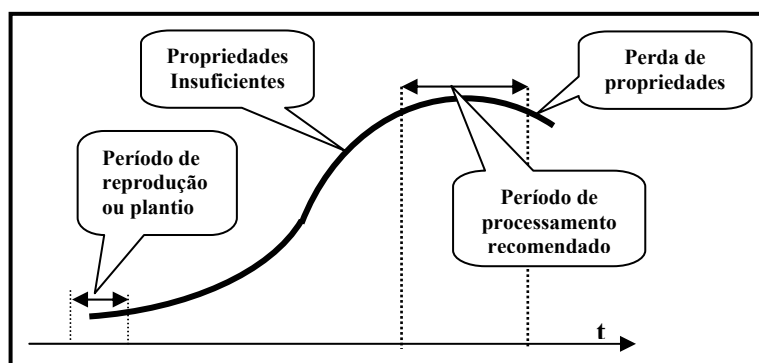


Figura 6.4 Modelo básico de desenvolvimento da matéria-prima agropecuária  
Fonte: Elaborada pelo autor.

O planejamento dos diferentes processos, na planta, deve ser integrado, de modo a permitir um balanceamento das quantidades entre eles, de acordo com períodos defasados que considerem o tempo de processamento total (*throughput time*) em cada processo. A mesma lógica deve ser respeitada quando são previstas transferências entre plantas. É usual interpor-se entre dois processos distintos algum tipo de armazenamento. Esta etapa deve também entrar no cálculo de capacidade, não só considerando a quantidade, mas também a diversidade, quando diferentes propriedades devem ser preservadas e rastreadas.

O planejamento agregado por processo, assim desenvolvido, gera o plano agregado por processo que subsidia o desenvolvimento do planejamento de capacidade

e de materiais por família de produtos e processo de produção, caracterizando dessa forma um planejamento hierárquico. A Figura 6.5 destaca a partição de uma planta em seus diferentes processos.

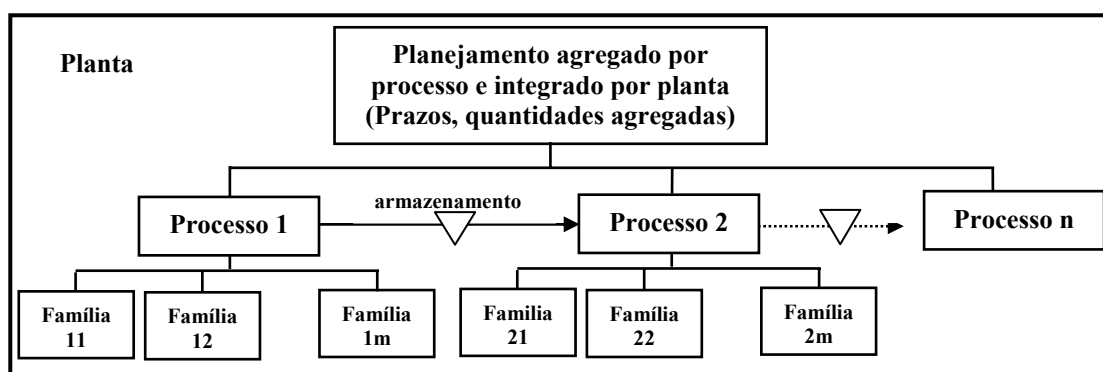


Figura 6.5 Detalhe do planejamento agregado integrando diferentes processos em uma planta

Fonte: Elaborada pelo autor.

O uso de famílias de produtos oferece uma primeira resposta à questão da ampliação da oferta de produtos desejados, como função da diversidade cultural dos mercados consumidores e condição de incerteza nas propriedades das matérias-primas, pelo efeito de compensação gerado quando se usa a forma agregada.

#### 6.4 Planejamento da capacidade e de materiais

O planejamento da capacidade, em cada um dos processos das indústrias agroalimentares, deve ser feito simultaneamente ao planejamento de materiais, dado às restrições destes últimos. Ele é feito a partir da previsão de demanda de mercado em médio prazo, se for processo terminal na planta, ou a partir da demanda prevista do processo sucessor, se for processo inicial ou intermediário.

Nas indústrias agroalimentares de primeira transformação, um aspecto particular e relevante a ser considerado nessa etapa de planejamento é a reserva de capacidade para o processamento de co-produtos e de subprodutos. O primeiro por significar evidentes possíveis ganhos adicionais e o segundo pela necessidade de uma forma adequada de aproveitamento.

Tendo em vista tratar-se de indústria de primeira transformação e, conseqüentemente, processo de desagregação, diferentes árvores de desmontagem podem estar associadas às diferentes famílias de produtos estabelecidas. Pode também haver demandas por lotes com diferentes exigências de matérias-primas, caracterizadas por híbridos ou variedades no caso de vegetais e raças, no caso de animais, com suas diferentes propriedades e exigências de processamento.

O planejamento de capacidade deverá levar em conta essas diferentes famílias de produtos, suas diferentes propriedades e operações, quando for o caso, bem como a distinção dos co-produtos assim gerados com suas respectivas exigências de capacidade. O resultado dessa atividade é um plano global de capacidade e um plano de aquisição de matérias-primas.

Da análise conjunta de materiais e capacidade devem decorrer o programa mestre de produção e as possíveis grades de produtos, por família, disponibilizadas para vendas.

#### **6.4.1 Grades de produtos por família**

No contexto da diversificação determinada pela competição, a proposição de uma ampla gama de produtos deve-se antecipar, tanto quanto possível, à solicitação dos clientes, gerando alternativas que se mostrem mais adequadas às possibilidades e conveniências da empresa.

Se essa prática já é relevante para os produtos de origem mineral, para a agroindústria torna-se fundamental, tendo em vista o aproveitamento dos co-produtos e a transformação de subprodutos em bens com valor. No domínio agroalimentar essa condição impõe uma exaustiva análise de mercado que permita compreender os anseios dos consumidores e adequar as exigências dos clientes às limitações da empresa, o que só reforça a necessidade de parcerias fortes entre os empreendimentos componentes da cadeia. Ainda considerando a perspectiva de antecipação de soluções, é necessário identificar e abrir mercados que se complementem na demanda de produtos e co-produtos, seja pela sazonalidade de consumo, seja pelas diferentes preferências.

Assim, denomina-se neste trabalho como grade de vendas ou de produtos, no contexto da agroindústria alimentícia de primeira transformação, ao conjunto de

produtos finais, necessariamente obtidos ou requeridos simultaneamente a partir de uma mesma matéria-prima, que compõem os possíveis “cardápios” de vendas aos clientes.

Co-produtos são entendidos aqui como todos os produtos que são naturalmente gerados nos processos de fragmentação e apresentam um valor de mercado intrínseco, mas não necessariamente uma demanda certa ou equilibrada em relação à unidade de matéria-prima, quando for o caso (situação típica, mas não necessariamente exclusiva, do fracionamento de animais).

Subprodutos são aqui entendidos também como resultado do fracionamento de matérias-primas em que o valor dos itens, entretanto, não é intrínseco, isto é, devem ser retrabalhados para agregar valor. Os subprodutos são, eventualmente, aproveitados em substituição a algum outro tipo de matéria-prima ou ainda incorporados a outras matérias-primas para agregação de valor, sendo, em caso contrário, descartados como rejeitos, juntamente com as matérias-primas deterioradas e as impurezas.

Os co-produtos não imediatamente desejados, isto é produtos excedentes, podem ser estocados para possível venda futura. Esse processo de estocagem pode permitir a venda desses produtos, sob as mesmas condições com que foram obtidos ou conferirem a condição de outros produtos, face ao processo adotado na estocagem. Um exemplo dessa condição é a carne maturada que agrega valor pelo processo de estocagem. Além disso, dada a perecibilidade dos produtos, a estocagem tem limite de tempo e torna-se prejuízo quando esse limite é superado. Os produtos agroalimentares estocados, se não fizerem parte de uma estratégia de abastecimento de períodos de sazonalidade de oferta inferior à demanda ou de agregação de valor pelo próprio processo de estocagem, têm seu lucro progressivamente reduzido em função dos próprios custos de armazenamento. Em muitos casos os co-produtos excedentes podem ser tratados como subprodutos, sendo então retrabalhados. Em última análise são considerados como rejeitos.

Assim, estoques na agroindústria alimentícia dedicada às primeiras transformações são indesejáveis, salvo as exceções de atendimento a sazonalidade e de agregação de valor por estocagem dentro dos limites admissíveis ou ainda nas interfaces entre processos.

Do ponto de vista de um sistema de produção e, mais particularmente, do ponto de vista do planejamento e controle da produção é de fundamental importância, de

alguma forma, balancear a geração de co-produtos de modo a não gerar estoques indevidos de qualquer um deles ou um volume de subprodutos exagerado. Em outras palavras, é necessário compor um *mix* de produção no programa mestre, cujo resultado econômico final seja adequado, mesmo considerando os eventuais custos de estoque ou perdas que isso possa acarretar. Sugere-se então que nos processos de fragmentação haja uma primeira instância de decisão, na estrutura de planejamento e controle, que atue junto às atividades de vendas avaliando a adequação dos *mix* de vendas. Uma segunda instância de decisão deve atuar na elaboração do programa mestre de produção, compondo as grades vendidas ou previstas à luz do custo de estocagem dos co-produtos excedentes ou processamento adicional dos subprodutos.

No primeiro caso, a decisão está relacionada às famílias de produtos previstas, determinando os limites admissíveis de co-produtos sem demanda esperada, disponibilizados para venda na forma, por exemplo, de promoções. Na Figura 6.6, essa instância está representada pela atividade “Disponibilidade de grades para vendas”.

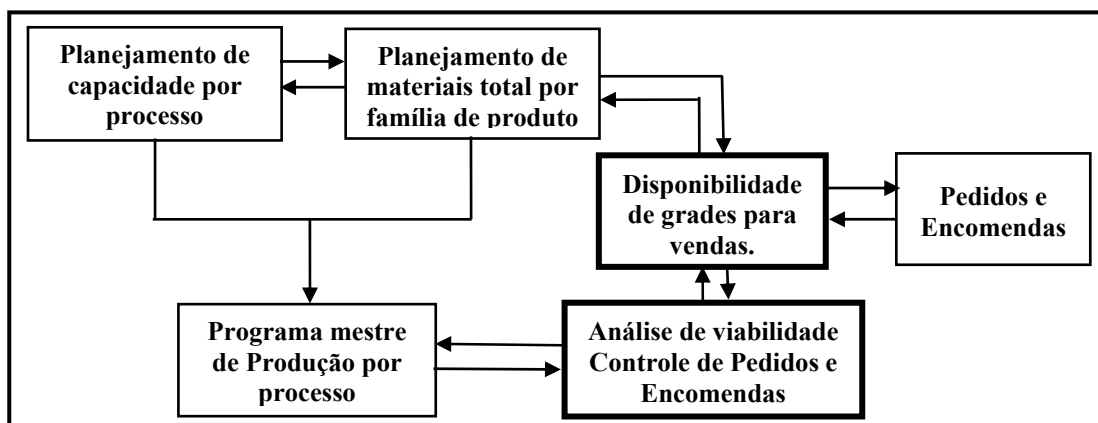


Figura 6.6 Instâncias decisórias sobre grades de venda e de produção  
Fonte: Elaborada pelo autor.

No segundo caso, são estabelecidos os limites admissíveis de co-produtos, sem demanda esperada, de acordo com o perfil das solicitações dos clientes e carga reais decorrentes. Na Figura 6.6, essa instância decisória está representada pela atividade “Análise de viabilidade, Controle de Pedidos e Encomendas”.

Dependendo do caso, esses dois modelos de decisão acoplados à estrutura de planejamento estariam ainda considerando os impactos em curto prazo, da:



- eventual sazonalidade de demanda e oferta de matéria-prima;
- perecibilidade da matéria-prima;
- complementação de produtos em grades segundo demandas sazonais inversas;
- promoções de vendas e alterações de preços.

Podem-se então classificar as grades como “mandatórias”, “sugeridas” e “livres”.

Têm-se como “mandatórias” as grades de produtos que imponham a venda casada ou, no mínimo, esforços de venda direcionados para balancear a produção de acordo com a composição natural da matéria-prima. Entendem-se como “sugeridas” as grades que admitam negociações de preço e quantidade, de modo a direcionar o resultado para vendas casadas, compatíveis com a composição natural da matéria-prima e/ou disponibilidades de estoque. Finalmente, entendem-se como livres as grades em que cada item pode ser negociado sem restrições. Tratam-se nesse caso de itens de mais baixo valor de demanda.

Um exemplo interessante da sazonalidade de demanda ocorre no mercado francês de carne bovina. No inverno são mais consumidas carnes da parte dianteira do boi em pratos cozidos. No verão são mais consumidas as carnes de partes traseiras do boi em pratos assados. Em ambos o caso a perecibilidade da matéria-prima impede estocagem prolongada. A compensação da demanda dos co-produtos é feita com a demanda de carne industrializada, redução de preços e/ou exportação direcionada a mercados com sazonalidade invertida. No caso brasileiro tem-se o frango como exemplo. As partes nobres são exportadas para Europa e Estados Unidos os miúdos exportados para os países do oriente.

Um outro aspecto extremamente relevante para empresas agroalimentares, responsáveis pelas primeiras transformações, é que diferentes culturas dos mercados consumidores impõem diferentes produtos ou condições. Assim, devem fazer parte do conjunto de grades, opções que permitam o atendimento dessas demandas peculiares. Exemplos típicos são os chamados cortes especiais da carne bovina e os abates com ritual religioso.

A cada grade de vendas corresponde uma grade de produção.

Quando diferentes produtos são obtidos de uma mesma matéria-prima, isto é uma grade de produção, pode ocorrer um processo de intersecção ou um processo de união com outras grades.

No processo de intersecção um produto exige da matéria-prima elementos que são comuns a outro, tornando-os mutuamente exclusivos.

No caso do processo de união, dois ou mais produtos diferentes se complementam no consumo de uma dada matéria-prima. Assim, um aspecto não negligenciável do processo de tomada de decisão é a composição de produtos previstos ou solicitados pelos clientes nas grades de produção das famílias estabelecidas, em relação à definição da quantidade de matéria-prima necessária. No caso de produtos mutuamente exclusivos a quantidade de matéria-prima necessária pode ser maior que no caso de produtos oriundos de processos de união. Por consequência também a quantidade de co-produtos gerados pode ser maior.

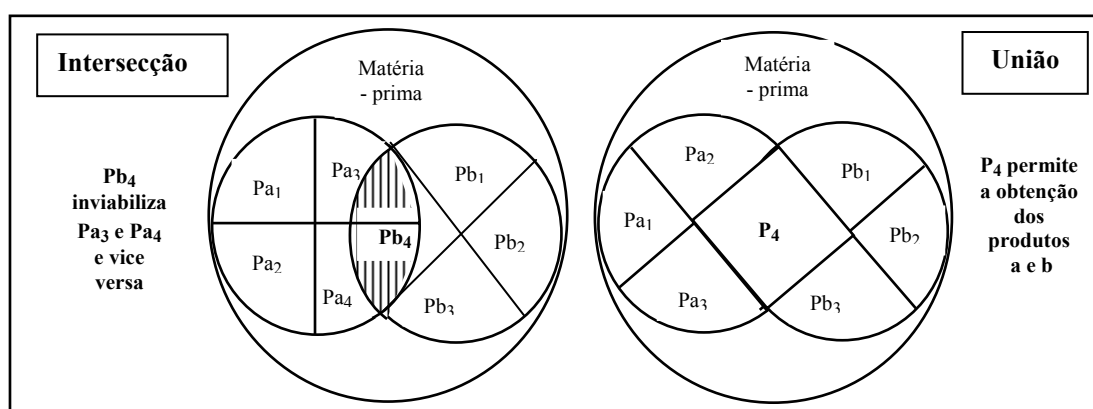


Figura 6.7 Composição de produtos e aproveitamento da matéria-prima

Fonte: Elaborada pelo autor.

No caso de intersecção, sugere-se que o processo decisório incorpore prioridades estratégicas determinadas pela área comercial, tais como importância econômica de cada produto, importância do cliente ou previsão de aplicação dos co-produtos. Sugere-se ainda que a base de dados, que contenha as possíveis árvores dos produtos, tenha indicadores que impeçam a obtenção de um produto ou alertem, quando antes dele for especificado, para a mesma matéria-prima, um produto que cause, com ele, uma intersecção.

Também é necessário considerar peculiaridades da previsão de demanda ou

pedidos (solicitações confirmadas), tais como exigências de homogeneidade. A matéria-prima agroindustrial é por excelência heterogênea nas formas e propriedades. Assim, para o caso de produtos em que o processo não pode promover uma padronização, sem alterar a essência do produto, é usual haver pedidos com restrições de origem, tais como lote de criação, raça, ou campo de colheita, para reduzir a dispersão da heterogeneidade e garantir as propriedades. Essas exigências são as mais graves porque impõe não só excedentes decorrentes de co-produtos como excedentes dos próprios produtos, quando os lotes de matéria-prima são maiores que os dos pedidos ou quando na média não alcançam o nível das exigências colocadas.

Mesmo com as restrições de origem, somente se pode contar com estimativas estatísticas para relacionar a matéria-prima disponível com as especificações dos produtos desejados. Em matéria-prima viva não há processos de intervenção naturais garantidos, para seu enquadramento em especificações rígidas.

Assim, a constituição de grades de produção por família deve considerar:

- cada possível restrição de origem aceitável e disponibilidade máxima admissível como função dos estoques de matéria-prima existentes ou obteníveis, bem como limites de capacidade estabelecidos no plano agregado;
- cada possível produto diferente e sua disponibilidade máxima admissível como função dos limites estabelecidos pelas restrições de sua origem (lote);
- cada possível co-produto gerado e respectivo limite máximo admissível, a partir do qual os ganhos sejam comprometidos;
- cada possível subproduto gerado e respectivo limite máximo admissível a partir do qual os ganhos sejam comprometidos;
- o percentual histórico de obtenção de cada produto, co-produto e sub-produto em relação a uma unidade da matéria-prima.

É necessário destacar que os limites associados aos co-produtos excedentes e subprodutos podem ser determinados pela capacidade de estocagem, perecibilidade e processamento adicional, quando for o caso, além do custo e/ou redução do ganho que acarretam, respectivamente. Estabelecida a estrutura decisória e os limites determinados pela análise de viabilidade e controle de pedidos e encomendas, bem como os planos de

capacidade e materiais, traduzidos pela composição das grades de produção, pode-se então elaborar o programa mestre de produção.

As grades de vendas e grades de produção, elaboradas pelas instâncias de “disponibilidade de grades para vendas” e “análise de viabilidade e controle de pedidos e encomendas”, apresentam-se como elo de compatibilização entre as exigências de mercado e as possibilidades de produção interna. Assim, a arquitetura proposta para o sistema oferece uma resposta para as questões de ampliação da diversidade de produtos desejados como função da diversidade cultural dos mercados consumidores e para a condição de geração de co-produtos.

## **6.5 Programa mestre de produção por processo**

O programa mestre de produção, em um empreendimento agroindustrial de primeira transformação, deve ser elaborado a partir das previsões de demanda de médio para curto prazo, liberados pelo órgão ou função de análise de viabilidade e controle de pedidos e encomendas e pela função de registro de estruturas de produtos e processos de fabricação.

Com base nas estruturas de produtos, devem ser calculadas as necessidades brutas de cada produto em cada nível e deduzidas as disponibilidades de estoque, gerando-se assim as necessidades líquidas. Com base nessas necessidades líquidas deve ser feito o empenho de capacidade e de matéria-prima no tempo. O modelo de cálculo, nessa fase, deve considerar se os produtos a obter são frutos de processos de união ou de intersecção.

### **6.5.1 Sistema de Planejamento Reverso de Materiais (PRM)**

Conforme anteriormente apresentado não há na literatura sistemas de planejamento de materiais suficientemente consolidados para empreendimentos que atuam em processos de desagregação de materiais. Entretanto, o modelo Orientado a Objeto, de geração dinâmica de listas de materiais em indústrias de processo, denominado “oo-BOM” (*Object Oriented Bill of Material*) estabelece uma estrutura de listas, considerada como uma boa solução. O modelo parece ser capaz de não só superar o problema de consistência, devido às diferentes formas possíveis de desagregação de

uma mesma matéria-prima ou subconjunto em produtos, como permite que os mesmos produtos de uma dada desagregação possam ser obtidos em diferentes quantidades. Resolve-se assim um dos problemas básicos que impediram um maior desenvolvimento na área de planejamento em empreendimentos voltados à desagregação das matérias-primas.

Entretanto, depois de gerada uma lista, permanece a questão do cálculo de necessidades de matérias-primas que precisa ser detalhado e incorporado em um sistema completo, considerando inclusive os estoques disponíveis. Sobretudo, porque no modelo de geração de listas proposto, um número significativo de itens passa a existir apenas como item de inclusão ou exclusão na estrutura básica de uma família, isto é, apenas um item temporário, enquanto a lista tiver existência para o processo de produção, e não um item permanente no cadastro de estoque. Isso é solúvel com um registro de estoque dinâmico, isto é, o item existe enquanto houver seu estoque. Qualquer item que não tenha estoque disponível aponta um registro único com disponibilidade zero. Entretanto, é necessário observar que cada alternativa de um item exige registro de código próprio para que não sejam perdidas as informações de rastreabilidade, fundamentais na agroindústria alimentar.

### **6.5.2 Modelo de cálculo de necessidade de materiais**

De acordo com o modelo oo-BOM, conjuntos de estruturas de produtos similares são denominados uma família. Cada membro dessa família é uma variante que se diferencia dos demais membros pela inclusão e/ou exclusão de algum (ns) item (ns) ou pela diferente quantidade que seus itens apresentam.

Pode-se então ter uma estrutura de árvore para cada estrutura variante de uma matéria-prima e suas correspondentes listas, segundo o modelo oo-BOM destacado. Exemplos de possíveis árvores de variantes são apresentados na Figura 6.8.

A árvore de desagregação é separada por níveis, como na árvore de montagem utilizada pelo sistema MRP na determinação de necessidade de materiais. No nível zero, estão as matérias-primas e cada fracionamento sucessivo caracteriza um novo nível. Essa associação permite evitar a tradicional confusão com a denominação adotada no MRP que atribui à expressão: “alto nível” para o nível “0” e “baixo nível” para valores

maiores. Associam-se aqui, inversamente, baixo nível a matéria-prima, isto é nível 0, e alto nível aos produtos finais, com valor maior.

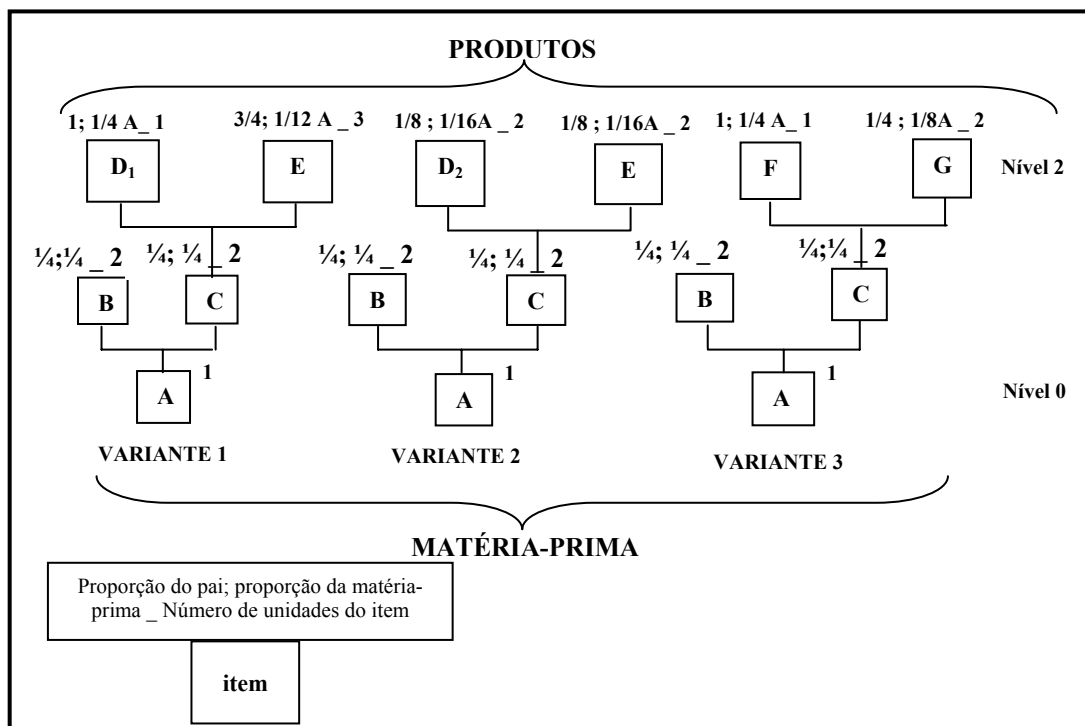


Figura 6.8 Variantes e produtos da matéria-prima ‘A’ em árvores de desagregação  
Fonte: Elaborada pelo autor.

Cada item, em uma variante de árvore, tem uma relação de filiação e uma relação de paternidade específica, com exceção da matéria-prima que não tem filiação e dos produtos finais que não tem paternidade. A relação de filiação identifica a origem do item, isto é seu item pai, a relação de paternidade identifica os itens em que ele é fracionado nessa variante, isto é, seus itens filho. Assim, na Figura 6.8, o item “C” tem por item “pai” a matéria-prima “A” e por itens “filho” os itens “D” e “E”.

No canto superior direito de cada item na Figura 6.8 é mostrado o número de unidades do item que se obtém a partir do fracionamento de uma unidade do correspondente item pai. No canto superior esquerdo de cada item é apresentada a parcela do correspondente item pai, necessária para obter uma unidade desse item, seguido da parcela da matéria-prima necessária para se obter o item. Assim na variante 1, duas unidades do item “C” são obtidas ao se fracionar uma unidade da matéria-prima “A” ou inversamente, é necessário um quarto de uma unidade de “A” para se obter uma

unidade de “C”. Esses valores indicam apenas uma relação de proporcionalidade entre itens pai e itens filho.

Para se determinar a necessidade de matéria-prima em uma árvore de desmontagem é necessário partir da demanda de seus produtos e percorrer a estrutura variante da qual eles se originam, nível a nível, até chegar à matéria-prima. Em cada nível, o item pai deve ter um número de unidades suficiente para atender a maior demanda de seus filhos, ainda que isso provoque, nos demais, um excedente que se tornará estoque. Um exemplo de cálculo de necessidade é mostrado na Figura 6.9.

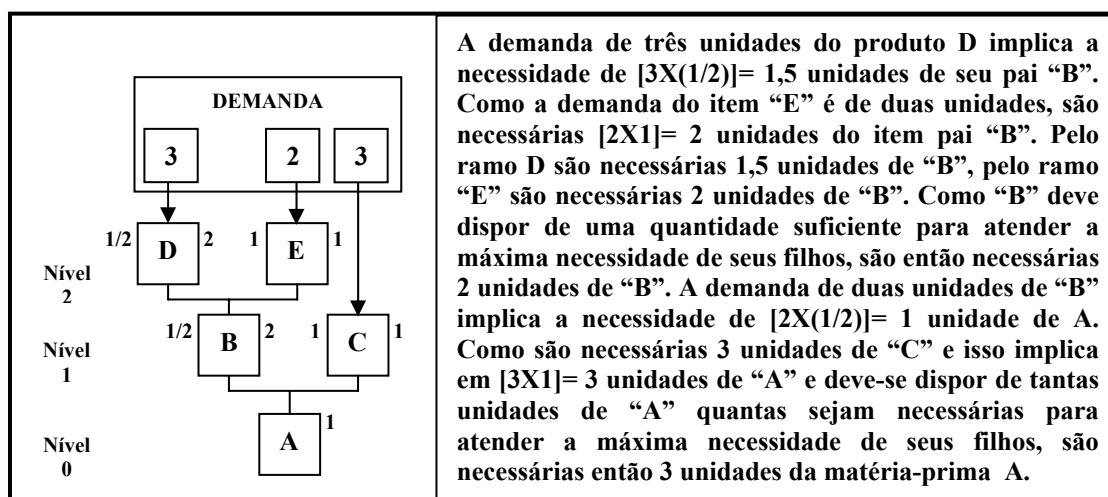


Figura 6.9 Exemplo de cálculo de necessidade de matéria-prima

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como se pode observar no exemplo da Figura 6.9, a cada nó (item com dois ou mais filhos), é necessário verificar a máxima necessidade a ser atendida para se prosseguir no cálculo de necessidade do pai, no nível inferior subsequente.

Pode-se observar também que há demandas de produtos de níveis diferentes. Itens “D” e “E” no nível 2 e “C” no nível 1. Deve-se iniciar pelos itens de mais alto nível, esgotando os cálculos de todos os itens em cada nível antes de se prosseguir para o nível imediatamente mais baixo. Para simplificar o cálculo sugere-se que cada item seja caracterizado com a estrutura apresentada na Figura 6.10.

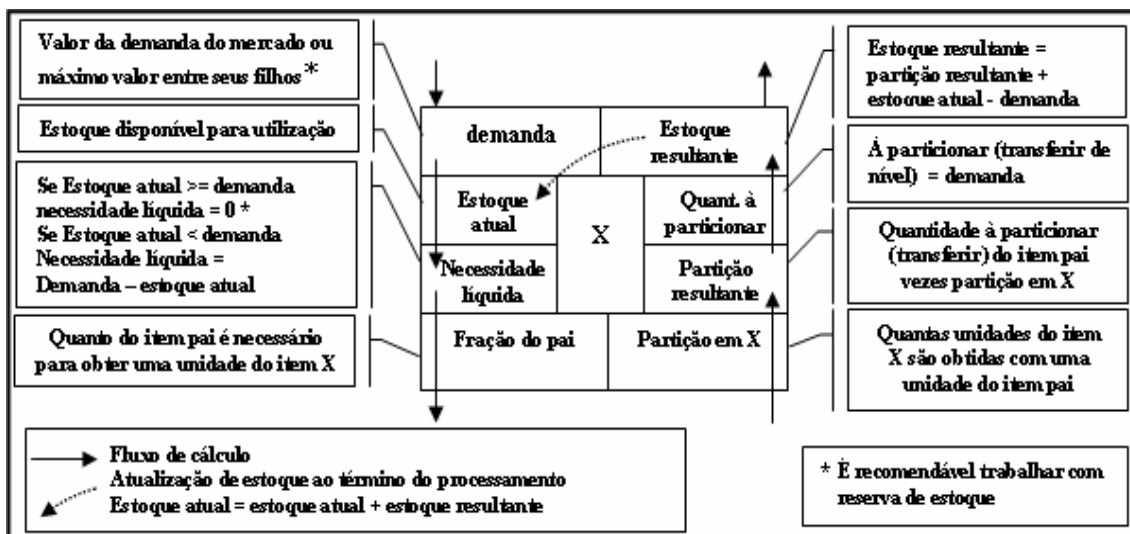


Figura 6.10 Notação para cálculo de necessidade de matéria-prima

Fonte: Elaborada pelo autor.

Deve-se observar que, em algumas aplicações, não são admissíveis demandas ou transferências de nível fracionárias. Nesses casos, em todo nó, além da verificação da maior necessidade entre os filhos, é necessário verificar se o valor selecionado é inteiro ou fracionário e, caso seja fracionário, proceder-se a seu arredondamento para o menor inteiro maior que a demanda fracionária, quando for o caso. A Figura 6.11 apresenta um exemplo completo com o uso da estrutura de representação sugerida e o fluxo de cálculo de necessidade de materiais com restrição de inteireza, mostrando o saldo de estoque resultante.



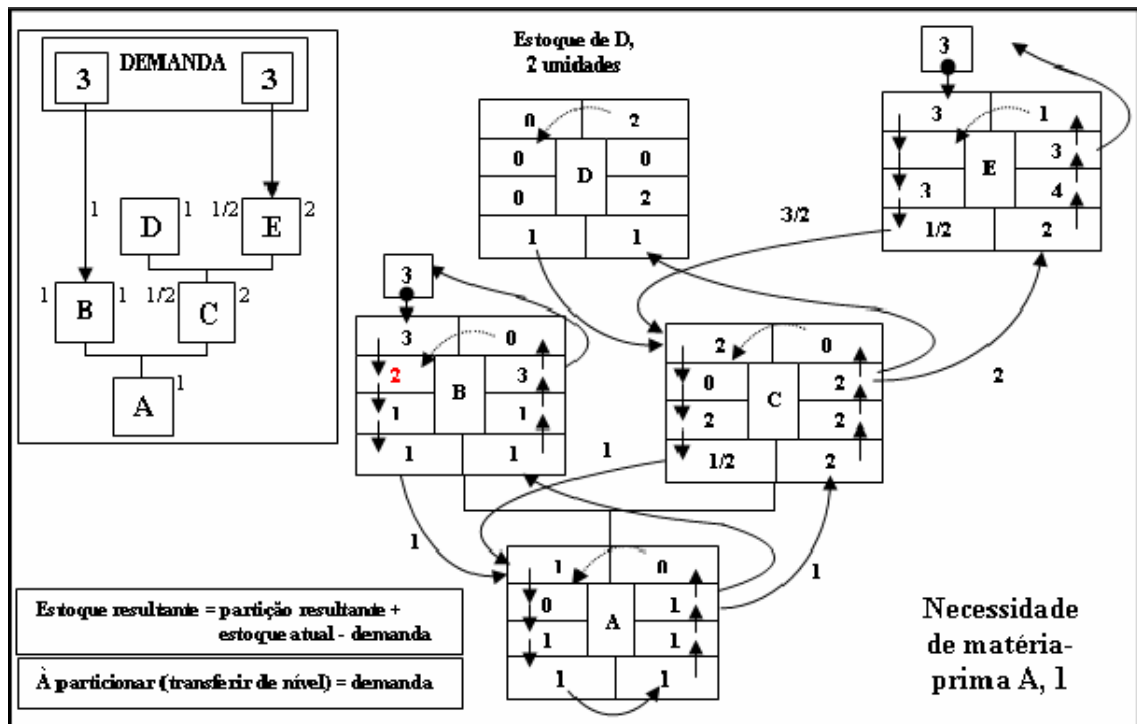


Figura 6.11 Exemplo de estrutura em árvore com restrição de quantidades fracionárias  
Fonte: Elaborada pelo autor.

Diferentemente do sistema MRP convencional em que todas as demandas de um mesmo item devem ser processadas uma única vez exigindo dessa forma o código de baixo nível, no processo de fragmentação agrupam-se as demandas de cada variante e cada uma delas em cada família é processada individualmente, fazendo-se tantas consultas ao saldo de estoque quantas sejam necessárias. Essa inversão de procedimento é necessária devido ao fato de um mesmo item poder ter diferentes pais. Essa prática exige a definição de uma prioridade no processamento computacional das famílias de produtos.

O resultado final do cálculo da matéria-prima necessária, segundo as listas de materiais, por vezes, deve ser corrigido por um fator histórico, das propriedades das matérias-primas anteriormente obtidas, segundo as origens estabelecidas em cada caso (raça ou variedade). No curto prazo, a quantidade de matéria-prima, bem como a capacidade a serem efetivamente utilizadas, podem ser refinadas por um fator de avaliação de amostra, obtido em laboratório, quando da entrada da matéria-prima. Isso responde à última questão colocada, referente à incerteza nas propriedades das matérias-primas.

É desejável que cada solicitação de cliente seja parte de uma grade de vendas capaz de esgotar a matéria-prima aplicada ao processo de desagregação, sem deixar quaisquer saldos em estoque, especialmente se eles forem perecíveis. Entretanto, nem sempre essa condição é possível, restando alguns produtos excedentes. Assim, antes de se proceder a uma etapa de emissão de ordens, em alguns casos (tipo fracionamento animal) é recomendável estabelecer uma dimensão de lote completo para cada variante, isto é, efetuar uma verificação de máximo lote completo possível e co-produtos excedentes para o conjunto de solicitações. Os saldos de estoque resultantes finais devem então ser analisados do ponto de vista econômico, verificando-se a relação demanda prevista para períodos subseqüentes, dentro do período de vida do produto, e respectivo custo de estocagem. Caso não haja demanda prevista suficiente, e/ou o custo de estocagem for superior à margem de lucro é aconselhável verificar a possibilidade de renegociação com os clientes, a realização de vendas promocionais ou ainda seu aproveitamento em outros processamentos (no caso da carne o aproveitamento como embutidos). A ordem de verificação pode ser fixa ou circunstancial (por exemplo, de acordo com as necessidades em outros processamentos).

Os lotes devem ser múltiplos ou submúltiplos das quantidades obteníveis por unidade da matéria-prima, considerando inclusive o fator de correção, isto é, o percentual histórico de obtenção da propriedade desejada por unidade de matéria-prima utilizada.

## **6.6 Sistema de emissão de ordens e controle da produção**

As exigências de pronto atendimento em quantidades menores, típicas do novo paradigma industrial, têm imposto às indústrias de primeira transformação agroalimentar a necessidade de um sistema de emissão de ordens por lote em *flow shop* bloqueado. Assim, em princípio o sistema de emissão de ordens é para estoque e, portanto, empurrado. Entretanto, poderá admitir a existência de lotes sob pedido, como em um sistema híbrido do tipo DTS/DTO em que o controle de estoque do produto acabado destaca o atendimento de reservas. Pode-se também priorizar o lote sob pedido, na programação do recurso gargalo.

## 6.7 Síntese da arquitetura proposta

A arquitetura para o Planejamento e Controle da Produção, em empreendimentos agroalimentares de primeira transformação, diferencia-se dos sistemas tradicionais desenvolvidos para a manufatura nos seguintes aspectos:

- i – estabelece um planejamento para o campo de acordo com a capacidade prevista de processamento, para depois e, iterativamente, limitar a previsão de demanda de acordo com o desenvolvimento da matéria-prima;
- ii – desenvolve um planejamento agregado por processo e planta, bem como inter plantas, com base em famílias de produtos;
- iii – desenvolve o planejamento de capacidade simultaneamente ao planejamento de materiais com base nas famílias de produtos;
- iv – promove a desagregação na forma de grades de venda;
- v – desenvolve o programa mestre de produção a partir das grades de venda, constituídas a partir dos pedidos, e da “implosão” dos produtos. São considerados na determinação de necessidades, os pedidos, a previsão de demanda por item, as listas de variantes por família, as disponibilidades de estoque, os co-produtos gerados, a dimensão dos lotes definidos para cada item (quando for o caso) e os tempos de recebimento, processamento, e estocagem, em relação à vida da matéria-prima e produtos;
- vi – emite as ordens de compra (obtenção) como função da capacidade disponível e curva de desenvolvimento da matéria-prima, comandando o processamento no campo;
- vii – emite as ordens de produção destacando e priorizando os pedidos;
- viii – programa e controla os lotes segundo as prioridades estabelecidas para os pedidos. O controle deve ser exercido no gargalo do fluxo, podendo-se operar como no sistema OPT.

Como se pode observar, o conjunto de parâmetros exigidos para a elaboração do programa mestre de produção, em relação ao desenvolvimento convencional em

indústrias de manufatura metalmeccânica ou eletroeletrônica, é bastante mais complexo, ensejando um maior aprofundamento em modelos de decisão.

A arquitetura assim proposta deve atender aos quesitos da agroindústria alimentar de primeira transformação. Para tanto deve ser submetida a uma verificação junto aos potenciais usuários. Essa verificação é objeto do próximo capítulo.

## **Capítulo 7. Avaliação das proposições**

### **7.1 Introdução**

A revisão bibliográfica realizada identificou duas lacunas teóricas básicas, ligadas à problemática abordada neste trabalho. A primeira está associada com a constatação de que algumas das peculiaridades principais das agroindústrias de primeira transformação não são completamente contempladas nos sistemas de classificação disponíveis. Observou-se que essa lacuna deveu-se ao uso de variáveis de classificação excessivamente genéricas e incapazes de distinguir as peculiaridades desses empreendimentos. A segunda lacuna básica diz respeito à inadequação dos sistemas de planejamento e controle da produção, disponíveis para este tipo de agroindústria. Este fato decorre da própria inobservância destas peculiaridades na definição destes sistemas.

A partir da identificação de tais variáveis, ainda de acordo com o método de pesquisa adotado, promoveu-se a proposição de um modelo de classificação capaz não só de enquadrar os empreendimentos agroalimentares como de apontar as funções de planejamento e controle da produção mais apropriados em cada caso identificado. A partir dessa identificação foi desenvolvida uma arquitetura de informação, para interligar as funções de planejamento e controle da produção, que atendessem as exigências das peculiaridades dos sistemas de produção agroalimentares de primeira transformação. Este modelo analítico foi avaliado em etapa posterior do trabalho. Esta avaliação se deu quanto à sua capacidade para superar as deficiências dos modelos atuais existentes nas agroindústrias.

No caso da proposta de um sistema de classificação amplo, o modelo foi testado comparando-se os seus resultados com aqueles obtidos na aplicação do modelo multidimensional de MacCarthy & Fernandes.

A utilização potencial da arquitetura de informação para as funções de planejamento e controle da produção em indústrias agroalimentares de primeira transformação foi avaliada por intermédio da apresentação do modelo à agentes do setor que se manifestaram sobre esta aplicabilidade. Esta avaliação foi feita utilizando-se entrevistas presenciais com estes agentes.

Nas seções seguintes estão apresentados maiores detalhes dos procedimentos utilizados na avaliação da capacidade do sistema auxiliar a preencher as lacunas teóricas apresentadas.

## **7.2 Avaliação do sistema de classificação de empreendimentos industriais proposto.**

Na avaliação do sistema de classificação proposto, procurou-se identificar as características de cinco diferentes empreendimentos. Buscou-se dessa forma uma diversidade de empresas capaz de representar grupos com diferentes exigências e também capaz de submeter o modelo a uma avaliação comparativa mínima, o suficiente para ser viável, mas ainda assim, passível de identificar vantagens ou desvantagens em sua aplicação. Os dados, apresentados no Anexo V, foram extraídos de aplicações feitas com o sistema de classificação multidimensional de MacCarthy & Fernandes (2000). Esse sistema foi utilizado como modelo comparativo dado que sua função básica é apontar o sistema de planejamento mais apropriado ao empreendimento avaliado. Este é também um dos objetivos do sistema de classificação de empreendimentos proposto neste trabalho.

A partir dos resultados obtidos, observou-se que, nos casos em que não se apresentou à necessidade de indicar um sistema de planejamento e controle da produção híbrido ou seu detalhamento em funções, o sistema proposto de classificação de empreendimentos industriais chegou aos mesmos resultados alcançados pelo Sistema de Classificação Multidimensional. Nos demais casos, (empresas 2 e 4 do Anexo V) o sistema proposto não só permitiu apontar os sistemas híbridos como permitiu verificar a migração dos sistemas reais para o hibridismo identificado.

No sistema multidimensional de classificação os resultados apresentavam-se dúbios quando da análise de sistemas híbridos de planejamento e controle da produção. Portanto, observou-se uma particular superioridade do sistema proposto de classificação de empreendimentos industriais, atribuída a sua maior amplitude de possibilidades previstas. Assim, a subdivisão inicial de um empreendimento em seus processos constituintes, bem como o detalhamento de cada um, segundo suas variáveis

particulares, permite especificar, de forma mais apropriada, suas exigências em termos de planejamento e controle da produção.

### **7.2.1 Considerações**

Apesar da superioridade do modelo proposto em relação ao modelo de classificação multidimensional, é necessário estabelecer limites mais claros quanto à caracterização dos processos em análise. Assim, por exemplo, tanto a fabricação de lápis quanto a fabricação de biscoitos foram considerados como montagem, isto é, processo de agregação, o que são de fato. Entretanto, o processo de montagem não tem uma definição precisa, podendo significar mistura, embalagem, justaposição de itens ou a noção mais usual de composição de formas e propriedades com algum grau de precisão. Essa falta de clareza quanto à caracterização desse processo poderia induzir a compreensão de que essas empresas executam uma mera transformação.

Um outro aspecto a considerar é a noção ainda dúbia de continuidade da matéria-prima. A definição de matéria-prima contínua, como aquela que só poderia ser tratada como peso ou volume, abarcando líquidos, gases, pós, grãos ou massas disformes, em que a discretização em peças só ocorreria nas operações finais, poderia levar a uma compreensão difusa do processo, dado que a especificação “operações finais” não é bem clara. Assim, sugere-se que “operações finais” sejam compreendidas estritamente como operações de embalagem e que estas, necessariamente, sejam tratadas como processo de montagem.

Para se considerar o modelo proposto como plenamente validado seria necessário submetê-lo a uma bateria de testes capaz de verificar, senão todo o conjunto apresentado nas tabelas, ao menos a maior parte das soluções propostas. Apesar dessa limitação, admite-se que as avaliações realizadas demonstram que ele é capaz de indicar soluções mais claras para situações onde os outros sistemas apresentavam resultados dúbios.

Assim, de acordo com o método de pesquisa adotado, considera-se que o modelo de classificação proposto é satisfatório e atingiu seu objetivo.

### **7.3 Avaliação da estrutura de sistema de planejamento e controle da produção**

A avaliação do sistema proposto para o planejamento e controle da produção em empreendimentos de primeira transformação agroalimentar foi feita na cadeia da carne bovina, mais particularmente em frigoríficos e abatedouros. A escolha dessas empresas deveu-se não só ao seu significativo papel econômico no sistema agroalimentar brasileiro, como ao conjunto de elementos que as caracterizam como empreendimentos de primeira transformação agroalimentar. Os frigoríficos operam com matéria-prima considerada contínua, perecível e sujeita a sazonalidade. Além disso, a matéria-prima sofre fragmentação com geração de co-produtos e suas propriedades físico-químicas são incertas, apenas estimadas. Estes processos de produção geram grande diversidade de produtos e atendem a diferentes estratégias e mercados.

A avaliação da estrutura de sistema de planejamento e controle da produção proposta foi desenvolvida a partir de um questionário semi-estruturado, conforme anexo VI, em que se procurou identificar cada exigência do empreendimento e as práticas adotadas. A partir dessa identificação buscou-se estabelecer uma correlação entre as condições e práticas reais e as suas diferenças em relação ao modelo sob análise. O intuito dessa estratégia foi o de verificar a viabilidade das soluções propostas pelo modelo.

As entrevistas, com vistas a avaliar o modelo, foram executadas em dois dos maiores frigoríficos brasileiros (Friboi e Independência). As entrevistas foram efetuadas com o diretor industrial em uma delas e o gerente de planejamento em outra. Os dados específicos de cada empresa foram omitidos em decorrência de solicitação de sigilo em ambas. No entanto, cumpre ressaltar que as proposições basearam-se também em visitas feitas a outros frigoríficos, não só previamente como durante o desenvolvimento do trabalho, tanto no Brasil como no exterior. .

A escolha dos dois frigoríficos para as entrevistas foi feita em função de se supor serem estes mais afetados pelas exigências dos mercados para os quais exportam, seja no tocante à diversidade de produtos, seja em relação à obtenção da matéria-prima para atendê-la. Admitiu-se assim que eles sofrem mais diretamente os impactos da possível fragilidade de coordenação da cadeia e da possível falta de uma estrutura adequada de planejamento e controle da produção para enfrentar essas condições.



### 7.3.1 Considerações

Observou-se como resultado das entrevistas que os empreendimentos adotam uma mesma estratégia de diversificar mercados, tentando consolidarem-se como grandes fornecedores do mercado mundial. O mercado interno, ainda que responsável pela maior parte de suas demandas, funciona como pulmão para as variações de demanda externa. Ambos adotam a diversificação do local de instalação das plantas de processamento como alternativa às diferentes formas de barreiras (sanitárias, comerciais ou outras). Esta diversificação estende-se tanto aos diferentes estados brasileiros quanto a outros países. Assim, a dispersão de diferentes exigências pode ser compensada tanto pela diferente oferta de matéria-prima das diferentes regiões, quanto pela dispersão das folgas de capacidade de produção disponível no tempo, entre várias plantas. Aparentemente, o custo adicional de administração e transporte acarretado por esta estratégia é compensado tanto pelo ganho extra fornecido por mercados mais exigentes quanto pelo caráter de oligopsônio que se estabelece em dadas regiões, o que permite comprimir os custos de obtenção da matéria-prima. Além desses aspectos, a estrutura internacional que adquirem, possibilita a inversão de capital estrangeiro, tornando os empreendimentos mais sólidos.

No tocante à obtenção da matéria-prima, verificou-se que a prática da compra no mercado *spot* permanece. No entanto, existe uma parcela regular do fornecimento que é obtida de empresas de confinamento. Vale dizer que algumas das maiores empresas abatedoras mantêm uma produção pecuária própria, embora pequena quando comparada ao volume da matéria-prima que processam. Decorre dessa prática que não há uma preocupação mais acentuada com a previsão de oferta agregada por família, que poderia ser formada a partir de requisitos de qualidade ou barreiras (técnicas e sanitárias), mas tão somente uma análise geral de disponibilidades futuras. Entretanto, tornou-se evidente que quanto mais interação houver com o mercado internacional maiores serão as exigências de flexibilidade produtiva e a necessidade de se promover à avaliação de disponibilidade. Nesse item o modelo proposto, previsão de demanda por família, conjugada à previsão de oferta específica, seria um avanço. Essa proposição poderia auxiliar na consolidação de maior coordenação da cadeia através de contratos de parceria ou mecanismos semelhantes.

Em relação às práticas de vendas e a formação de grades, ambas as empresas consultadas mantêm em seus departamentos de marketing equipes trabalhando na formação de grades de produção, mas não necessariamente em grades de venda, isto é, trabalha-se com o que foi vendido e apontam-se excedentes de co-produtos que precisam ser vendidos. Observou-se aqui uma diferença entre as empresas consultadas. Uma delas vende o que for possível onde houver comprador e procura reduzir o efeito da diversidade de suas vendas entre as diferentes plantas. A outra procura direcionar suas vendas aos diferentes mercados, oferecendo produtos segundo a aptidão de cada planta, antecipando-se assim aos efeitos nocivos da dispersão acentuada. Em outras palavras, uma busca apenas a diversidade de clientes a outra busca além da diversidade a fidelidade dos clientes. A primeira trabalha com a dimensão competitiva qualidade para estoque e a segunda com a dimensão competitiva qualidade sob pedido. Isto sugere a iminência de ocorrer uma migração de estratégia que pode vir a abrir mais uma alternativa na dimensão competitiva flexibilidade, para produtos perecíveis com matéria-prima contínua. De qualquer forma, confirma-se a necessidade de uma função, não só consolidando grades de venda, nos casos em que a estratégia empresarial visa à fidelidade dos clientes, mas compatibilizando as vendas com as grades de produção, no caso das duas estratégias.

No que diz respeito ao uso de *softwares* para desenvolvimento dos planos de materiais e de capacidade, bem como para a emissão de ordens de fabricação e controle da produção, observou-se (considerando-se também as demais empresas visitadas) que elas adotam práticas diferentes. Algumas desenvolveram seus próprios sistemas e outras adquiriram *softwares* comerciais. Entretanto, nenhuma descarta o uso de planilhas eletrônicas complementares o que sugere não só que tais *softwares* ainda são insuficientes para promover uma integração completa das funções, como a possibilidade de que algumas delas, periodicamente, apresentem informações desatualizadas, por não operarem em tempo real. Em obediência à legislação os controles estão relacionados com os lotes do dia e não, como já exigem alguns clientes, o lote de origem em todos os produtos finais. De acordo com as empresas consultadas o gargalo dessa sistemática reside na heterogeneidade da matéria-prima que compromete a separação dos quartos (traseiros e dianteiros) para o atendimento das exigências dos pedidos a partir do estoque entre o abate e a desossa. Pode-se inferir que também isso seja uma decorrência

direta da forma de obtenção da matéria-prima. O efeito mais evidente é que um mesmo pedido pode ter que ser processado mais de uma vez para poder ser atendido. O produto de um primeiro processamento, que se mostre incapaz de atender às exigências de um pedido, é então redirecionado para o mercado interno e o próprio pedido pode ser redirecionado para outra planta onde se suponha que haja disponíveis a capacidade e matéria-prima necessária. Nos casos em que o reprocessamento se dê na mesma unidade e semana, isso implica necessariamente em horas extras e prioridade diferenciada na programação.

Um aspecto a destacar é que, em decorrência dessa estrutura centralizada, supõe-se que cada unidade seja capaz de dar conta das exigências de matéria-prima sem efetivamente efetuar uma análise de viabilidade dos pedidos, como proposto no modelo de planejamento e controle da produção.

Com relação à propriedade da proposição do modelo de cálculo de necessidade de materiais, sua única contribuição parece ser o fato de mostrar uma lógica de cálculo, já que as empresas não relataram maior dificuldade com esta função e informaram ter registros suficientes de rendimento (estatística de obtenção de cada item), como resultado do processo de classificação de carcaças.

Em síntese, observa-se que a arquitetura de planejamento e controle da produção, como um todo, se mostra mais apropriada se a estratégia do empreendimento privilegiar a fidelidade dos clientes e houver iniciativa de maior coordenação na cadeia. Em caso contrário, sua contribuição parece menos relevante. Esta conclusão também sugere que empresas de menor porte podem fazer melhor uso dessa proposição por dependerem mais da fidelidade dos clientes.

## **Capítulo 8. Conclusões**

As conclusões serão apresentadas segundo três aspectos. Primeiramente destacando em que medida os objetivos propostos foram alcançados. Em segundo lugar evidenciando as contribuições oferecidas, que se entende relevantes e, finalmente, identificando as possibilidades de pesquisas futuras associadas ao tema desta tese.

### **8.1 Avaliação geral dos resultados alcançados**

Foram estabelecidos como objetivos deste trabalho:

- (1) O Desenvolvimento de um sistema de classificação capaz de caracterizar os empreendimentos agroalimentares de primeira transformação e;
- (2) O desenvolvimento de uma arquitetura de sistema de planejamento e controle da produção, para tratar o conjunto de variáveis das indústrias agroalimentares de primeira transformação.

Considera-se que o sistema de classificação proposto é capaz de caracterizar os empreendimentos agroalimentares de primeira transformação e seus resultados são relevantes à medida que também indica o caráter das funções de planejamento e controle da produção que esses empreendimentos, como os demais, exigem. Admite-se que ele pode ser aprimorado tanto no que diz respeito à revisão de algumas das variáveis utilizadas como, por exemplo, estratégia, quanto aos conceitos de processo e matérias-primas sobre os quais se apóia. Assim, entende-se que o primeiro objetivo foi suficientemente atendido.

Em que pesem as considerações efetuadas em relação ao segundo objetivo, identificando possíveis migrações estratégicas que não foram inicialmente ponderadas, o que pode exigir ajustes na aplicação do modelo de arquitetura para planejamento e controle da produção desenvolvido, considera-se que o modelo proposto é adequado. Admite-se assim que os ajustes para aplicação não invalidam a estrutura proposta, apenas impõem adequações de funções. Entende-se que a arquitetura desenvolvida oferece razões suficientes para uma melhor compreensão das necessidades dos sistemas de planejamento e controle da produção em sistemas agroindustriais de primeira

transformação. Ela também se presta a balizar a constituição dos sistemas de informação em diferentes cadeias de produção agroalimentar por considerar elementos que não são parte usual dos sistemas de planejamento e controle da produção em outros tipos de empreendimentos, tais como a delimitação de atendimento da demanda de produtos finais pelas limitações de oferta da matéria-prima ou ainda o confronto de grades de venda com grades de produção como função da geração de co-produtos.

## **8.2 Contribuições oferecidas**

Destacam-se como contribuições desse trabalho:

- (1) A identificação de variáveis, suas interdependências e implicações na caracterização de diferentes sistemas de produção;
- (2) Um detalhamento mais rigoroso das diferentes formas de relação entre clientes e empresas, associado ao grau de intervenção do cliente no projeto e ao processo de produção;
- (3) A introdução do conceito de processo e de integração diferenciada, em que se propõe a integração de sistemas de informação, diferenciados por exigências de processo, em contraposição à unificação segundo um sistema preferencial;
- (4) Um sistema de classificação amplo, capaz de incluir segmentos de produção industrial antes não considerados;
- (5) Um sistema de classificação capaz de apontar funções de planejamento e controle da produção;
- (6) Um sistema de classificação capaz de apontar composição de funções de planejamento e controle da produção típicas de sistemas de informação híbridos, que hoje são empiricamente estabelecidos;
- (7) A sistematização do conhecimento em relação às exigências da agroindústria de primeira transformação;
- (8) O destaque dos impactos dessas exigências nas funções de planejamento e controle da produção;
- (9) O estabelecimento de funções de planejamento e controle da produção, específicas para a indústria de primeira transformação agroalimentar;

- (10) Uma arquitetura de planejamento e controle da produção para incorporar as funções específicas da indústria de primeira transformação agroalimentar.

Assim, considera-se que a tese oferece um conjunto consistente de contribuições à área de Gerencia da Produção e mais especificamente ao campo do Planejamento e Controle da Produção.

### **8.3 Propostas de continuidade**

Ao longo deste trabalho identificaram-se diferentes possibilidades de continuidade, dentre as quais as mais evidentes são:

- O refinamento das tabelas de correlação entre variáveis e funções de planejamento e controle da produção;
- O desenvolvimento de um software que traduza as tabelas em um formato iterativo e que ofereça como contrapartida a especificação dos processos e funções de planejamento e controle da produção em qualquer empresa;
- O aprofundamento na definição de variáveis tais como: como matéria-prima contínua, processo de montagem; pequeno, médio e curto prazo etc...;
- A modelagem do processo de decisão em cada função de planejamento e controle da produção de empresas agroindustriais, tais como formação de grades de venda e de produção, implosão e / ou explosão de produtos contínuos, formação de lotes, cálculo de matérias-primas e emissão / controle de ordens de fabricação;
- O aprofundamento de estudos sobre o ponto de desacoplamento, em que se associam pedidos com produtos, na agroindústria;
- A quantificação da relação grade de venda versus custo de estoque e vida do produto;
- Relação entre as informações de planejamento e controle da produção e os registros de rastreabilidade na agroindústria;

- A verificação da extensão da arquitetura proposta a outros empreendimentos da agroindústria de primeira transformação;

É possível ainda identificar outras tantas proposições de continuidade, tendo em vista não só a parca disponibilidade de estudos e publicações no campo de planejamento e controle da produção agroindustrial como novas necessidades decorrentes da emergência das cadeias agroindustriais no mercado internacional.

## Referência Bibliográfica

- (1) ABIA-SECEX. Exportações de Alimentos Industrializados - (Principais Produtos) - Agosto/2004; <http://www.abia.org.br/asc/eco/exportadores2004.pdf>; acesso em 01/10/2004.
- (2) ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne, Balanço da Pecuária Bovídea de Corte; <http://www.abiec.com.br/abiec/estatisticas/corte.htm> consultado em 15/02/2005.
- (3) ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne, Volume das exportações de carne bovina, [http://www.abiec.com.br/abiec/estatisticas/vol\\_export.htm](http://www.abiec.com.br/abiec/estatisticas/vol_export.htm), consultado em 28/04/2005.
- (4) Aggarwall, Sumer C.; Aggarwal, Sudhir; The management of manufacturing operations: An appraisal of recent developments; International Journal of Operations & Production Management, Vol. 5, No. 3, p. 21-38, 1985.
- (5) Ribeiro, Ana Raquel B. M.; Caleman, Silvia M. Q.; Fava Neves, Marcos; Zylbersztajn, Décio; Machado Filho, Cláudio P.; Bombig, Rodrigo Teixeira; Cadeia produtiva de carne bovina e o Mato Grosso do Sul; Julho, 2001 [http://www.agricon.com.br/fotos\\_et/Documento\\_Final\\_Pensa.pdf](http://www.agricon.com.br/fotos_et/Documento_Final_Pensa.pdf) consultado em 01/04/2005.
- (6) Aneke, N.A.G.; Carrie, A.S.; A comprehensive flowline classification scheme; International Journal of Production Research, n. 22, p. 281-297, 1984.
- (7) Anthony, Robert N.; Planning and control systems: a framework for analysis Boston; Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1965.
- (8) Antunes Jr., José Antonio Valle; Kliemann Neto, Francisco José; Fensterseiffer, Jaime Evaldo; Considerações críticas sobre a evolução das filosofias de administração da produção. Revista de Administração de Empresas, 29(3), Jul.-Set., São Paulo, p. 49-64, 1989.
- (9) Anualpec 98, Anuário da Pecuária Brasileira; FNP Consultoria & Comércio, São Paulo, 1998.



- (10) Arreola, Antonio; DeCroix, Gregory A.; Make-to-order versus make-to-stock in a production-inventory system with general production times; IEE transactions, 30, p. 705-713, 1998.
- (11) Barber, K.D.; Hollier R.H.; The use of numerical analysis to classify companies according to production control complexity; International Journal of Production Research, 24, p. 203-222, 1986 (a).
- (12) Barber, K.D.; Hollier, R.H.; The effects of computer-aided production control systems on defined company types; International Journal of Production Research, 24, p. 311-327, 1986 (b).
- (13) Batalha, M.O. ; Filière comme outil d'analyse strategique: Le cas des matières grasses a tartiner au Brésil. Thèse présentée à l'nstitut National Polytechnique de Lorraine pour l'obtention du grade de docteur de L'INPL, juillet 1993.
- (14) Batalha, M.O., et al., Gestão Agroindustrial. Ed. Atlas, 690 p., 1997.
- (15) Batalha, M.O., et al. Recursos humanos para o agronegócio brasileiro; CNPQ, 1ª. Edição, 308 p., 2000.
- (16) Benders, J.; Riziebos, J.; Period batch control: Classic, not outdated; Production Planning and Control, vol. 13, No. 6, p. 497-506, 2002.
- (17) Bironneau, Laurent.; Le choix de methodes et outils de pilotage de la production en millieu industriel; Centre de Recherche Rennais en Economie et Gestion ; Institut de Gestion de Rennes, Université de Rennes, France, in Les Troisièmes Rencontres Internationales de la Recherche en Logistique, Trois-Rivières, 28 p. 9, 10 et 11 mai 2000.
- (18) Bitencourt, Luciano, Sob a lâmina da "espada". Revista ABCZ, nº4 - Set-Out/2001. <http://www.abcz.org.br/revista/04/mat27.htm> consultado em (28/04/2005).
- (19) Bitran, Gabriel R.; Hax, Arnold C.; On the design of hierarchical production planning systems, Decision Sciences, vol. 8, p. 28-55, 1977.
- (20) Bitran, Gabriel R.; Haas, Elizabeth A.; Hax, Arnold C.; Hierarchical production planning: A single stage system; Operations Research, Vol. 29, No. 4, p. 717-743, March-April, 1981.

- (21) Bitran, Gabriel R.; Haas, Elizabeth A.; Hax, Arnold C.; Hierarchical production planning: A two-stage system; *Operations Research*, Vol. 30, No. 2, p. 232-25, March-April, 1982.
- (22) Blondel, François ; *Gestion de la production*. Ed. Dunot, Paris, 3a. ed., 417 p., 2002.
- (23) Bolwijn, P.T.; Brinkman, S.; Japanese manufacturing: strategy and practice; *Long Range Planning*, vol. 20, No. 1, p. 25-34, 1987.
- (24) Bonilha, Sarah F. M.; Silva, Itiberê S.; Maciez da carne: influência de fatores genéticos, inter-raciais e ambientais; *Revista Pecuária de Corte, Cadernos Técnicos*; ano XXII n°. 115, p. 57-58, nov./dez. 2001.
- (25) Boutonnet, Jean Pierre; Simier, Jean Paul; *Les Viandes*; Economica; 111 p., Paris; 1995.
- (26) Boyer, Luc ; Poireé, Michel ; Salin, Elie. *Précis d'organisation et de gestion de la production*. Les éditions d'organisation, Paris, 1986.
- (27) Bracarense Costa, João Candido; *Otimização do arraçoamento do sistema de produção de carne bovina em confinamento*; Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do grau de mestre no programa de pós-graduação em Engenharia de Produção; Florianópolis, Santa Catarina – Brasil, junho de 1996;  
<http://www.eps.ufsc.br/disserta96/candido/cap2/cap2.htm> em 30/07/2004.
- (28) Buffa, Elwood S.; Miller, Jeffrey G.; *Production-inventory systems: planning and control*. Richard D. Irwin Inc., third edition, 743 p., 1979.
- (29) Burbidge, John L.; *Planejamento e controle da produção*. Ed. Atlas, 1a. ed., 556 p., 1983.
- (30) Buxey, Geoff.; *Production Scheduling: Practice and theory*; *European Journal of Operational Research*, 39, p. 17-31, 1989.
- (31) Campomar, Marcos Cortez; Do uso de 'estudo de caso' em pesquisa para dissertações e teses em administração. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 26, n.3, p. 95-97, julho/setembro, 1991.

- (32) Cavalcanti, Miguel da Rocha et al., Pesquisa Beefpoint de Confinamentos 2003 [http://www.beefpoint.com.br/bn/especiais/artigo.asp?nv=1&id\\_artigo=18883&perM=2&perA=2005](http://www.beefpoint.com.br/bn/especiais/artigo.asp?nv=1&id_artigo=18883&perM=2&perA=2005) ; 24/05/2004, consultado em 11/02/2005.
- (33) Chase, Richard B.; Aquilano, Nicholas J.; Production and operations management; Richard D. Irwin, Inc., Homewood, Illinois, 720 p., 1977.
- (34) Circular nº192/98/dci/dipoa, Norma de implementação do sistema de rotulagem de carne bovina do Brasil, [http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/page/mapa/menu\\_lateral/agricultura\\_pecuaria/orientacoes\\_tecnicas/inspecao\\_federal/oficios\\_circulares\\_inspecao\\_federal/of\\_circ\\_dci\\_192\\_199841284.pdf](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/page/mapa/menu_lateral/agricultura_pecuaria/orientacoes_tecnicas/inspecao_federal/oficios_circulares_inspecao_federal/of_circ_dci_192_199841284.pdf), Brasília 01 de julho de 1998, consultado em 28/04/2005.
- (35) Codignoli, Fábio M. C.; A faca Chalaf da comida Kosher; [http://216.239.57.104/search?q=cache:bUKpkoVysA8J:www.alexandriavirtual.com.br/acervo/f/Faca\\_Chalaf.doc+Sob+a+l%C3%A2mina+da+%22espada%22.+Revista+ABCZ,+no4+-+Set-Out/2001&hl=pt-BR](http://216.239.57.104/search?q=cache:bUKpkoVysA8J:www.alexandriavirtual.com.br/acervo/f/Faca_Chalaf.doc+Sob+a+l%C3%A2mina+da+%22espada%22.+Revista+ABCZ,+no4+-+Set-Out/2001&hl=pt-BR); 16 de março de 2003, consultado em 23/02/2005
- (36) Corrêa, Henrique L.; Gianesi, Irineu G.N.; Just in time, MRP e OPT: Um enfoque estratégico. Ed. Atlas, 2a. ed., São Paulo, 186 p., 1996.
- (37) Courtois, Alain ; Pillet, Maurice ; Marin, Chantal. ; Gestion de production ; Les Editions d'organisation, Paris, 232 p., 1989.
- (38) Covey, Roger E.; MRP for process manufacturers; P&IM Review and APICS News, p. 44-48, March 1983.
- (39) Crama, Y.; Pochet, Y.; Wera, Y.; A discussion of production planning approaches in the process industry. <http://www.core.ucl.ac.be/services/psfiles/dp01/dp2001-42.pdf>; September, 2001, acesso em 20/03/2003.
- (40) Da Silva, C. B. A.; Batalha, M. O.; (coordenadores); Estudo sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil, Funarbe – UFV / FAI – UFSCar, Instituto Euvaldo Lodi – IEL, Confederação Nacional da Agricultura – CNA, SEBRAE Nacional, Brasília, 639 p., outubro, 1999.

- (41) Dennis, Daina; Meredith, Jack R.; An empirical analysis of process industry transformation system; *Management Science*, Vol. 46, No. 8, p. 1085-1099, 2000(a).
- (42) Dennis, Daina R.; Meredith, Jack R.; An analysis of process industry production and inventory management systems; *Journal of Operations Management*, 18, p. 683-609, 2000(b).
- (43) Discenza, Richard; McFadden, Fred R.; The integration of MRP II and JIT through software unification; *Production and Inventory Management Journal*; Fourth Quarter, Vol. 29, No. 4, p. 49-53, 1988.
- (44) Duncan, Robert M.; The by-product bill of material; *American Production & Inventory Control Society*; Conference Proceedings; p. 288-292, 1983.
- (45) Dupit, J. ; Abattage et découpe des viandes bovines: Les nouvelles contraintes exigent des réorganisations du travail ; *Viandes Prod. Carnés*, Vol 19(1), p. 25-30, janvier-Février, 1998.
- (46) Editorial; *Revista Pecuária de Corte: O espaço do agronegócio*; Agropecuária Assessoria de Comunicação e Editora Ltda., ano xxi, n.96/97, Março/Abril, 2000.
- (47) Etienne, Eisenhower C.; MRP may not be right for you: at least not yet; *Production and Inventory Management*; Third Quarter, V. 24, N. 3, p. 33-45, 1983.
- (48) Equipe BeefPoint, adaptado por, Fonte: Prospects for agricultural markets and income 2004 - 2011 for UE-25, Aumento do consumo mundial favorece Brasil e Argentina,  
[http://www.beefpoint.com.br/bn/especiais/artigo.asp?nv=1&area=8&area\\_desc=&id\\_artigo=21999&idProduto=21999&idPatrocinador=21999](http://www.beefpoint.com.br/bn/especiais/artigo.asp?nv=1&area=8&area_desc=&id_artigo=21999&idProduto=21999&idPatrocinador=21999), 03/02/2005  
consultado em 13/02/2005.
- (49) Fearn, Andrew; The Evolution of partnerships in the meat supply chain: insights from the British beef industry; *Food Industry Management Group*; Wye College, University of London, Case Study (Supply Chain Management, Vol.3, No. 4);  
<http://www.imperial.ac.uk/agriculturalsciences/cfcr/pdfdoc/evolution-of-partnerships.pdf>

- (50) Felício, P. E. de; Carvalho-Rocha, J. C. M.; Shibuya, C. M.; Parcerias verticais de carne bovina e serviços de alimentação; (Revista FUNDEPEC) Fundo de Desenvolvimento da Pecuária do Estado de São Paulo; São Paulo SP (aceito para publicação), 1999, [http://www.fundepec.org.br/alianca/p\\_verticais.asp](http://www.fundepec.org.br/alianca/p_verticais.asp) em 27/07/2004, Publicado na Revista Higiene Alimentar, vol. 13 nº. 63, p. 9-14, Julho / Agosto 1999.
- (51) Felício, Pedro E. de, Silva, Juliano J.; Manual de procedimentos do projeto: “carne bovina com certificado de origem” - Carne NN. CO., ACNB - Associação de Criadores de Nelore do Brasil, 12/2000; [http://www.fea.unicamp.br/deptos/dta/carnes/files/Manual\\_Nelore.pdf](http://www.fea.unicamp.br/deptos/dta/carnes/files/Manual_Nelore.pdf) , julho de 2000, consultado em 24/03/2003.
- (52) Fernandes, Flávio C. F. Concepção de um sistema de controle da produção para a manufatura celular. Tese apresentada a Escola de Engenharia de São Carlos – USP, para a obtenção do título de doutor, São Carlos, 1991.
- (53) Flapper, S.D.P.; Miltenburg, G.J.; Wijngaard, J.; Embedding JIT into MRP; International Journal of Production Research, Vol. 29, No. 2, p. 329-341, 1991.
- (54) Foreign Agricultural Service, United States Department of Agriculture; Livestock and Poultry: World Markets and Trade; [http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2004/04-10LP/bf\\_sum.pdf](http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2004/04-10LP/bf_sum.pdf) –; consultado em 15/02/2005.
- (55) Fortuin, Leonard.; A survey of literature on reordering of stocks items for production inventories; International Journal of Production Research; Vol. 15, No. 1, p. 87-105, 1977.
- (56) Fransoo, Jan C.; Rutten, Werner G.M.M.; A typology of production control situations in process industries; International Journal of Operations & Production Management, vol. 14, n. 12, p. 47-57, 1994.
- (57) Frizelle, G.D.M. OPT in perspective; Adv. Manuf. Eng., Vol. 1, p. 74-80, January, 1989.
- (58) Fry, Timothy D.; Cox, James F.; Blackstone, John H.; An analysis and discussion of the optimized production technology software and its use; Production and Operations Management, Vol. 1, No. 2, p. 229-242, Spring 1992.

- (59) Gaither, Norman; Frazier, Greg; Administração da Produção e Operações; Ed. Pioneira/Thomson Learning, 8ª. Ed., 598 p., 2001.
- (60) Gardiner, Stanley C.; Blackstone, John H.; Gardiner, Lorraine R.; Drum-Buffer-Rope and Buffer management: Impact on production management study and practices; International Journal of Operations & Production Management, Vol. 13, No. 6, p. 68-78, 1993.
- (61) Gay, L.R.; Diehl, P.L.; Research Methods for Business and Management. MacMillan, p. 5, 1992.
- (62) Gelders, Ludo F.; Van Wassenhove, Luk N.; Capacity planning in MRP, JIT, and OPT: a Critique; Engineering Cost and Production Economics, 9, p. 201-209, 1985.
- (63) Gershwin, S. B.; Hierarchical flow control: a framework for scheduling and planning discrete events in manufacturing systems; Proceedings of the IEEE, vol. 77, n. 1, p. 195-208, 1989.
- (64) Giard, Vincent; Gestion de la Production ; Editora Econômica, 2a. ed., 1068 p., Paris, 1988.
- (65) Godinho Filho, Moacir; Fernandes, Flávio C. F.; Uma análise dos sistemas de planejamento e controle da produção em uma grande empresa de materiais de escrita; Anais do XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, Curitiba, 23 a 25 de outubro, 2002, (CD-ROM).
- (66) Goldberg, S.; Produtos de fé; Revista Isto É, 17 de abril de 1996. 3p. <http://www.terra.com.br/istoe/economia/138521.htm> consultado em 28/04/2005.
- (67) Goldratt Eliyahu M.; Computerized shop floor scheduling; International Journal of Production Research, Vol. 26, No. 3, p. 443-455, 1988.
- (68) Gousty, Yvon; Kieffer, Jean-Paul. ; Une nouvelle typologie pour les systèmes industriels de production. Revue Française de Gestion, p. 104-112, Juin-Juillet-Août, 1988.
- (69) Groover, M.; Automation, Production systems and Computer Aided Manufacturing; Englewood Cliffs, NJ., Prentice-Hall, 1980.
- (70) Grünwald H.; Striekwold P.E.T.; Weeda P.J.; A framework for quantitative comparison of production control concepts; International Journal of Production Research, Vol. 27, No. 2, p. 281-292, 1989.

- (71) Hastings, Nicholas A.J.; Marshall, Peter; Willis, Robert J.; Schedule based MRP: an integrated approach to production scheduling and material requirements planning; *Journal of Operational Research Society*, vol. 33, No 11, p. 1021-1029, 1982.
- (72) Hastings, Nicholas A.J.; Yeh, Chung-Hsing; Bill of manufacturing; *Production and Inventory Management Journal*, p. 27-31. Fourth Quarter, 1992.
- (73) Hayes, Robert H.; Schmenner, Roger W.; How should you organize manufacturing; *Harvard Business Review*, p. 105-118, January–February, 1978.
- (74) Hayes, Robert H.; Whelwright, S.C.; Restoring our competitive edge: Competing though manufacturing; Willey, New York, 1984.
- (75) Hax, Arnold C.; The Design of large Scale Logistics Systems: A survey and an approach; Edited by W.H. Marlow; *Modern Trends in Logistic Research*, Cambridge, M.A., The MIT Press, 1976.
- (76) Hax, Arnold C.; Candea, Dan; *Production and Inventory Management*. Prentice-Hall, Englewood Clifs, New Jersey, 513 p., 1984.
- (77) Holstein, Willian K.; Production planning and control integrated. *Harvard Business Review*, p. 121-140, May-June, 1968.
- (78) Hopp, W.J.; Spearman, M.L.; *Factory Physics: Foundations of manufacturing management*; Irwin Homewood, IL, 1996.
- (79) IEDI, Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial; O Comércio exterior brasileiro; 1o. semestre de 2004.  
<http://www.iedi.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=iedinet&sid=54> acesso em 09/09/2004.
- (80) Instrução Normativa nº. 1, de 09 de janeiro de 2002, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento;  
<http://oc4j.agricultura.gov.br/agrolegis/do/consultaLei?op=viewTextual&codigo=1777> 2002, consultado em 18/03/2005.
- (81) Instrução Normativa nº. 03 de 17 de janeiro de 2000 que aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue, constante do anexo desta instrução normativa, publicada no D.O.U de 24.01.00 Decreto nº. 2.244 de 4 de junho de 1997.

<http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/riispoa.htm#decreto78713> consultado em 24/02/2003.

- (82) Jacobs, F. Robert; The OPT Scheduling System: A review of a new production scheduling system; *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 24, No. 3, p. 47-51, 1983.
- (83) Jichao, Xu; Variability detection and robustness design in complex production system; *Computers & Industrial Engineering*, 31, p. 775-778, 1996.
- (84) Johnson, Lynwood A.; Montgomery, Douglas C. *Operations Research in production planning, scheduling and inventory control*. John Wiley & Sons, Inc., 525 p., 1974.
- (85) Karmarkar, U. Getting Control of Just-In-Time. *Harvard Business Review*, p. 122-131, Septiembre-October, 1989.
- (86) Kingsman, Brian; Hendry, Linda; Mercer, Alan; Souza, Antonio de. Responding to customer enquiries in make-to-order companies problems and solutions. *Int. J. Production Economics*, 46-47, p. 219-231, 1996.
- (87) Lakatos, Eva Maria; Marconi, Marina de Andrade. *Metodologia científica*. Ed. Atlas S.A., São Paulo, 2<sup>a</sup>. ed., 249 p., 1995.
- (88) Lambert, Annie ; La désintégration verticale: une réponse aux exigences de flexibilité dans les industries alimentaires ; *Revue Gestión* , 2000, p. 59-78, janvier-février, 2001.
- (89) Lemos, Vinicius Manoel Costa Ferreira; “Melhoramento animal: bases para a produção do zebu”; <http://www.ufv.br/dbg/trab2002/MELHOR/MHR011.htm> , 2002, consultado em 30/07/2004.
- (90) Liu, J.; MacCarthy, B.L.; The classification of FMS scheduling problems. *International Journal of Production Research*, 34, p. 647-656, 1996.
- (91) Lu, David J. (translated by); *Kanbam: Just-in-time at Toyota*; Japan Management Association, Productivity Press, 168 p., 1985.
- (92) Luber, A.; How to identify a true process industry solution; *Production and Inventory Management*, (12:2), p. 16-17, 1992.
- (93) Loos, Peter; Gozintographs for by-products and cyclic production: An approach for ERP system application. *Seventh Americas Conference on Information Systems*, p. 1111-1117, 2001.



<http://isym.bwl.uni-mainz.de/publikationen/amcis01-loos.pdf> acesso em 08/09/2004.

- (94) Lundrigan, Robert. What is this thing called OPT?. Production and Inventory Management, vol. 27, No. 2, pg 2-11, Second quarter, 1986.
- (95) MacCarthy, B.L.; Liu, J.; A new Classification scheme for flexible manufacturing systems; International Journal of Production Research, 31, p. 299-309, 1993.
- (96) MacCarthy, Bart L.; Fernandes Flavio C.F.; A multidimensional classification of production systems for the design and selection of production planning and control systems; Production Planning & Control, vol. 11, N° 5, p. 481-496, 2000.
- (97) McGlennon, Jimmy; A framework for intelligent master planning. Production Planning & Control, vol. 1, No. 2, p. 112-120, 1990.
- (98) McKaskill, Tom; Applying the process production model to discrete manufacturing; Manufacturing Systems, p. 70-72, October, 1992.
- (99) McKay, H.N.; Safayent, Frank R.; Buzzacott, John A.; A review of hierarchical production planning and its applicability for modern manufacturing; Production Planning & Control, vol. 6, p. 384-394, 1995.
- (100) Marfinati, Bruno; Exportações de carne bovina do Brasil sobem 28% em fev-Abiec  
<http://noticias.uol.com.br/economia/ultnot/reuters/2005/03/14/ult29u39527.jhtm>, 14/03/2005, consultado em 01/04/2005.
- (101) Martin, Dominique ; Machine a classer: Revolution dans les abatoirs ; Ensemble Magazine, no. 454, p. 12-20, fevrier, 2003.
- (102) Mazzotti, Alda Judith Alvez; Gewandsznajder, Fernando; O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa; 2ª. ed., São Paulo, Ed. Pioneira, 149 p., 2001.
- (103) Meleton Jr, Marcus P.; OPT Fantasy or breakthrough?; Production Inventory Management, V. 27, No. 2, p. 13-21, 1986.
- (104) Miltenburg, John; Wijngaard, Jacob; Designing and phasing in Just in Time production system; International Journal of Production Research. Vol. 29, No. 1, p. 115-131, 1991.

- (105) Miranda, Sílvia Helena G. de; Motta Maria Aparecida S. B.; Exportação de carne bovina brasileira: evolução por tipo e destino, março/2001, XXXIX Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural (Sober), <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/expobovino2001.pdf> consultado em 08/04/2005.
- (106) Monden, Y.; Sistema Toyota de Produção; Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 2ª. Ed., 1986.
- (107) Nahmias, Steven; Production and operation analysis; Richard D. Irwin Inc., 2<sup>nd</sup> ed., 807 p., 1989.
- (108) NBR 14724: Normas para apresentação gráfica do trabalho; ago. 2002; Biblioteca Digital; [http://www.bco.ufscar.br/htdocs/bibdigital01\\_06.htm](http://www.bco.ufscar.br/htdocs/bibdigital01_06.htm); Última Atualização: 30/01/2006; consultado em 13/11/2006.
- (109) Newman, Willian Rocky; Sridharan, V.; Manufacturing planning and control: is there one definitive answer?; Production and Inventory Management Journal, 33, 1, p. 50-54, First quarter, 1992.
- (110) Orlick, Joseph; Material Requirements Planning; McGraw-Hill Book Company, 292 p., 1975.
- (111) Olhager, Jan; Östlund, Björn; An integrated push-pull manufacturing strategy; European Journal of Operational Research, p. 135-142, 1990.
- (112) Parker, Kevin; A configurator for process industries; Manufacts, p. 30-32, September, 1997.
- (113) Pedreira, Aparecida C. de M. Silveira; Abate Kosher; [www.tecnobovi.com.br/artigos/kosher\\_kalal\\_htm\\_04\\_03\\_2003.htm](http://www.tecnobovi.com.br/artigos/kosher_kalal_htm_04_03_2003.htm), 2003, consultado em 23/02/2005.
- (114) Pedreira, Aparecida C. de M. S.; “Abate Halal”, Radares Técnicos, BeefPoint, [http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&area=17&area\\_desc=Qualidade+da+Carne&id\\_artigo=4465&perM=7&perA=2004](http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&area=17&area_desc=Qualidade+da+Carne&id_artigo=4465&perM=7&perA=2004) 10/05/2002, consultado em 28/07/2004.
- (116) Pereira, Angélica; Baracat, Rosana; “A Cadeia da carne bovina e sua relação com o consumidor”, Radares Técnicos, 18/06/2004.

[http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&id\\_artigo=19191&area=17&area\\_desc=Qualidade+da+Carne&dir=radarestecnicos/artigo.asp](http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&id_artigo=19191&area=17&area_desc=Qualidade+da+Carne&dir=radarestecnicos/artigo.asp), consultado em 31/03/2005.

- (117) Plenert, G.; Best, T. D.; MRP, JIT, and OPT: What's Best?; Production and Inventory Management, n°2, p. 22-28, Second quarter, 1986.
- (118) Plenert, Gerhard; Three differing concepts of JIT; Production and Inventory Management Journal, p. 1-2, Second Quarter, 1990.
- (119) Portal boidecorte; Bovino: aproveitamento vai da carne aos chifres; [http://www.boidecorte.com.br/scripts/noticias\\_detail.asp?codNoticias=193](http://www.boidecorte.com.br/scripts/noticias_detail.asp?codNoticias=193), de 13/07/2004 consultado em 17/02/2005.
- (120) Porter, Keith; Little, David; Rollins, Ralph; Manufacturing Classifications: relationships with production control systems; Integrated Manufacturing Systems, 10/4, p. 189-198, 1999.
- (121) Prado, M.; O agribusiness em um mundo globalizado. in Pinazza, L.A.; Alimandro, R.; Reestruturação no Agribusiness Brasileiro. ABAG, Agroanalysis FGV, 266 p., 1999.
- (122) Proth, Jean Marie ; Conception et gestion des systèmes de production ; Presses Universitaires de France, 302 p., 1992.
- (123) Ptak, Carol A.; MRP, MRP II, OPT, JIT and CIM – Succession, evolution, or necessary combination; Production and Inventory Journal, p. 7-11, Second Quarter, 1991.
- (124) Putnam, A. O.; MRP for repetitive manufacturing shops: a flexible kanban system for America; Production and Inventory Management, p. 60-80, 1983.
- (125) Rajagopalan, S.; Make to order or make to stock: Model and application; Management Science, INFORMS, vol. 48, No. 2, p. 241-256, February, 2002.
- (126) Rao, Ashok; Scheraga, David, P.; Moving from manufacturing planning to just-in-time manufacturing. Production and Inventory Management Journal, p. 44-49, First Quarter, 1988.
- (127) Redação RuralNews; “Cuidados antes do abate de bovinos”; [http://www.ruralnews.com.br/pecuaria/bovinos/cuidados\\_antes\\_abate.htm](http://www.ruralnews.com.br/pecuaria/bovinos/cuidados_antes_abate.htm) de 12/04/2002 consultado em 24/02/2003

- (128) Resende, M.O.; Planejamento e controle da produção: Teoria e prática da indústria mecânica no Brasil; Tese apresentada à área de pós-graduação em Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor, 1989.
- (129) Resolução DIPOA nº. 002, de 08 de março de 1999;  
<http://oc4j.agricultura.gov.br/agrolegis/do/consultaLei?op=viewTextual&codigo=2455>  
consultado em 31/03/2005.
- (130) Ribeiro, Ana Raquel B. M.; Caleman, Silvia M. Q.; Fava Neves, Marcos; Zylbersztajn, Décio; Machado Filho, Cláudio P.; Bombig, Rodrigo Teixeira; “Cadeia produtiva de carne bovina e o Mato Grosso do Sul”, Julho. 2001 [http://www.agricon.com.br/fotos\\_et/Documento\\_Final\\_Pensa.pdf](http://www.agricon.com.br/fotos_et/Documento_Final_Pensa.pdf)  
consultado em 01/04/2005.
- (131) Rice, James W.; Yoshikawa, Takeo; A comparison of kanban and MRP concepts for the control of repetitive manufacturing systems; Production and Inventory Management, p. 1-13, First Quarter, 1982.
- (132) Riziebos, Jan; The design of period batch control planning system for cellular manufacturing; Thesis University of Groningen, Groningen, the Netherlands, PrintPartners Ipskkamp B.V., Enschede, the Netherlands, 2001.
- (133) Roça, R. de O.; “Modificações pós morten”; Laboratório de Tecnologia dos produtos de origem animal, F.C.A. Unesp Campus de Botucatu;  
<http://www.fca.unesp.br/outros/tcarne/textos/Roca105.pdf> consultado em 28/04/2003
- (134) Roça, R. O.; “Abate humanitário: insensibilização e sangria”, 6p. <http://www.dipemar.com.br/atabRNC> (27/03/2002) in Aparecida Carla de Moura Silveira Pedreira, “abate kosher”; Departamento de Produção Animal, USP/ESALQ, Piracicaba;  
[http://www.tecnobovi.com.br/artigos/kosher\\_kalal.htm](http://www.tecnobovi.com.br/artigos/kosher_kalal.htm) em 04/03/2003.
- (135) Safizadeh, M. Hossein; Ritzman, Larry P.; Sharma, Deven; Wood, Craig; An empirical analysis of the product-process matrix; Management Science, Vol. 42, No. 11, p. 1576-1591, november 1996.
- (136) Scarpelli, M. Planejamento e controle da produção. in Batalha, M.O. Gestão Agroindustrial. Ed. Atlas, 2ª. ed., 1º. vol., 690 p., 2001.

- (137) Schmitt, Thomas G.; Klastorin, Theodore; Shtub, Avraham; Production classification system: concepts, models and strategies; *International Journal of Production Research*, Vol. 23, No. 3, p. 563-578, 1985.
- (138) Schonberger, Richard J.; Selecting the right manufacturing system: Western and Japanese approaches; *Production and Inventory Management*, V.24, No. 2, p. 33-44, Second Quarter, 1983.
- (139) Schragenhein, Eli; Ronen, Boaz; Drum-buffer-rope shop floor control; *Production and Inventory Management Journal*, p. 18-22, Third Quarter, 1990.
- (140) Shobrys, Donald E.; White, Douglas C.; Planning, scheduling and control systems: why can they not work together. *Computers and Chemical Engineering*, 24, p. 163-173, 2000.
- (141) Simon, A.T.; Maestrelli N.C.; Agostinho, O.L.; Programação CNC utilizada no parque industrial brasileiro; *Máquinas e Metais: revista brasileira de tecnologia de usinagem e automação da manufatura*, Nº 461, p. 150-161, junho 2004.
- (142) Sipper, Daniel; Bulfin Jr., Robert L.; *Production: Planning, control and integration*; The McGraw-Hill Companies, Inc., 629 p., 1997.
- (143) Skinner, Wickhan; The focused factory; *Harvard Business Review*, p.113, May-June, 1969.
- (144) Soman, Chetan Anil; Van Donk, Dirk Pieter; Gaalman, Gerard; Combined Make-to-order and make-to-stock in a food production system.  
<http://www.ub.rug.nl/eldoc/som/a/02A49/02A49.pdf> acesso em 08/04/2003.
- (145) Spearman, M.L.; Woodruff, D.L.; Hoop, W.J.; CONWIP: a pull alternative to kanban; *International Journal of Production Research*, vol. 28, no. 5, p. 879-894, 1990.
- (146) Spearman, M.L.; Customer service in pull production systems; *Operations Research*, vol. 40, no. 5, p. 948-958, September-October, 1992.
- (147) Spearman, Mark L.; To pull or not to pull, what is the question?; White papers series; Part II: making lean work in your plant, *Factory Physics Inc.*, 2002,  
<http://www.aug.edu/~sbajmg/quan6610/Lean%20Concepts/leanWP2.pdf>  
acesso em 10/10/2003.
- (148) Spencer, Michael S.; Using the goal in an MRP system; *Production and Inventory Management Journal*, p. 22-28, Fourth Quarter, 1991.

- (149) Strieckwold, P.E.T.; A quantitative comparison of production and inventory control concepts; *International Journal of Production Research*, Vol. 28, No. 11, p. 1921-1937, 1990.
- (150) Sugimori, Y.; Kusunoki, K.; Cho, F.; Ichikawa, S.; Toyota production system and kanban system: Materialization of Just-in-time and respect-for-human system; *International Journal of Production Research*, Vol. 15, No. 6, p. 553-564, 1977.
- (151) Taal, Martin; Wortmann, Johan; Integrating MRP and finite capacity planning; *Production Planning and Control*; Vol. 8, No. 3, p. 245-254, 1997.
- (152) Taube Neto, Miguel; Integrated Planning for Poultry Production at Sadia; *Interfaces*, Vol. 26, p. 38-53, January-February, 1996.
- (153) Taylor, Sam G.; Production and inventory management in the process industries: a state of the art survey; *Production and Inventory Management*, p. 1-16, First Quarter, 1979.
- (154) Taylor, Sam G.; Seward, Samuel M.; Bolander, Steven; Heard, Richard C.; Process industry production and inventory planning framework: a summary; *Production and Inventory Management*, p. 15-32, First Quarter, 1981.
- (155) Treillon, Roland; Lecomte, Catherine; *Gestion Industrielle des Entreprises Alimentaires – Techniques et pratiques de la gestion des flux*; Lavoisier Tec&Doc, p. 175-202, 1996.
- (156) Van der Linden, P.M.J.; Grünwald, H.; On the choice of a production control system; *International Journal of Production Research*, Vol. 18, No. 2, p. 273-279, 1980.
- (157) Van Donk, Dirk Pieter; Make to stock or make to order: The decoupling point in the food processing industries; *International Journal of Production Economics*, 69, p. 297-306, 2001.
- (158) Vegetti, M.; Henning, G.P.; Leone, H.P.; An object-oriented model for complex bills of material in process industries; *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, vol. 19, N° 4, p. 491-497, October-December, 2002.
- (159) Vera, Armando Asti; *Metodologia da pesquisa científica*; Ed. Globo, Porto Alegre, 4ª. ed., 23 p., 1979.

- (160) Vollmann, Thomas E.; Berry, William L.; Whybark, D. Clay; Manufacturing planning and control systems; Richard D. Irwin Inc., Third Edition, N.Y.; 844 p., 1992.
- (161) Yokoo, M.; Sainz, F. A. R.; Rocha, G.; Comparação entre cortes comerciais de carne bovina no Brasil, Austrália e nos Estados Unidos; Radares Técnicos, Beefpoint, 08/09/2003;  
[http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&area=17&area\\_desc=Qualidade+da+Carne&id\\_artigo=6583](http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&area=17&area_desc=Qualidade+da+Carne&id_artigo=6583), consultado em 24/03/2005.
- (162) Wight, O.W.; Production and Inventory Management in the Computer Age; Van Nostrand, Reinhold Co., New York, 1984.
- (163) Woodward, J.; Organização Industrial: Teoria e Prática. Ed. Atlas, 1977.
- (164) Zijm W.H.M.; Towards intelligent manufacturing planning and control systems; OR Spectrum, 22, p. 313-345, 2000.

## GLOSSÁRIO

Abate Halal	Abate de animais segundo o ritual muçulmano.
Abate Kosher	Abate de animais segundo o ritual judaico.
Carne DFD	<i>Dark, firm, dry; ou dark-cutting</i> ; carne escura, rígida e seca, ou carne escura; carne resultante de animais em que a acidez tornou-se elevada como consequência das tensões sofridas pelos animais nos momentos pré-abate.
Co-produtos	Todos os produtos que são naturalmente gerados nos processos de fragmentação e apresentam um valor de mercado intrínseco, mas não necessariamente uma demanda certa ou equilibrada em relação à unidade de matéria-prima.
Cria	Etapa do processo de produção bovina que compreende a reprodução (monta, gestação e nascimento) e o crescimento do bezerro até a desmama.
Demanda dependente	Consumo diretamente relacionado ou derivado do consumo de outro item ou produto da empresa.
Demanda independente	Consumo não relacionado a quaisquer necessidades internas da empresa, seja individualmente ou relacionada a outros itens.
Descarte	Procedimento do processo de produção bovina que consiste na seleção de animais para envio ao abatedouro.
Desossa	Procedimento de retirada dos músculos de suas respectivas bases ósseas.
Dimensionamento de lotes	Atividade de planejamento que se caracteriza por determinar as quantidades de cada item a serem obtidas e/ou armazenadas.
Empurrar a produção	Sistemática de controle da produção em que o fluxo de informações tem a mesma direção do fluxo de materiais.
Engorda	Etapa do processo de produção bovina que consiste em promover nos animais selecionados para abate o surgimento de maior cobertura de gordura sobre os músculos apresentados nos cortes tradicionais a partir do fornecimento de uma alimentação rica em carboidratos.
Estoque em processo	Total de matérias-primas que se encontra na fábrica em suas diferentes etapas de agregação de valor.
Família de produtos	Conjuntos de produtos que detêm algum tipo de semelhança em seus projetos ou processos de obtenção.
Flow shop bloqueado	Particular tipo de sistema de fabricação em fluxo, no qual diferentes lotes de produtos podem ser obtidos seguindo o mesmo roteiro fixo.
Fluxo emaranhado	Conjunto de diferentes caminhos percorridos pelas matérias primas dentro de um empreendimento devido às diferentes seqüências de operações necessárias à obtenção de cada produto e simultaneamente devido à forma com que os equipamentos que as realizam estão distribuídos na fábrica.
Gargalo	Qualquer recurso produtivo cuja capacidade seja inferior às exigências ditadas pela carga de trabalho prevista.



Grupo de recursos	Conjunto de equipamentos capazes de executar os mesmos tipos de operações.
Listas planas	Listas de materiais sem os itens constituintes dos subconjuntos montados.
Lote de processo	Quantidade de um dado item que é processado conjuntamente em uma operação a cada vez que ela é executada.
Lote de transferência	Quantidade de um dado item que é transportado de uma operação em um posto de trabalho para outra em outro posto de trabalho.
Manufatura discreta	Sistema de produção dedicado à obtenção de diferentes itens, em pequenas quantidades.
Material Requirement Planning (MRP)	Planejamento de necessidade de Materiais. Procedimento de planejamento de materiais baseado no conceito de demandas dependentes.
Mix de produtos	Combinação de diferentes produtos.
Nervosidade	Fenômeno de perda de capacidade devida a pequenos lotes de fabricação que não compensam o tempo gasto com a preparação das operações.
Nivelamento ou amaciamento da produção.	Denominação dada ao procedimento de planejamento executado em sistemas de produção que fabricam apenas quando necessário, no qual se considera a participação percentual de cada produto, prevista no conjunto das vendas, distribuída equitativamente pelos dias do mês e em cada dia.
Perecibilidade	Característica dos materiais de origem vegetal ou animal que progressivamente perdem suas propriedades físicas e químicas.
Perfil de carga	Espectro de tempo de trabalho necessário para a consecução de um produto segundo os diferentes recursos de produção utilizados ao longo do tempo de obtenção. As cargas de trabalho assim geradas compreendem todos os itens e subconjuntos necessários sem individualizá-los. Em geral os perfis de carga são estabelecidos apenas para os recursos críticos ou setores produtivos.
Planejamento agregado	Procedimento de planejamento que utiliza dados agrupados segundo uma unidade comum para estabelecer diretrizes em relação ao uso da capacidade de produção (mão de obra, horas extras, contratação de terceiros, mão de obra temporária etc...), estoques, necessidades energéticas de materiais e de investimentos.
Planejamento de materiais	Conjunto de atividades necessárias para determinar quais, quando e quanto, de matérias-primas e componentes, é necessário para atender a fabricação dos produtos previstos no programa mestre de produção.
Planejamento Industrial e Comercial	Vide planejamento agregado
Plano Diretor de Produção	Vide planejamento agregado
Plano mestre de produção	Registro em que se determinam os produtos, suas quantidades e períodos em que deverão estar disponíveis para atender as demandas globais.

Ponto de encomenda	Ou nível de reposição: quantidade de material em estoque que serve de referência para que seja emitida uma ordem de reposição do material. Isso deve ocorrer toda vez que o nível de estoque disponível se iguala ou cai abaixo do nível de reposição.
Produção em fluxo contínuo	Sistema de produção em que os processos de transformação ocorrem simultaneamente ao transporte da matéria prima, também definida como contínua. Isto é, toda matéria prima que só pode ser tratada por unidades de peso ou volume.
Programa mestre da produção	Registro que especifica os tipos e as quantidades de produtos a serem fabricados período a período.
Programação com carregamento infinito	Ordenamento de tarefas no tempo supondo que os prazos de conclusão possam ser estendidos a medida do necessário ou que a capacidade dos recursos possa ser expandida se o intervalo de tempo for limitado.
Programação finita	Ordenamento de tarefas no tempo tendo por pressuposto a limitação temporal de uso dos recursos produtivos.
Programação mesclada	Combinação de uma seqüência de diferentes lotes dos produtos de acordo com o percentual de demanda de cada um deles em relação à demanda total mensal prevista.
Programação progressiva (forward)	Ordenação de seqüência das operações necessárias à fabricação de cada item, nos respectivos recursos, partir de uma data de início pré-determinada para a primeira operação de cada item.
Programação retroativa (backward)	Ordenação seqüencial retroativa das operações necessárias à fabricação de cada item, nos respectivos recursos, a partir da data desejada para a conclusão da última operação em cada item.
Puxar a produção	Sistemática de controle da produção cujo fluxo de informações é inverso ao fluxo de materiais.
Recria.	Etapa do processo de produção bovina que compreende o período que vai da desmama ao início da fase de engorda ou reinício do período de cria, agora como matrizes ou reprodutores novos.
Recurso restrição de capacidade	Qualquer recurso, dentro de um sistema, que seja o principal limitante de seu desempenho em relação ao objetivo estabelecido.
Roteiro de fabricação	Descrição da seqüência de recursos a serem utilizados para a obtenção de um dado produto.
Sangria	Procedimento do abate bovino que consiste no seccionamento dos grandes vasos do pescoço, de tal forma que se promova a eliminação do maior volume de sangue possível conduzindo assim a morte do animal.
Sazonalidade da demanda	Comportamento de consumo que ciclicamente apresenta períodos com valores altos seguidos de períodos com valores baixos graficamente semelhantes a uma senóide.
Sistema de classificação	Forma organizada de agrupar entidades, segundo algumas de suas similaridades de modo que se possa obter ou aplicar conhecimentos específicos em cada grupo, para explicar ou intervir em seu comportamento.
Suavização da carga de trabalho	Procedimento de planejamento em que se desloca a necessidade de produção para períodos em que haja disponibilidade de capacidade de tal forma a se obter uma carga de trabalho constante no tempo.

Subprodutos	Parcela dos itens obtidos dos processos de fracionamento de matérias-primas cujo valor não é intrínseco, isto é, devem ser retrabalhados para agregar valor.
verticalização	Procedimento de incorporação de atividades a montante e/ou a jusante de um empreendimento industrial visando reduzir custos, melhorar a qualidade e/ou confiabilidade dessas atividades.







## ANEXO II

**Síntese dos atributos segundo similaridade e nomenclatura original das classificações**

1	<b>TIPO DE DEMANDA</b> Sob pedido Sob pedido e confirmação MTO Sob pedido e projeto (ou protótipo) MTS/MTO Para estoque MTS	5	<b>FLUXO DE MATERIAIS</b> Layout linha Linha de montagem Linha discreta Layout em grupo Layout funcional Layout por produto Layout de posição fixa sem estoque Flow shop Fluxo em T Manufatura celular Job shop Fluxo divergente ou unifilar (V ou I) Fluxo em V Fluxo em A Perfil de produtos a opções e variantes Fluxo descontínuo linear Fluxo descontínuo emaranhado Fluxo descontínuo fixo Máquinas simples Máquinas paralelas Jobbing Grandes projetos Tipo laboratório	7	<b>CARACTERÍSTICA DOS EQUIPAMENTOS</b> Automação rígida Automação normal		
2	<b>ESTRUTURA E INEDITISMO DO PRODUTO</b> Produto simples  Produto complexo  Produto padrão			8	<b>TEMPO DE OBTENÇÃO</b> Tempo de (entrada + transf. + distr.) Tempo de (distribuição) Tempo de (transf. + distr.) Tempo de (entrada + distr.)		
	<b>DIVERSIDADE DE PRODUTOS</b> Média variedade de produtos Multivariabilidade de produtos			9	<b>SISTEMA DE CONTROLE DE FLUXO</b> Sistema puxado puro Sistema puxado modificado Sistema puxado Sistema empurrado Sistema empurrado e puxado Sistema empur. e pux. c/ regulação  Sistema empur. e pux. s/ regulação Buffer de entrada Buffer intermediário Buffer final Estoque p/ estoque p/ cliente Fonte p/ estoque p/ o cliente Estoque para o cliente Fonte para o cliente Estoque puro WIP puro		
3	<b>QUANTIDADE POR PRODUTO</b> (Lote) Quantidade unitária Fabricação única Pequenas quantidades (volumes) Lote (> 1) Grandes lotes Médio volume						
4	<b>FREQÜÊNCIA DE FABRICAÇÃO POR PRODUTO</b> Contínuo Descontínuo Intermitente Repetitiva Processo Processo em lote Massa						
		6	<b>DEFINIÇÃO DE OPERAÇÕES</b> Fabricação Desmontagem Nenhuma montagem Montagem simples Montagem complexa <b>Mistura química</b> Montagem de um grande projeto Montagem de prod. Pesados em layout fixo Montagem de prod. Leves em estações //s Linha de mont. c/ conveyors móveis s/ parada <b>Linha de mont c/ conveyors móveis e paradas programadas</b> Linha de montagem acionada p/ operador Linha de montagem usada p/ operador		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1157 1648 1220 1682">n</td> <td data-bbox="1228 1648 1460 1682">Tipo de atributo</td> </tr> </table>	n	Tipo de atributo
n	Tipo de atributo						

## ANEXO III

Comparação de cortes bovinos no Brasil, Austrália e nos USA.

<b>Brasil</b>	<b>Austrália</b>	<b>USA</b>
Acém	Chuck roll ***	Chuck roll
Alcatra (miolo)	Rostbiff	Top sirloin butt (Round eye)
Bananinha	Intercostals (rib fingers)	Rib fingers, boneless
Bife da ponta de agulha	Brisket - deckle off	Outside skirt (plate)
Bisteca	*	Rib / Striploin steak, bone in
Braço	Armbone shin	Foreshank
Capa de costela	Chuck meat square	*
Capa do contra filé	*	Beef Rib, blade meat
Came de panela em cubo de qualquer músculo	Diced Beef	Diced / stewing beef
Came moída	Minced beef	Ground beef
Contra filé	Striploin	Strip loin / ribeye
Contra filé com costela e capa	Ribs - prepared	Beef rib, oven-prepared
Costela	Rib ends	Back ribs
Costela sem osso	Spare ribs	Back ribs, boneless
Costelinha	Short ribs	Short ribs, trimmed
Coxão duro	Outside flat	Outside round (flat)
Coxão mole	Topside / inside - cap off	Top (inside) round, cap off
Cupim	Chuck crest	Hump
Diafragma / entranha fina	Inside skirt	Outer Skirt Steak / Diaphragm
Filé mignon	Tenderloin	Full Tenderloin
Fraldinha	Internal flank plate	Bottom Sirloin (Flap/Abdominis internus)
Fraldão	Thin Flank	Transversus Abdominus / Inner Skirt Steak
Ganhadora / raquete	Oyster blade	Beef Chuck Top Blade Roast, boneless
Lagarto	Eye round	Eye of round
Lombinho	Thick skirt	*
Maminha	Bottom sirloin triangle (Tri-tip)	Bottom sirloin butt (Tri-tip)
Músculo (braço)	Shin / Shank	Foreshank
Músculo (traseiro)	Shin-special trim	Shank
Pacu (bife do vazio)	Flank steak	Flank steak
Paleta	Blade (clod)	Shoulder clod
Patinho	Knuckle	Knuckle, peeled (Ball tip)
Peito	Brisket point end plate	Brisket, deckle-off, boneless
Peixinho	Chuck tender	Chuck Mock Tender
Pescoço	Neck	Neck
Pescoço e acém	Chuck	Chuck
Pescoço	Neck	Neck
Pescoço e acém	Chuck	Chuck
Picanha	Rump cap	Top sirloin cap
Picanha e alcatra	D-Rump	Top sirloin butt, Boneless
Ponta de agulha sem osso	Brisket - deckle off	Inside skirt (plate)
Tibone	*	Porterhouse / T-bone steak
Traseiro especial	Pistola hindquarter	Beef round (Primal)
Vazio	Thin flank	Flank steak

\* O corte equivalente não pode ser determinado.

[http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&area=17&area\\_desc=Qualidade+da+Carne&id\\_artigo=6583](http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&area=17&area_desc=Qualidade+da+Carne&id_artigo=6583) consultado em 24/03/2005.



## ANEXO IV

Exemplo de balanceamento manual de co-produtos executado na empresa SOVIBA na França.

Função vital de um abatedouro: emissão de ordens. Cada dia em Lion D'Angers, Thierry Rousseau deve ajustar o planejamento de abate e de desossa em função das necessidades comerciais.

## DEBOUCHES

**Avant d'abattre un bovin, mieux vaut s'assurer que toutes ses pieces de viande seront vendues.  
Un puzzle a ajuster sans cesse en fonction des besoins et des aleas de approvisionnement.**

**Antes de abater um bovino, melhor se assegurar que todas as suas peças de carne serão vendidas. Um quebra cabeça a ajustar sem cessar, em função das necessidades e das aleatoriedades de aprovisionamento.**

Fonte: Martin Dominique; "Machine a classer: Revolution dans les abatoirs"; Ensemble Magazine; no. 454 ; fevrier 2003 ; pg 12-20

## ANEXO V

Dados referentes à avaliação do sistema de classificação amplo, em que se pesquisou nas empresas consideradas, as seguintes variáveis:

- i - Processo: (desagregação, transformação, agregação)
- ii - Matéria-prima: (perecível, não perecível / discreta, contínua)
- iii- Dimensão competitiva: (preço, qualidade, flexibilidade) (to order/to stock)
- iv- Fluxo de materiais: (Project shop/job shop/flow shop dedicado/flow shop bloqueado)
- v - Sistema de emissão de ordem:  
(MTS/ATS/DTS; MTO/ATO/DTO; MMTO/MATO/MDTO;  
DMTO /DATO/DDTO)

Obtiveram-se então as seguintes caracterizações:

Empresa 1: Pão de Queijo.

- i – Processo: Agregação;
- ii – Matéria-prima: perecível, contínua;
- iii – Dimensão competitiva: flexibilidade; produção para estoque;
- iv – Fluxo de materiais: flow-shop dedicado;
- v - Sistema de emissão de ordens: ATS (Assemble to stock)

De acordo com o quadro 4.17 indicam-se as seguintes funções:

Sistema de Cálculo de Materiais: MRP receita;  
Sistema de Cálculo de Capacidade: Gargalo;  
Sistema de emissão de ordens: MRP;  
Sistema de controle da produção: SFC

Empresa 2: Elfusa Geral de Eletrofusão LTDA. (Beneficiamento de minérios, produção de óxidos por processo de fusão).

- i – Processo: Desagregação (conformação e seleção de grãos);
- ii – Matéria-prima: Não perecível, contínua;
- iii – Dimensão competitiva: Preço; produção para estoque;

- iv – Fluxo de materiais: *Flow-shop* bloqueado;
- v - Sistema de emissão de ordens: DTS (disassemble to stock)

De acordo com o quadro 4.14 indicam-se as seguintes funções:

Sistema de Cálculo de Materiais: PRM receita

Sistema de Cálculo de Capacidade: Gargalo

Sistema de emissão de ordens: PRM

Sistema de controle da produção: Shop Floor Control

Empresa 3: EATON Corporation (Usinagem de eixos e engrenagens (células)).

- i – Processo: Transformação;
- ii – Matéria-prima: Não perecível, discreta;
- iii – Dimensão competitiva: Qualidade; produção para estoque;
- iv – Fluxo de materiais: Flow-shop bloqueado;
- v - Sistema de emissão de ordens: MTS

De acordo com o quadro 4.16 indicam-se as seguintes funções:

Sistema de Cálculo de Materiais: JIT

Sistema de Cálculo de Capacidade: Gargalo

Sistema de emissão de ordens: Kanbam

Sistema de controle da produção: Kanbam

Empresa 4: Marilan Alimentos S.A. (Fabricação de biscoitos (linhas)).

- i – Processo: Agregação;
- ii – Matéria-prima: Perecível, contínua;
- iii – Dimensão competitiva: Preço; To stock
- iv – Fluxo de materiais: Flow-shop dedicado;
- v - Sistema de emissão de ordens: ATS

De acordo com o quadro 4.16 indicam-se as seguintes funções:

Sistema de Cálculo de Materiais: MRP receita

Sistema de Cálculo de Capacidade: Gargalo

Sistema de emissão de ordens: MRP

Sistema de controle da produção: Taxa de Produção

Empresa 5: Faber- Castel (Fabricação de lápis (linhas)).

i – Processo: Agregação;

ii – Matéria-prima: Não perecível, discreta;

iii – Dimensão competitiva: Flexibilidade; produção sob pedido

iv – Fluxo de materiais: Flow-shop bloqueado;

v - Sistema de emissão de ordens: ATO

De acordo com o quadro 4.18 indicam-se as seguintes funções:

Sistema de Cálculo de Materiais: JIT

Sistema de Cálculo de Capacidade: Gargalo

Sistema de emissão de ordens: Kanbam

Sistema de controle da produção: Kanbam

Empresa 5: Compela Componentes elétricos LTDA. (O processo básico é de montagem).

i – Processo: Agregação;

ii – Matéria-prima: Não perecível, discreta;

iii – Dimensão competitiva: Flexibilidade; produção sob pedido;

iv – Fluxo de materiais: Flow-shop bloqueado;

v - Sistema de emissão de ordens: ATO

De acordo com o quadro 4.18 indicam-se as seguintes funções:

Sistema de Cálculo de Materiais: JIT

Sistema de Cálculo de Capacidade: Gargalo

Sistema de emissão de ordens: Kanbam

Sistema de controle da produção: Kanbam

ANEXO VI  
QUESTIONÁRIO

I – Caracterização da empresa:

- (1) Quantas plantas têm a empresa?.....  
 (2) Quanto abate cada unidade?  
 2.1...../ 2.2...../ 2.3...../ 2.4...../ 2.5...../  
 (3) Quantos funcionários há em cada unidade?  
 3.1...../ 3.2...../ 3.3...../ 3.4...../ 3.5...../  
 (4) Qual a quantidade de abate de cada unidade?  
 4.1...../ 4.2...../ 4.3...../ 4.4...../ 4.5...../  
 (5) Quantos turnos diários trabalha cada unidade?  
 5.1...../ 5.2...../ 5.3...../ 5.4...../ 5.5...../  
 (6) Qual o faturamento anual global da empresa? R\$.....  
 (7) A empresa trabalha com:  
     (7.1) Somente mercado interno ( )  
     (7.2) Somente mercado externo ( )  
     (7.2) Mercado interno e externo ( )  
 (8) Qual a participação percentual da empresa no mercado interno? .....  
 (9) Qual o volume aproximado de exportações (em ton.) em 2005? .....

II – Caracterização dos produtos.

- (10) Qual o número de produtos total da empresa? .....  
 (11) Qual o número de produtos padronizados da empresa? .....  
 (12) Há cortes diferenciados para o mercado interno, com padrões definidos pelos clientes?  
Sim ( ) Não ( )

Em caso afirmativo, cite um exemplo:

.....  
 .....  
 .....

- (13) Que produtos são comercializados no mercado externo?  
     Cortes especiais Sim ( ) Não ( )  
     Carne enlatada (*Corned Beef*) Sim ( ) Não ( )  
     Subprodutos ( charque e miúdos) Sim ( ) Não ( )  
     *Frozen Cooked Beef* Sim ( ) Não ( )  
     Conservas industriais (cortes, cozidos e embalados)  
Sim ( ) Não ( )  
 (14) Os cortes para o mercado externo seguem padrões definidos pelos clientes?  
Sim ( ) Não ( )

Em caso afirmativo, cite exemplos:

Tipo.....Destino.....  
 Tipo.....Destino.....  
 Tipo.....Destino.....

III - II – Caracterização do planejamento a longo prazo.

- (15) A empresa faz previsão de demanda agregada Sim ( ) Não ( )

(15.1) Com uma visão de quantos períodos à frente? .....

Semanas ( )

Meses ( )

Anos ( )

(16) A empresa faz uma avaliação de disponibilidade futura de matéria prima para atender a demanda agregada? Sim ( ) Não ( )

(17) Há grades sugeridas de vendas para o mercado externo? Sim ( ) Não ( )

Obs.: O objetivo desta questão é avaliar se há uma preocupação em direcionar os co-produtos obtidos no abate de um animal.

(17.1) Em caso afirmativo como são compostas?

.....

(18) As grades de vendas sugeridas para o mercado externo consideram a geração de co-produtos? Sim ( ) Não ( )

(19) Há grades sugeridas de vendas para o mercado interno? Sim ( ) Não ( )

(17.1) Em caso afirmativo como são compostas?

.....

(20) As grades de vendas sugeridas para o mercado interno consideram a geração de co-produtos? Sim ( ) Não ( )

(21) Há algum tipo de classificação dos produtos em relação à demanda, isto é, por exemplo produtos cuja relação “lucro versus quantidade da demanda” lhe dê alguma prioridade em programação? Sim ( ) Não ( )

(22) Há algum tipo de análise em relação à complementaridade das vendas internas e externas? Sim ( ) Não ( )

(23) Há algum tipo de análise quanto à estocagem de co-produtos em relação à quantidade ou custo? Sim ( ) Não ( )

(24) Como são tratados os pedidos assistemáticos em volume, por exemplo, promoções de supermercados? (são pedidos dos supermercados ou ofertas da empresa?)

.....

(25) Há pedidos que especifiquem a raça dos animais?

Sempre ( ) Nunca ( ) Às vezes ( )

(26) Há quantidades mínimas para os pedidos internos?

Sempre ( ) Nunca ( ) Às vezes ( )

Se às vezes, quando?

.....

(27) Há quantidades mínimas para os pedidos de exportação?

Sempre ( ) Nunca ( ) Às vezes ( )

Se às vezes, quando?

.....

- (28) Há prazos mínimos para os pedidos internos?  
 Sempre ( ) Nunca ( ) Às vezes ( )  
 Se houver de quanto é esse prazo? .....  
 dias ( ) semanas ( ) meses ( )
- (28.1) Como são feitos os pedidos?  
 (28.1.1) Telefone.....( )  
 (28.1.2) Fax .....( )  
 (28.1.3) Internet .....( )  
 (28.1.4) Contratos com vendedores.....( )  
 (28.1.5) Entregadores.....( )  
 (28.2) Qual a tendência?.....
- (29) Há prazos mínimos para os pedidos externos?  
 Sempre ( ) Nunca ( ) Às vezes ( )  
 Se houver de quanto é esse prazo? .....  
 dias ( )  
 semanas ( )  
 meses ( )
- (29.1) Como são feitos os pedidos?  
 (29.1.1) Telefone.....( )  
 (29.1.2) Fax .....( )  
 (29.1.3) Internet.....( )  
 (29.1.4) Contratos com importadores.....( )  
 (29.2) Qual a tendência?.....
- (30) A empresa trabalha com matéria-prima:  
 (30.1) só de terceiros..... ( )  
 (30.2) só própria..... ( )  
 (30.3) uma parte própria e outra de terceiros.....( )
- (31) Como se dá à compra de matéria prima de terceiros?  
 (31.1) compra no mercado spot .....( )  
 (31.2) contratos de longo prazo .....( )  
 (31.3) parte com contratos de longo prazo e parte no mercado spot .....( )
- (31.2) Quando as vendas de médio e longo prazo são efetuadas é feita uma verificação de disponibilidade futura da matéria prima?  
 Sempre ( ) Nunca ( ) Às vezes ( )
- (32) Qual é a capacidade máxima de abate da empresa?  
 .....  
 .....
- (33) Como é estabelecida a capacidade de abate?  
 .....  
 .....
- (34) Qual é a capacidade de desossa da empresa?  
 .....  
 .....
- (35) Como é estabelecida a capacidade de desossa da empresa?  
 .....  
 .....
- (36) Como é composta a carga diária de abate (regra de formação)?  
 .....  
 .....





(46) Há lotes em desossa? Sim ( ) Não ( )  
 46.1 – como são identificados?

.....  
 .....  
 .....

(47) Como é controlada a programação de desossa?

.....  
 .....  
 .....

(48) A matéria prima é homogênea? Sim ( ) Não ( )  
 (48.1) A heterogeneidade da matéria prima compromete o programa?

.....

(48.2) Como o problema da heterogeneidade da matéria prima é resolvido em relação aos pedidos estabelecidos?

.....  
 .....

(49) A empresa faz abate ritual? Sim ( ) Não ( )  
 49.1 – Quais? .....

(50) Como é planejado o abate ritual?

50.1 - .....

50.2 - .....

.....  
 .....

(51) Qual o efeito do abate ritual na desossa?

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

(52) É utilizado algum sistema de Planejamento e controle da produção informatizado? Sim ( ) Não ( )

(52.1) Comprado.....( )

(52.2) Desenvolvido internamente.....( )

(53) Funciona bem? Sim ( ) Não ( )

(53.1) Se não, Por quê?

.....  
 .....

(54) Que dificuldades você apontaria no sistema atual de planejamento?

.....  
 .....  
 .....  
 .....