

**HORAS ANUALIZADAS COMO TÉCNICA DO
PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE
EM SISTEMAS DE MANUFATURA**



Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço: *12* / *01* / *01*

Ass.: *[Handwritten Signature]*

Josadak Astorino Marçola

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Engenharia.

DEDALUS - Acervo - EESC



31100017086

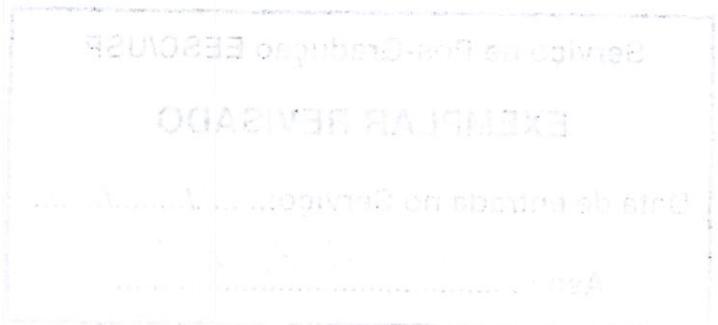
Orientador: Prof. Dr. Eduardo Vila Gonçalves Filho

São Carlos
2000

Class. TESE-EEVC
Cutt. 03343
Tombo 018/01

3 1100014086

st 1128298



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

M321h Marçola, Josadak Astorino
Horas anualizadas como técnica do planejamento da capacidade em sistemas de manufatura / Josadak Astorino Marçola. -- São Carlos, 2000.

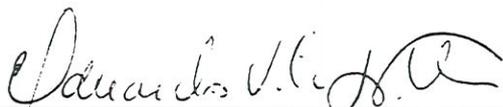
Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2000.
Área: Engenharia Mecânica.
Orientador: Prof. Dr. Eduardo Vila Gonçalves Filho.

1. Horas anualizadas. 2. Banco de horas.
3. Planejamento da capacidade. 4. Produção sob encomenda. 5. Produção para estoque. I. Título.

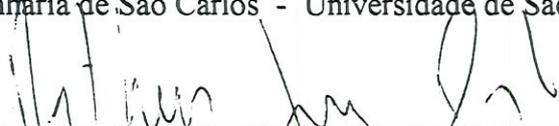
FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Engenheiro **JOSADAK ASTORINO MARÇOLA**

Tese defendida e aprovada em 30. 11.2000
pela Comissão Julgadora:



Prof. Doutor **EDUARDO VILA GONÇALVES FILHO (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



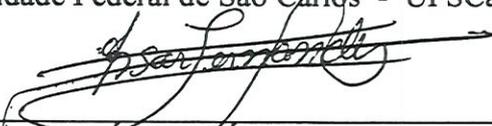
Prof. Associado **ARTHUR JOSÉ VIEIRA PORTO**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



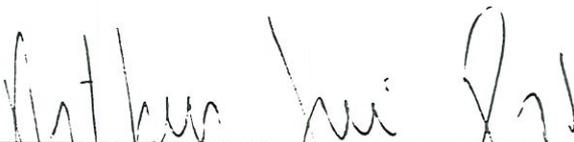
Prof. Associado **ANTONIO FREITAS RENTES**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Associado **REINALDO MORÁBITO NETO**
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)



Prof. Doutor **FLÁVIO CÉSAR FARIA FERNANDES**
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)



Prof. Associado **ARTHUR JOSÉ VIEIRA PORTO**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Mecânica



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

DEDICATÓRIA

À minha mulher Rosângela,
aos meus filhos João Vitor e Rafaela,
que me apoiaram, com muita sensibilidade,
através de palavras, sorrisos e extremo bom humor
durante a realização dos meus estudos
e aos meus pais, Ângelo e Nice,
que sempre me incentivaram
nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Eduardo Vila Gonçalves Filho pela orientação deste trabalho. Sua erudição, seus questionamentos críticos, insistência na justificativa das figuras e direção foram cruciais para o desenvolvimento desta tese.

Ao Prof. Dr. Flávio César Faria Fernandes, pelas opiniões emitidas, pelo profissionalismo, disponibilidade e cordialidade em receber-me, além de emitir diversas contribuições para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Prof. Dr. Edmundo Escrivão Filho pelas importantes sugestões apresentadas no exame de qualificação.

E também meus profundos agradecimentos ao Sr. José Cássio Daltrini, Diretor Industrial da Baldan Implementos Agrícolas, por muitas discussões, conselhos e também por sua costumeira perseverança no sentido de desenvolver, introduzir e implantar o banco de horas.

Aos colegas Alexandre Moreira Daltrini, Dirceu Luis Glaglianoni Junior e Jorge Nagaya pela revisão técnica dos artigos apresentados às revistas estrangeiras.

À direção da BALDAN IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS S.A. pela confiança, incentivo e oportunidade de desenvolver mais este trabalho.

Aos que autorizaram as pesquisas nas indústrias e a todas as pessoas que de bom grado me receberam, fornecendo informações preciosas e facilitando o processo de observação, minha mais profunda gratidão.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	<i>i</i>
LISTA DE TABELAS	<i>iii</i>
LISTA DE SIGLAS	<i>v</i>
TERMOS EM LINGUA INGLESA	<i>vii</i>
RESUMO	<i>viii</i>
ABSTRACT	<i>ix</i>
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Importância do planejamento agregado para a manufatura	1
1.2. Descrição do problema	4
1.3. Objetivos.....	6
1.4. Estrutura do trabalho	6
2. PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO	8
2.1. Introdução	8
2.2. Planejamento Hierárquico.....	9
2.2.1. Administração Estratégica	11
2.2.2. Planejamento da Produção	14
2.2.3. Controle da Produção	15
2.3. Função do Planejamento da Produção.....	16
2.4. Dados de entrada do Planejamento da Produção	17
2.5. Estratégias de Planejamento da Produção	18
2.5.1. Estratégias da atitude reativa	18
2.5.1.1. Estratégia da produção nivelada	19

2.5.1.2. Estratégia de acompanhamento da demanda.....	20
2.5.1.3. Estratégia da força de trabalho estável variando as horas trabalhadas.....	21
2.5.1.4. Estratégia híbrida.....	22
2.5.2. Estratégias da alternativa pró-ativa (agressiva).....	23
2.5.2.1. Produtos complementares	24
2.5.2.2. Propaganda, promoções e incentivos de preços	24
2.5.2.3. Reservas	24
2.6. Estratégia de Resposta à Demanda.....	24
2.6.1. Produção para Estoque	25
2.6.2. Montagem sob Encomenda.....	26
2.6.3. Produção sob Encomenda.....	26
2.6.4. Engenharia sob Encomenda.....	27
2.6.5. Comentários	28
2.7. Estratégia de Planejamento da Produção versus Estratégia de Resposta à Demanda	30
3. PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE	32
3.1. Introdução	32
3.2. Conceitos e definições	33
3.2.1. Capacidade.....	33
3.2.2. Planejamento da capacidade	34
3.2.3. Controle da capacidade.....	34
3.2.4. Flexibilidade da capacidade.....	35
3.2.5. Tipos de capacidade	35
3.3. Hierarquia das decisões de Planejamento da Capacidade	36
3.4. Etapas do Planejamento da Capacidade	38
3.5. Dimensionamento e medida da capacidade	39
3.6. Parâmetros envolvidos no Planejamento da Capacidade.....	40

3.6.1. Unidade de tempo.....	41
3.6.2. Horizonte de planejamento	41
3.6.3. Nível de agregação dos produtos	41
3.6.4. Nível de agregação das instalações	43
3.6.5. Frequência de replanejamento	44
3.6.6. Níveis de planos antes da implementação	44
3.7. Planejamento da Capacidade Bruta.....	45
3.7.1. Técnicas de Planejamento da Capacidade Bruta.....	46
3.7.1.1. Lista de Recursos	46
3.7.1.2. Planejamento da Capacidade usando Fatores Globais	47
3.7.1.3. Planejamento da Capacidade Bruta usando Roteiros	48
3.7.1.4. Perfil dos Recursos.....	49
3.7.2. Características do Planejamento da Capacidade Bruta	49
3.7.3. Outras pesquisas relacionadas com RCCP	50
3.8. Técnicas de adequação da capacidade à demanda	51
3.8.1. Compra de máquinas, equipamentos e/ou instalações	51
3.8.2. Operar em mais turnos	52
3.8.3. Contratar ou demitir funcionários.....	52
3.8.4. Horas extras.....	52
3.8.5. Transferir trabalhadores entre áreas produtivas.....	53
3.8.6. Utilizar trabalho parcial e temporário	53
3.8.7. Subcontratação.....	54
3.8.8. Acordos de Cooperação	55
3.8.9. Diminuir horas improdutivas.....	55
3.8.10. Horas Anualizadas	55
3.8.11. Empréstimo de funcionários entre firmas.....	55
3.9. Dinâmica do Planejamento e Controle da Capacidade.....	57

3.10. Outros pesquisas relacionadas com planejamento da capacidade.....	58
3.11. Demanda	62
3.11.1. Previsões de flutuações da demanda.....	62
3.11.2. Sazonalidade da demanda.....	63
3.11.3. Estratégia de Resposta à Demanda versus Capacidade.....	64
3.11.3.1. Produção sob Encomenda.....	65
3.11.3.2. Montagem sob Encomenda.....	66
3.11.3.3. Produção para Estoque	67
3.12. Capacidade como tema central do planejamento para sistemas “Make-to-Order” e “Assemble-to-Order”	68
4. HORAS ANUALIZADAS	71
4.1. Introdução	71
4.2. Definições e Conceitos	71
4.2.1. Definições.....	71
4.2.2. Conceitos.....	73
4.3. Outras Formas de Arranjo Flexível do Trabalho	74
4.4. Desenvolvimento da política e planejamento	75
4.5. Vantagens e desvantagens.....	81
4.5.1. Empresa.....	81
4.5.1.1. Vantagens.....	81
4.5.1.2. Desvantagens.....	83
4.5.2. Empregado.....	84
4.5.2.1. Vantagens.....	84
4.5.2.2. Desvantagens.....	85
4.6. Comentários	86
4.7. Conclusão.....	87

5. INTEGRAÇÃO ENTRE PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE E HORAS ANUALIZADAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO	88
5.1. Considerações iniciais e objetivos da pesquisa	88
5.2. Metodologia de pesquisa utilizada	88
5.3. Dados levantados.....	89
5.3.1. Volkswagen Motores do Brasil Ltda.....	89
5.3.2. Electrolux do Brasil S.A.....	91
5.3.3. Valtra do Brasil S.A.	93
5.3.4. Citrosuco Paulista S.A.....	96
5.3.5. Faber Castell S.A.	98
5.3.6. Baldan Implementos Agrícolas S.A.....	100
5.4. Acordos Coletivos	102
5.5. Conclusão.....	105
6. MODELO PROPOSTO PARA USO DAS HORAS ANUALIZADAS	107
6.1 Considerações iniciais.....	107
6.2 Modelo proposto.....	108
6.2.1 Conceitos	111
6.2.1.1 Amplitude do horizonte de planejamento	111
6.2.1.2 Agregação dos produtos e recursos.....	111
6.2.1.3 Previsão da demanda.....	112
6.2.1.4 Planejamento da capacidade dinâmico.....	112
6.2.2 Dados necessários para o modelo.....	113
6.2.2.1 Família de produtos.....	113
6.2.2.2 Horas de fabricação.....	114
6.2.2.3 Previsão de vendas.....	114
6.2.2.4 Relação de funcionários diretos.....	115
6.2.2.5 Capacidade nominal.....	115

6.2.2.6	Correção da capacidade.....	115
6.2.2.7	Calendário Mestre da Produção.....	115
6.2.3	Método e Algoritmo	116
6.2.3.1	Método e algoritmo com alteração na carga de trabalho	116
6.2.3.1.1	Descrição do problema.....	117
6.2.3.1.2	Variáveis de decisão.....	117
6.2.3.1.3	Função objetivo.....	117
6.2.3.1.4	As restrições.....	117
6.2.3.1.5	Modelo	118
6.2.3.2	Método e algoritmo sem alteração na carga de trabalho.....	120
6.2.3.2.1	Descrição do problema.....	120
6.2.3.2.2	Variáveis de decisão.....	121
6.2.3.2.3	Função objetivo.....	121
6.2.3.2.4	As restrições.....	121
6.2.3.2.5	Modelo	122
6.2.4	Controlando o planejamento da capacidade.....	124
7.	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	126
7.1	A empresa.....	126
7.1.1	Área Fabril	126
7.1.2	Produtos	128
7.2	Ambiente de Manufatura	129
7.2.1	Demanda	129
7.2.2	Mercado	130
7.2.3	Produtos	131
7.3	Estratégia de Resposta à Demanda.....	132
7.4	Estratégia de Planejamento da Produção Indicada.....	134
7.5	Implantação	135

7.5.1	Formação da família de produtos	135
7.5.2	Horas de fabricação	136
7.5.3	Previsão de vendas	136
7.5.4	Relação de funcionários diretos	137
7.5.5	Constante de correção da capacidade	137
7.5.6	Calendário de trabalho da empresa.....	138
7.5.7	Jornada de trabalho e acordo entre sindicato e empresa.....	139
7.5.8	Implementação	139
7.5.9	Acompanhamento.....	141
7.5.9.1	Para t=2	141
7.5.9.2	Para t=3	142
7.5.9.3	Para t=4	143
7.5.9.4	Para t=5	144
7.5.9.5	Para t=6	145
7.5.9.6	Para t=7	146
7.5.9.7	Para t=8	147
7.5.9.8	Para t=9	148
7.5.9.9	Para t=10	149
7.5.9.10	Para t=11	150
7.5.9.11	Para t=12	151
7.5.10	Movimentação do Sistema de Horas Anualizadas	152
8.	RESULTADOS	153
8.1	Resultados Tangíveis	153
8.1.1	Horas devedoras restantes.....	153
8.1.2	Horas extras	154
8.1.3	Absenteísmo	155
8.1.4	Contrato de trabalho por prazo determinado	156

8.1.5 Rotatividade de funcionários	156
8.2 Resultados Intangíveis	157
8.2.1 Flexibilidade.....	157
8.2.2 Prazo de entrega	157
8.2.3 Capacitação do pessoal.....	157
8.2.4 Transformação de mão-de-obra como custo fixo.....	158
8.2.5 Mudanças culturais.....	158
8.2.6 Melhoria do processo decisório	158
9. CONCLUSÃO	159
BIBLIOGRAFIA.....	162
ANEXO A – Questionário básico utilizado na pesquisa de campo	175

LISTA DE FIGURAS

Figura	1.1	A manufatura como função integradora do negócio	01
Figura	1.2	A necessidade de coerência entre as decisões operacionais das diversas funções dentro da companhia.....	03
Figura	1.3	Ligações-chaves do Planejamento Agregado	03
Figura	2.1	Níveis do planejamento	08
Figura	2.2	Fatores que influenciam no tipo de decisão a ser tomada	10
Figura	2.3	Taxionomia e níveis de planejamento proposto.....	11
Figura	2.4	Fases e taxionomia do planejamento estratégico	12
Figura	2.5	Visão geral das principais atividades do Planejamento de Operações.....	14
Figura	2.6	O Planejamento Agregado	16
Figura	2.7	Inputs necessários para o sistema de planejamento da produção	17
Figura	2.8	A Estratégia da Produção Nivelada.....	19
Figura	2.9	A Estratégia de Acompanhamento da Demanda.....	20
Figura	2.10	Efeitos da nivelção de carga ao acrescentar linha de produto com sazonalidade complementar a linha de produto existente	23
Figura	2.11	Os ciclos competitivos para os sistemas produtivos	27
Figura	2.12	Direção da evolução dos sistemas produtivos	29
Figura	2.13	Forma típica da estrutura das listas de materiais para os sistemas MTO, MTS e ATO	29
Figura	2.14	Relacionamento da Estratégia de Planejamento da Produção com a Estratégia de Resposta à Demanda.....	30
Figura	3.1	Uma definição de planejamento da capacidade produtiva	32
Figura	3.2	Planejamento da capacidade num sistema MPC.....	36
Figura	3.3	As etapas do planejamento e controle da capacidade.....	38
Figura	3.4	Estrutura da linha de produto	43
Figura	3.5	Exemplo de uma estrutura de recursos.....	44
Figura	3.6	Cálculo da Capacidade Requerida através da Lista de Recursos.....	47
Figura	3.7	Cálculo da Capacidade Requerida usando CPOF	48
Figura	3.8	Cálculo da Capacidade Requerida usando Roteiros de Fabricação	48
Figura	3.9	Cálculo da Capacidade Requerida usando Perfil dos Recursos.....	49
Figura	3.10	Planejamento e Controle da Capacidade como seqüência dinâmica de decisões.....	57
Figura	3.11	Causas da sazonalidade.....	63
Figura	3.12	Interdependência entre demanda, capacidade, materiais e produção.....	69

Figura 4.1	Carga versus capacidade com jornada de trabalho tradicional	77
Figura 4.2	Carga versus capacidade com Horas Anualizadas	77
Figura 4.3	Registro das horas	80
Figura 6.1	Inter-relacionamento do planejamento da capacidade	107
Figura 6.2	O modelo proposto	109
Figura 6.3	Capacidade versus perfil sazonal da demanda	110
Figura 6.4	Banco de horas: débito versus crédito	111
Figura 7.1	Departamentalização da Área Fabril	126
Figura 7.2	Layout de Blocos da Fábrica de Plantio	127
Figura 7.3	Linha de Produtos.....	128
Figura 7.4	Plantadeira.....	128
Figura 7.5	Demanda agregada dos implementos da linha de plantio.....	130
Figura 7.6	Formação da família de produtos do plantio para a manufatura.....	135
Figura 7.7	Relacionamento de carga versus capacidade e ociosidade ou sobrecarga versus crédito horas permitido	140
Figura 7.8	Relacionamento de carga versus capacidade e ociosidade ou sobrecarga versus crédito horas permitido no instante $t=5$	145
Figura 7.9	Lançamento: débitos e créditos de horas.....	152

LISTA DE TABELAS

Tabela	2.1	Vantagens e desvantagens de uma estratégia de ajuste com estoque.....	20
Tabela	2.2	Vantagens e desvantagens da estratégia de acompanhamento da demanda.....	21
Tabela	2.3	Vantagens e desvantagens da estratégia da força de trabalho estável variando as horas trabalhadas	22
Tabela	2.4	Algumas características importantes dos sistemas MTS, ATO e MTO....	28
Tabela	5.1	Casos reais de horas anualizadas.....	103
Tabela	7.1	Demanda agregada atendida para implementos da linha de plantio	129
Tabela	7.2	Relação existente entre o pico e o vale de demanda	130
Tabela	7.3	Produtos acabados da linha de plantio.....	131
Tabela	7.4	Horas de fabricação por família de produto	136
Tabela	7.5	Dados de demanda para $t=1$	136
Tabela	7.6	Funcionários diretos por centro produtivo no instante $t=1$	137
Tabela	7.7	Constantes de correção da capacidade.....	138
Tabela	7.8	Calendário de trabalho da empresa	138
Tabela	7.9	Resultados para $t=1$	140
Tabela	7.10	Dados de demanda para $t=2$	141
Tabela	7.11	Resultados para $t=2$	141
Tabela	7.12	Dados de demanda para $t=3$	142
Tabela	7.13	Resultados para $t=3$	142
Tabela	7.14	Dados de demanda para $t=4$	143
Tabela	7.15	Resultados para $t=4$	143
Tabela	7.16	Dados de demanda para $t=5$	144
Tabela	7.17	Resultados para $t=5$	144
Tabela	7.18	Dados de demanda para $t=6$	145
Tabela	7.19	Resultados para $t=6$	146
Tabela	7.20	Dados de demanda para $t=7$	146
Tabela	7.21	Resultados para $t=7$	147
Tabela	7.22	Dados de demanda para $t=8$	147
Tabela	7.23	Resultados para $t=8$	148
Tabela	7.24	Dados de demanda para $t=9$	148
Tabela	7.25	Resultados para $t=9$	149
Tabela	7.26	Dados de demanda para $t=10$	149

Tabela 7.27	Resultados para t=10	150
Tabela 7.28	Dados de demanda para t=11	150
Tabela 7.29	Resultados para t=11	151
Tabela 7.30	Dados de demanda para t=12.....	151
Tabela 7.31	Resultados para t=12	152
Tabela 7.32	Lançamentos de débito e crédito.....	152
Tabela 8.1	Horas extras	154
Tabela 8.2	Análise comparativa dos dados de horas extras de 1997 e 1998	155
Tabela 8.3	Percentual de absenteísmo	155
Tabela 8.4	Funcionários temporários existentes	156
Tabela 8.5	Rotatividade de funcionários	156

LISTA DE SIGLAS

AH – “Annualised Hours” – Horas Anualizadas;

APP – “Aggregate Production Planning” – Planejamento Agregado da Produção;

ATO – “Assemble to Order” – Montagem sob Encomenda;

BOM - “Bill of Material” – Lista de Materiais;

BOR – “Bill of Resource” – Lista de Recursos;

CPOF – “Capacity Planning using Overall Factors” – Planejamento da Capacidade usando Fatores Globais;

CRP – “Capacity Resource Planning” – Planejamento dos Recursos de Capacidade;

DCP – “Detailed Capacity Planning” – Planejamento Detalhado da Capacidade;

DRS – “Demand Response Strategy” – Estratégia de Resposta à Demanda;

ERP – “Enterprise Resource Planning” – Planejamento dos Recursos do Negócio;

ETO – “Engineering to Order” – Engenharia sob Encomenda;

GAMS – “General Algebraic Modeling System” – Sistema Geral de Modelagem Algébrica;

HPP – “Hierarchical Production Planning” – Planejamento da Produção Hierárquico;

IRP – “Integrated Resource Planning” – Planejamento Integrado dos Recursos;

JIT – “Just in Time” – Justo a Tempo;

MPC – “Manufacturing Planning and Control” – Planejamento e Controle da Manufatura;

MPS – “Master Production Schedule” – Plano Mestre de Produção;

MRP – “Material Requirements Planning” – Planejamento das Necessidades de Materiais;

MRP II – “Manufacturing Resource Planning” - Planejamento dos Recursos da Manufatura;

MTO – “Make to Order” – Produção sob Encomenda;

MTS – “Make to Stock” – Produção para Estoque;

RM – “Revenue Management” - Gerenciamento dos Ganhos;

RP – “Resource Profile” – Perfil dos Recursos;

RRCP – “Rough-Cut Capacity Planning” – Planejamento da Capacidade Bruta;

SFC – “Shop Floor Control” – Controle de Chão-de-Fábrica;

TERMOS EM LINGUA INGLESA

- “FLEXITIME”** - Sistema de horário móvel que flexibiliza o início e fim do dia de trabalho, requerendo que os trabalhadores estejam disponíveis durante o intervalo de tempo principal.
- “JOB SHOP”** - sistema de produção onde o conjunto de tarefas requeridas para fabricar cada peça (roteiro de fabricação) apresenta diferenças quanto à ordem (seqüência) nas máquinas;
- “JUST IN TIME”** - Em seu aspecto mais básico significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários. Não antes, para que não se transformem em estoque, e nem depois, para que seu cliente não tenha que esperar (SLACK *et al.*, 1997);
- “LAYOUT”** - Arranjo físico, existente ou planejado, dos recursos dentro de uma determinada área;
- “LEAD TIME”** - Tempo decorrido entre o momento em que se formaliza uma solicitação e o instante em que esta solicitação é atendida. Assim há (FERNANDES, 1991):
 O **“lead time” de suprimento** (tempo decorrido entre a liberação da ordem de compra para o fornecedor e o instante do recebimento do item), o **“lead time” de produção** (tempo decorrido entre a liberação da ordem de produção e a conclusão da referida ordem) e o **“lead time” de distribuição** (tempo decorrido entre a liberação da ordem de entrega e a entrega a ser efetivada);
- “MIX”** - Combinação de variedade e quantidade de produtos a serem feitos em um dado horizonte de tempo;
- “SET UP”** - Processo de preparar uma máquina ou centro de trabalho antes de iniciar a operação propriamente dita;
- “STAFF”** - Assessores que apóiam os executivos de uma empresa em sua atividade de comando. Sua autoridade é representativa e sua responsabilidade é de aconselhamento.
- “START UP”** - Início efetivo da operação;
- “TOP-DOWN”** - De cima para baixo
- “TRADE OFF”** - Toda vez que ocorrer de, para melhorar uma certa variável outras terão seu desempenho piorado configura-se uma situação de trade-off (“ganha-se de um lado mas pode-se perder de outro”) (FERNANDES, 1991);
- “WORKSHOP”** - Seminário

RESUMO

MARÇOLA, J.A. Horas anualizadas como técnica do planejamento da capacidade em sistemas de manufatura. São Carlos, 2000, 177 p. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Até recentemente as indústrias equalizavam demanda com capacidade mantendo grandes inventários de produtos acabados e excesso de capacidade. Entretanto, o aumento da demanda por produtos customizados, pequenos “lead times” e baixos custos pressionam as empresas a cortar inventário e diminuir o investimento em capacidade. Neste cenário, planejamento da capacidade e flexibilidade são elementos críticos do sistema de manufatura. Uma das ferramentas que proporciona flexibilidade de capacidade, através de rearranjos das jornadas de trabalho, são as horas anualizadas. Sempre sob a ótica do planejamento da capacidade, este trabalho propôs uma estrutura para o processo de implantação das horas anualizadas, segmentando-o em diversas fases, e desenvolveu um modelo de planejamento da capacidade com horas anualizadas para nivelar a demanda e a capacidade produtiva no decorrer do tempo. Para completá-lo, procedeu-se uma aplicação real do modelo proposto e realizou-se uma pesquisa exploratória em seis empresas, com o intuito de enriquecer as discussões sobre o processo de implantação, as formas de utilização e o grau de integração das horas anualizadas no sistema de planejamento da capacidade. Os resultados obtidos mostram que o modelo desenvolvido tem um grande valor prático e que as empresas implementaram as horas anualizadas de maneira relativamente semelhante, empregando-na de acordo com as peculiaridades do negócio, para minimizar horas extras, ociosidade e inventário.

Palavras-chave: horas anualizadas, banco de horas, planejamento da capacidade, produção sob encomenda, produção para estoque.

ABSTRACT

MARÇOLA, J.A. Annualised hours as capacity planning technique in manufacturing system. São Carlos, 2000, 177 p. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Until recently the industries balanced demands with capacity maintaining large finished goods inventories and overcapacity. However, the increase of the demand for customized products, short "lead times" and low costs are leading the companies to reduce inventory and to decrease the investment in capacity. In this scenery, capacity planning and flexibility are critical elements of the manufacture system. One of the tools that provides capacity flexibility, through reorganisation of the work days, is Annualised Hours. Focusing on capacity planning, this work presents a structure for the implementation of Annualised Hours and developed a capacity planning model with annualised hours to even the demand versus the productive capacity during the planning horizon. A real application of this system and exploratory surveys in six companies were accomplished with the primary purpose to evaluate it, besides enriching the discussions on the implementation process, its use and level of integration of the Annualised Hours in the capacity planning system. The results obtained show that this system has a great practical value and that the companies implemented it in a relatively similar way, applying it in agreement with their business' peculiarities, pursuing reductions of overtimes, idleness and inventory.

Keywords: Annualised hours, rough-cut capacity planning, make-to-order, assemble-to-order, make-to-stock.

1. INTRODUÇÃO

1.1 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO AGREGADO PARA A MANUFATURA

As profundas e constantes mudanças ocorridas no sistema industrial nos últimos anos têm afetado significativamente a tarefa de gerenciar a manufatura. A cada instante novos paradigmas são incorporados e outros, até então tidos como eternos, passam a ser contestados e desprezados.

Algumas transformações são claras. Primeiro, a partir dos anos 80 as indústrias estão experimentando um mercado regido pela oferta excessiva de produtos (EVERSHEIM & HACK, 1996). Os dias de demanda abundante, relativamente estável e previsível se foram. O mercado está exigindo novas habilidades da função marketing. Esta, por sua vez, força a manufatura a se adaptar para oferecer uma grande diversidade de produtos, com ciclos de vida cada vez menores, prazos mais curtos, em pequenas quantidades e melhores serviços (BLOIS, 1991, BANERJEE, 1997).

Segundo, a manufatura tem tornado-se a fonte de vantagens competitivas mais duradoura para aqueles que aprendem como utilizar este potencial (ZACCARELLI, 1990). É a manufatura que concretiza fisicamente a estratégia de negócios estipulada pela alta direção (SLACK, 1993).

Terceiro, a manufatura é uma função integradora, que associada harmoniosamente com as outras funções (marketing e vendas, pesquisa e desenvolvimento e contabilidade e finanças) suportará com eficiência as iniciativas da empresa no mercado (CORRÊA & GIANESI, 1994).

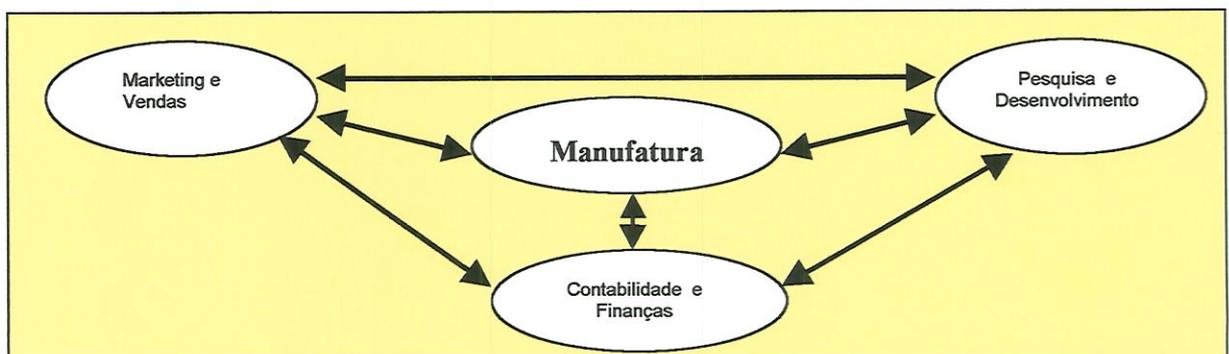


Figura 1.1 - A manufatura como função integradora do negócio

A instabilidade deste cenário é causada pelo ambiente mercadológico, onde uma grande quantidade de variáveis, eternamente sujeitas a mutações se faz presente. Alterações culturais, econômicas, políticas, sociais e tecnológicas acontecem a todo instante. Estes fatos tornam o ambiente complexo, difícil de ser estruturado e analisado. Diversas questões como identificação, quantificação e inter-relacionamento das principais variáveis ficam sem respostas.

Como é difícil controlar as variáveis existentes no ambiente mercadológico para se enfrentar a flutuação da demanda, a manufatura tornou-se uma grande arma para minimizar seus efeitos nocivos sobre os negócios da empresa. Isso porque na manufatura as variáveis são passíveis de estruturação. Utilizando-se como base os recursos necessários e disponíveis para industrializar o conjunto de produtos oferecidos pela empresa é possível estabelecer um plano para um determinado período de tempo.

Um plano consistente deve equalizar as características e necessidades do mercado e da manufatura para que a empresa tenha sucesso no seu negócio. Presumidamente, uma efetiva coordenação entre essas funções díspares (marketing e manufatura) traz muitos benefícios para a empresa, como redução de custos, respostas mais rápidas aos clientes, maior flexibilidade e melhor utilização dos recursos (CRITTENDEN, 1992).

Neste contexto a atividade de planejamento, como elemento de coordenação, tem um papel fundamental. Conforme cita RHO *et al.* (1994), o sistema de planejamento da produção tem sido freqüentemente considerado, através de muitos estudos empíricos, como um mecanismo que promove a busca do consenso interdepartamental, dissemina as metas da companhia e implementa diversos planos de ações.

Todas as decisões tomadas dentro da organização têm com maior ou menor grau impacto estratégico. Portanto, qualquer decisão deve levar em consideração os objetivos estratégicos da organização. Conforme mostra a figura 1.2 deve haver **coerência** entre as estratégias funcionais e os diversos níveis dentro de cada e toda função para assegurar uniformidade entre as decisões funcionais-operacionais. RHO *et al.* (1994) estuda o mesmo assunto, mas utiliza o termo **congruência da interface** para analisar o grau de consenso entre áreas distintas.

Cabe ao sistema de planejamento fazer com que as decisões operacionais sejam consistentes com as decisões estratégicas em todos os níveis hierárquicos e através de todos os negócios e linhas de autoridade funcionais. Sua função é eliminar os conflitos entre o desenvolvimento de longo prazo e a lucratividade de curto prazo (HAX & MAJLUF, 1984).

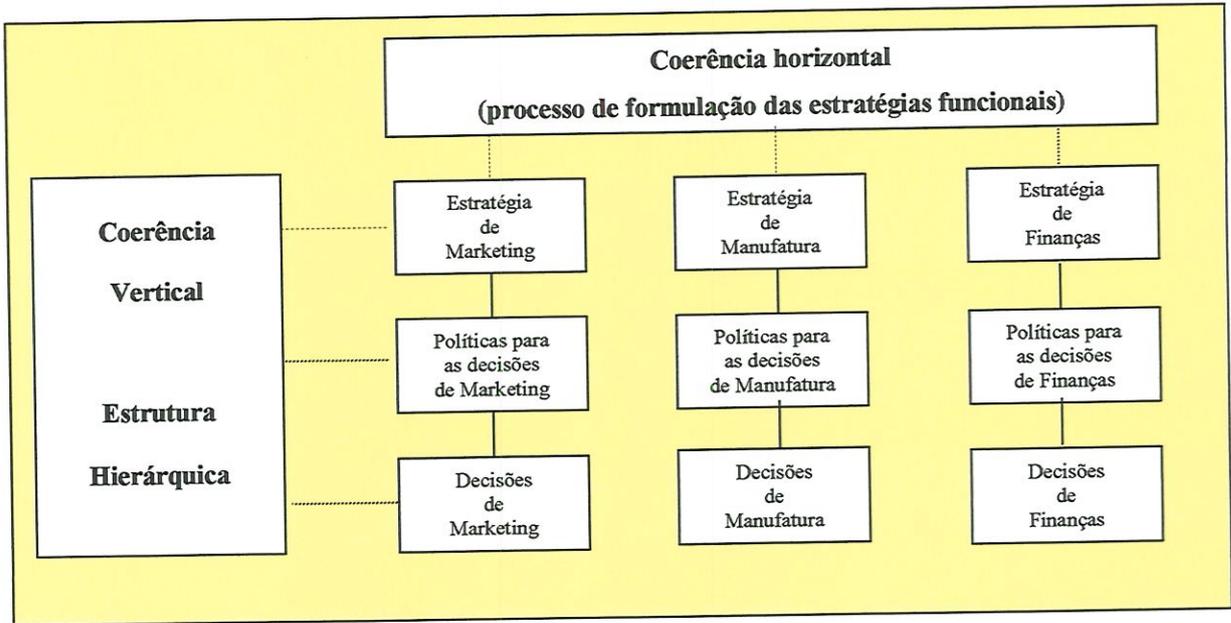


Figura 1.2 - A necessidade de coerência entre as decisões operacionais das diversas funções dentro da companhia (GIANESI & CORRÊA, 1996)

O elemento responsável por fazer esta ligação é o planejamento agregado, conforme ilustrado na figura 1.3. Ele é provavelmente o aspecto mais crítico e menos entendido do planejamento e controle da manufatura. VOLLMANN *et al.* (1992) cita que o objetivo do planejamento agregado é desenvolver um planejamento da produção integrado, cujo resultado para a manufatura é o plano de produção. O plano de produção viabiliza a interação entre as metas estratégicas da área fabril com objetivos de vendas, disponibilidade de recursos, capacidade da planta, orçamentos financeiros, entre outros fatores.

O planejamento agregado estabelece o plano de jogo acordado entre todos os departamentos para que os objetivos globais da companhia sejam encontrados. A tarefa da manufatura é realizar o plano de produção. Definições de planos similares devem existir para marketing e finanças, visando concretizar o plano agregado firmado anteriormente.



Figura 1.3 - Ligações-chaves do Planejamento Agregado (Adaptado de Vollmann et al., 1992)

Em empresas que trabalham no ambiente "make-to-order" e "assemble-to-order", a demanda imprevisível e altamente flutuante (DELLAERT & MELO, 1996) impossibilita atender os pedidos dos clientes a partir de inventário de produtos acabados. Logo, não é necessário criar alternativas de planos agregados considerando produção para diversos níveis de estoque.

Em ambientes "make-to-order" e "assemble-to-order" o problema do planejamento agregado restringe-se, principalmente, à função de planejamento da capacidade. Os recursos a serem planejados são as máquinas, os equipamentos e a força de trabalho. Sob o horizonte de tempo determinado pelo plano deve-se formular várias alternativas de planos de produção, considerando expansão, produção regular, produção com contratação, subcontratação, horas extras, retração, produção com demissão, desativação de turnos e/ou ociosidade. A finalidade é encontrar o plano que minimiza o custo total da manufatura.

1.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Está havendo alterações substanciais no panorama competitivo do mercado de produtos manufaturados. Novos competidores, novos produtos e maior grau de exigência do cliente são alguns exemplos. Atualmente as empresas de manufatura estão competindo em bases diferentes daquelas vigentes há cinco anos atrás.

Nos dias de hoje, o meio-ambiente de empresas que atuam no sistema de produção "make-to-order" ou "assemble-to-order" geralmente é caracterizado por:

● Muitos produtos

Essas empresas apresentam diversas linhas de produtos. Mesmo dentro de cada linha de produto a variedade de itens finais solicitada pelo mercado é enorme. Como cada cliente tem suas peculiaridades, as empresas fabricantes não conseguem volume de produção se ofertarem poucos produtos.

● Diversificação

Para cada produto ofertado existe uma grande quantidade de modelos e versões. O mercado exige customização. Habitualmente, não só os fatores técnicos influenciam na oferta de muitos produtos ao mercado. Dependendo do segmento onde a empresa está inserida os fatores econômicos, culturais, psicológicos e comportamentais apresentam peso significativo.

● Constante inovação

A frequência e a velocidade de introdução de novos produtos tem apresentado um crescimento exponencial nesses últimos anos, quer seja através de pequenas melhorias ou concepção totalmente nova do produto (BANERJEE, 1997).

Essas alterações no portfólio de produtos são necessárias para manter a competitividade da empresa. Novos produtos podem provocar alterações significativas na demanda, descontinuidade ou alavancagem de vendas dos produtos atuais e, conforme DAMANPOUR & GOPALAKRISHNAN (1999) influenciar na estrutura organizacional e nos métodos de trabalho das companhias.

- **Chegada de novos concorrentes**

Com a globalização da economia grandes fabricantes mundiais estão aportando no Brasil, notadamente para fabricar produtos que requerem alta tecnologia e capital. Já produtos de baixa tecnologia de projeto e fabricação e que necessitam pouco capital para viabilizar sua fabricação são suscetíveis ao ataque de pequenos concorrentes internos.

- **Mudanças no padrão de demanda**

Essa grande gama de novos produtos oferecida a todo instante, aliada ao aumento da exigência do cliente provoca constante mudança no padrão de demanda. Produtos de grande aceitação no período corrente podem ter seu volume de vendas reduzido drasticamente nos próximos períodos.

- **Sazonalidade pronunciada**

Agravando a situação, algumas empresas competem dentro de um ambiente de flutuação de demanda altamente sazonal. A variação da demanda provoca o surgimento de picos e vales. Na época de baixa procura não é indicado produzir unidades de produtos acabados para os clientes, em função da excessiva diversidade de versões, modelos e acessórios requeridos.

Portanto, as empresas estão competindo num ambiente de operação altamente complexo, nos seus mais variados fatores. Quer seja na existência de muitos produtos, disponibilizados ao mercado em diferentes modelos e versões. Quer seja na obsolescência precoce devido ao surgimento de novos produtos. Ou ainda, na grande sazonalidade e mudanças do padrão de demanda.

A necessidade de atender a demanda, de maneira eficiente, exige que as empresas apresentem maior flexibilidade em todos os aspectos, inclusive na jornada de trabalho. Esta mudança é inevitável. Se a companhia quer se tornar mais competitiva é essencial que práticas e procedimentos alternativos de força de trabalho sejam implementados.

Um sistema de horas de trabalho flexível, como proposto pelas horas anualizadas, facilitaria o gerenciamento do negócio neste ambiente. Sua efetividade seria maior quanto mais pronunciada for a amplitude existente entre os picos e vales da carga de trabalho provocado pela sazonalidade e incerteza da demanda.

A possibilidade de alterá-la, entendendo alteração como aumento, diminuição e transferência das horas disponíveis dentro dos múltiplos centros produtivos, durante o horizonte de planejamento, viabiliza um melhor desempenho das entregas e melhor utilização dos recursos fabris.

Mas as horas anualizadas não devem ser uma técnica reativa, relegada somente ao curto prazo. Para aproveitar seu potencial é importante incorporá-la, de forma integrada, sistêmica e proativa ao planejamento da capacidade agregado. É necessário ter a macro figura da capacidade ajustada com as horas anualizadas durante todo o horizonte de planejamento para analisar:

- sua efetividade sobre os vales e picos de demanda;
- a relação entre horas credoras e devedoras resultante da diferença entre carga e capacidade e horas credoras e devedoras permitida pelo acordo com os trabalhadores;
- se outras técnicas, como trabalho temporário e terceirização, deverão ser aplicadas ao mesmo tempo.

1.3 OBJETIVOS

A inexistência de um plano agregado da capacidade não impede que o trabalho seja feito, mas com um resultado ineficiente. Essa ineficiência é causada pela não implementação da estratégia da empresa e pela falta de integração entre os departamentos, causando: má utilização do capital de giro, serviço inadequado de atendimento ao cliente, excesso ou falta de capacidade, “lead times” longos, operações em constante pânico, e resposta insuficiente para novas oportunidades.

As metodologias de formulação e implementação do planejamento agregado da capacidade, com ou sem a utilização das horas anualizadas, devem ser adequadas à realidade de cada empresa. Cada empresa deve desenvolver uma metodologia que contemple suas particularidades, como estratégia de produção, características dos produtos, perfil da demanda, concorrência, entre outros.

A partir do panorama traçado anteriormente o objetivo deste trabalho de pesquisa é:

- propor um modelo conceitual para estabelecer as relações quantitativas das horas anualizadas como ferramenta do Planejamento da Capacidade Bruta;
- construir e validar um algoritmo de determinação do planejamento agregado da capacidade com a utilização das horas anualizadas;
- estruturar o processo de implementação das horas anualizadas em vários estágios;
- demonstrar a viabilidade da estratégia da força de trabalho fixa com variação das horas trabalhadas no cenário atual.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta tese foi estruturada em **nove** capítulos, conforme descrição a seguir.

O **capítulo 1** conceitua e introduz o problema em estudo.

O **capítulo 2** apresenta uma visão geral do planejamento da produção, designando-o como elemento responsável por promover a operacionalização da estratégia de negócios definida pela alta administração. Além disso, delimita a área de trabalho para o projeto a ser desenvolvido.

O **capítulo 3** é uma revisão bibliográfica sobre trabalhos importantes realizados a respeito de planejamento da capacidade, defendendo a proposição de que esta atividade é chave em sistemas “make-to-order” e “assemble-to-order”.

No **capítulo 4** é feita uma revisão bibliográfica a respeito de horas anualizadas. Este capítulo consiste de conceitos, definições, fases da implementação, vantagens e desvantagens do sistema.

Uma pesquisa de campo foi realizada em seis empresas de porte que utilizam horas anualizadas. A metodologia utilizada, dados, resultados e análises comparativas estão contidos no **capítulo 5**.

No **capítulo 6** é concebido o modelo do sistema de horas anualizadas, desenvolvido para ser utilizado em empresas que apresentem demanda sazonal. Definições, método e desenvolvimento de um algoritmo são apresentados para atender as premissas adotadas.

O teste de viabilidade de utilização do método proposto foi realizado na Baldan Implementos Agrícolas S.A. No **capítulo 7** é feita sua aplicação, considerando as peculiaridades da estrutura organizacional da empresa, tipo de estratégia da produção empregado, acordo coletivo com o sindicato, sazonalidade da demanda, entre outros fatores.

No **capítulo 8** são apresentados os resultados obtidos a partir da implantação do novo sistema.

E finalmente, o **capítulo 9**, onde são descritas as conclusões do trabalho e sugestões para desenvolvimentos futuros, que juntamente com esta tese permitem a visualização de um sistema de horas anualizadas realmente efetivo.

2. PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

2.1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de manufatura são tipicamente caracterizados por múltiplos produtos, diversas plantas, unidades fabris e almoxarifados com uma grande quantidade de processos, equipamentos e operações (BITRAN & TIRUPATI, 1993).

O gerenciamento da produção desses sistemas é uma atividade extremamente complexa. Diversas decisões interdependentes devem ser tomadas a todo instante, nos mais variados níveis hierárquicos, em diferentes funções e em unidades produtivas e administrativas distintas. Muita dessas decisões, não obstante onde sejam tomadas, afetam toda a organização.

ANTHONY (1965) observou que o processo de tomada de decisões é o cerne da Ciência do Gerenciamento e foi o primeiro pesquisador a hierarquizá-lo para facilitar seus estudos. Ele classificou as decisões em três categorias: planejamento estratégico, planejamento tático e controle de operações. A mesma terminologia é adotada por outros pesquisadores, como SILVER & PETERSON (1984), FOGARTY *et al.* (1991), BITRAN & TIRUPATI (1993), CHIAVENATO (1994), DULLIN (1998) entre outros. Outros autores, como OLIVEIRA *et al.* (1995) adotam parcialmente a terminologia, ao denominar o controle de operações como planejamento operacional, conforme figura 2.1.

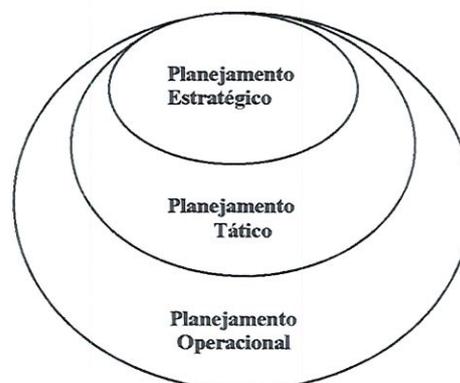


Figura 2.1 - Níveis do Planejamento (Oliveira et al., 1995)

Já FOOTE *et al.* (1988) e CHASE & AQUILANO (1995) classificam essas decisões em função do horizonte de planejamento, denominando os níveis de Planejamento de Longo Prazo, Planejamento de Médio Prazo e Planejamento de Curto Prazo.

Outro pesquisador, FERNANDES (1991), classificou essas categorias sob o enfoque da manufatura, denominando-as de Planejamento Estratégico, Planejamento da Produção e Controle da Produção.

Mais recentemente, autores como BERTERO (1995) e ZACARELLI (1995) afirmam que o operacional e estratégico não devem ser vistos como etapas ou níveis diferentes, mas como um "*continuum*", sendo, freqüentemente, impossível separá-los. Eles questionam a existência dos níveis estratégico e operacional, afirmando que esta distinção era cabível somente quando aplicável em:

- formatos organizacionais tradicionais onde a cúpula pensava e ordenava e os demais membros e níveis empresariais obedeciam;
- situações onde as mudanças eram consolidadas a longo prazo, e portanto era conveniente associar o curto prazo ao operacional, o médio prazo ao tático e o longo prazo ao estratégico.

Eles advogam que esta separação não faz mais sentido em decorrência:

- do achatamento das estruturas organizacionais, tornando estratégia e operação responsabilidade de todos;
- da aceleração da taxa e do ritmo de mudança, diminuindo cada vez mais seu intervalo de ocorrência.

Essas afirmações legitimam-se, dia após dia, porém duas considerações devem ser feitas. Primeiro: os níveis de decisão não são suprimidos pelo fato da formulação de estratégias basear-se na operação, assim como da operação extrair orientação e sentido da estratégia. Segundo: o horizonte de planejamento teve sua amplitude diminuída, porém continuará existindo o curto prazo, o médio prazo e o longo prazo.

Entre outros aspectos, uma empresa tem interesse em planejar suas operações porque a maioria das decisões tomadas tem inércia. Ou seja, decorre tempo entre o momento da tomada de decisão e o momento em que a decisão passa a surtir efeito.

2.2 PLANEJAMENTO HIERÁRQUICO

A afirmação feita acima é compatível com os estudos de MCKAY *et al.* (1995), GIANESI & CORRÊA (1996) e ÖZDAMAR *et al.* (1998). Para esses autores a estrutura hierárquica é a mais usual das estruturas encontradas para os Sistemas de Gestão Industrial.

De acordo com este conceito, a gestão da produção possui três classes de decisão, sendo que a diferença entre essas classes é função do nível gerencial responsável, do nível de agregação das informações tratadas e da amplitude do horizonte de planejamento. A figura 2.2 permite visualizar esses fatores.

Há uma hierarquia natural entre essas decisões: em geral as decisões de longo prazo limitam as decisões de curto prazo. Por exemplo, as decisões sobre expansão de fábrica restringem as decisões sobre o nível global de mão-de-obra a ser empregada, que por sua vez limita o número de horas extras a ser utilizado.

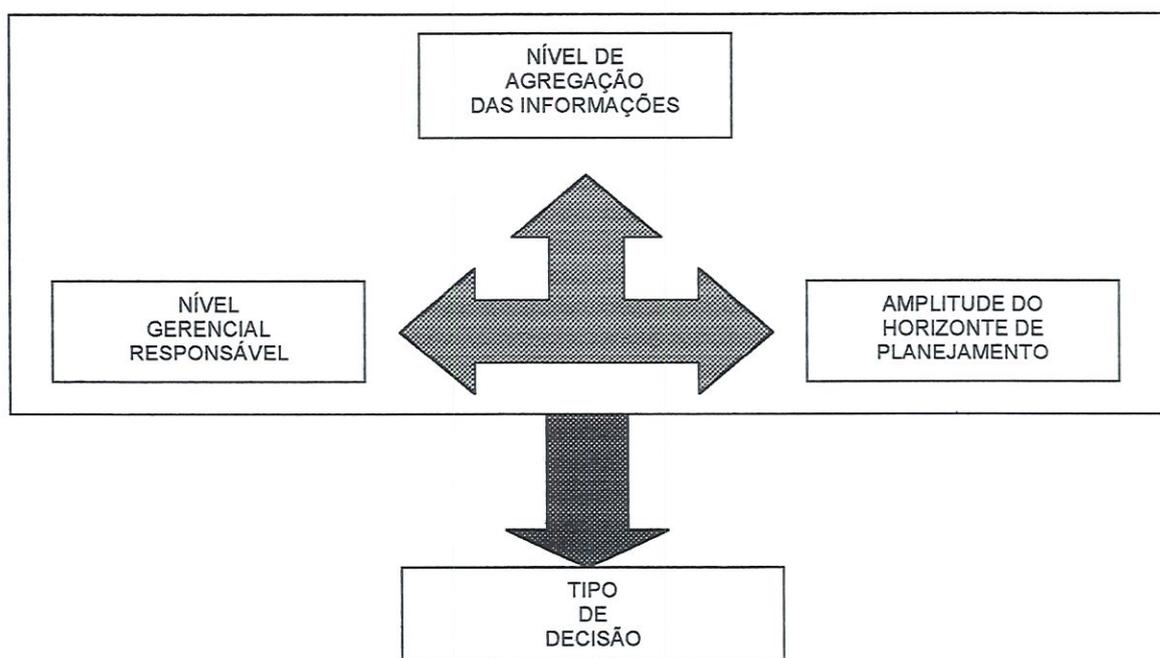


Figura 2.2 – Fatores que influenciam no tipo de decisão a ser tomada

Como as decisões de diferentes níveis são hierarquicamente relacionadas, para relacioná-los, garantindo coerência interna, uma estrutura hierárquica de planejamento deve ser utilizada (ÖZDAMAR *et al.* 1998). Segundo SAAD (1990), FONTAN *et al.* (1994) e HSU & MATTA (1997), os modelos de Planejamento Hierárquico da Produção (“Hierarchical Production Planning” - HPP) estão baseados no conceito de consistência e são representados por uma série de modelos matemáticos ou heurísticos (QIU & BURCH, 1997).

Existe muita confusão entre as atividades e os nomes desses três níveis de decisão. Para todos os níveis as funções de planejar e controlar são essenciais. Porém o objetivo, as informações e as ferramentas gerenciais usadas em cada fase diferem grandemente entre si. Deste modo, atualizando as nomenclaturas propõe-se a seguinte taxionomia: Administração Estratégica, Planejamento da Produção e Controle da Produção.

A figura 2.3 representa os principais níveis e subníveis do planejamento hierárquico, mostrando o seu inter-relacionamento. Nos tópicos apresentados a seguir será feita uma abordagem detalhada de cada elemento.

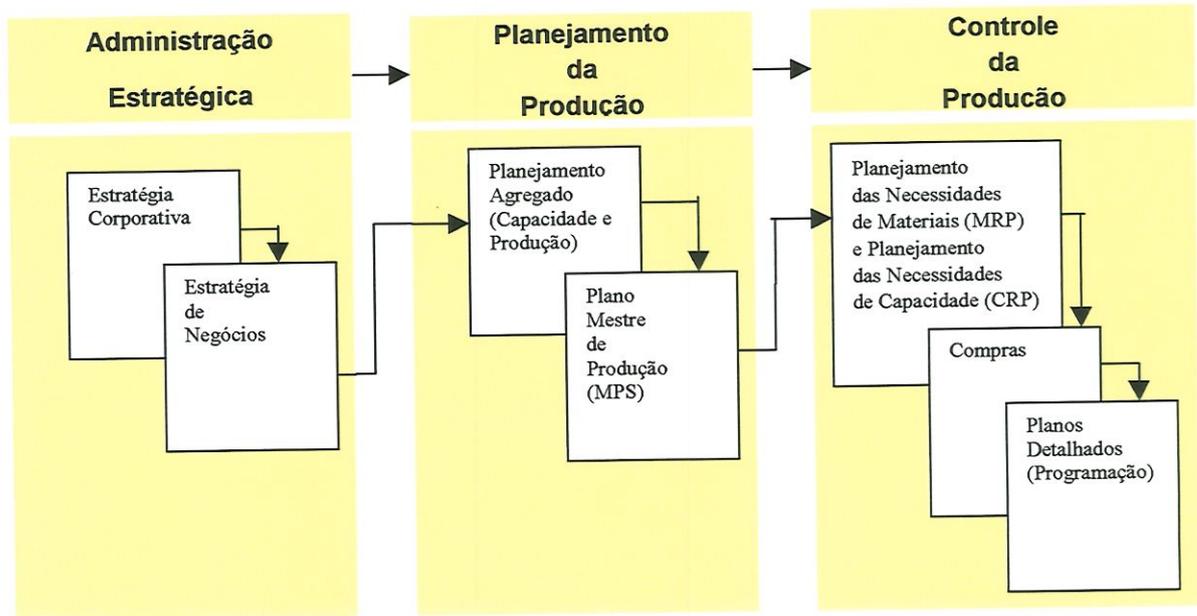


Figura 2.3 - Taxionomia e níveis de planejamento proposto

2.2.1 ADMINISTRAÇÃO ESTRATÉGICA

Com o passar do tempo as condições dos negócios se alteram, forçando as empresas a revisar seu entendimento da questão estratégica. As mudanças que antes eram lentas e graduais transformaram-se, nas últimas décadas, em bruscas, intensas e freqüentes. Se anteriormente aconteciam linearmente atualmente ocorrem através de saltos, provocando descontinuidades e rupturas.

Acompanhando essas mudanças, a estratégia das companhias passou por diversas fases, desempenhou diversas funções e recebeu vários nomes, conforme mostra a figura 2.4. Segundo MAKRIDAKIS & HEAU (1987), citado por PINTO *et al.* (1995), e CONTADOR (1995), inicialmente foi denominada de **Planejamento de Longo Prazo**, na década de 20, na antiga URSS. Após a Segunda Guerra Mundial, nas décadas de 50 e 60 os países capitalistas utilizaram-na com o nome de **Planejamento Financeiro** para reconstruir suas economias recém destruídas pela guerra, assim como as grandes companhias privadas, para aproveitar as oportunidades e expandir seus negócios.

A partir do final da década de 70 surgiu o **Planejamento Estratégico** para substituir o Planejamento Financeiro, muito rígido para acompanhar as novas oportunidades e ameaças que aparecem a todo instante diante das empresas. O Planejamento Estratégico, ao contrário de seu antecessor, está fundamentado na competição de mercado, dando ênfase ao meio-ambiente operacional. Também mantém forte embasamento nas predições do futuro, efetua a formulação estratégica com objetivos e metas em ordem hierárquica e sustenta a crença de possuir todas as informações necessárias para análise das alternativas.

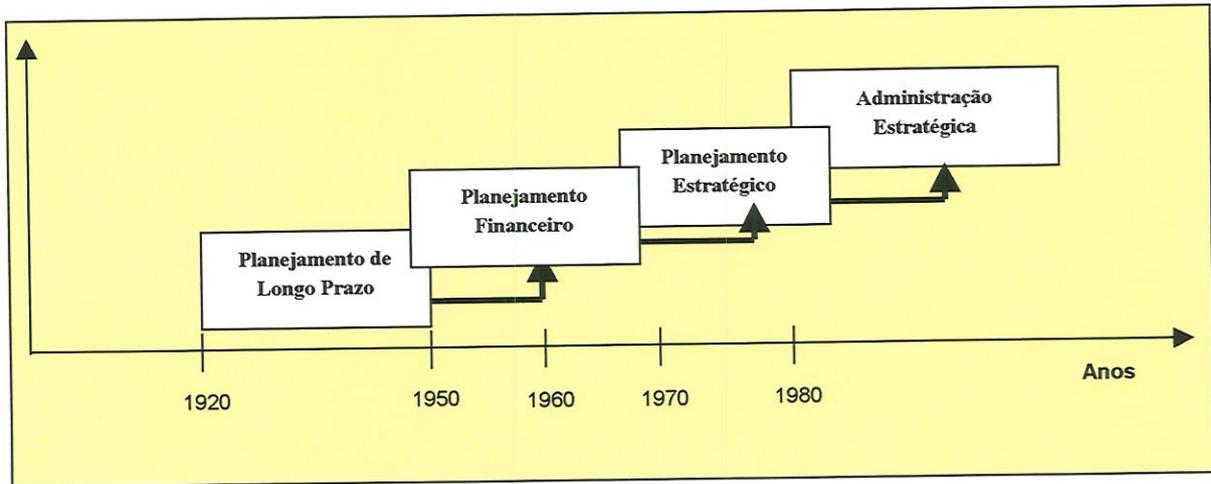


FIGURA 2.4 - Fases e taxionomia do planejamento estratégico

Os planos estratégicos, embora construídos para o futuro, na verdade nada tinham a ver com eles. Na realidade os planos eram simples inferências de condições externas e desempenhos anteriores da empresa. Eram quase sempre projeções de crescimento da atividade empresarial, elaborados a partir de uma previsão de vendas, onde se pressupunha que o futuro seria a repetição melhorada do passado. No futuro, as taxas de crescimento passadas continuariam a ocorrer. Bastava, portanto, ater-se às taxas de crescimento projetadas e tomar providências para expandir a operação.

Anteriormente o planejamento estratégico era um instrumento de previsão, coordenação e controle administrativo que adotava um linguajar financeiro, tendo o formato de uma multiplicidade de orçamentos, previsões e projeções de balanços e demonstrativos de lucros e perdas.

Como foi recentemente lembrado por MINTZBERG (1994), o planejamento estratégico não formulava nem criava as estratégias, apenas ordenava e enunciava-as. Era analítico e não sintético, era lógico e discursivo, mas não era criativo e intuitivo. As percepções e introspeções estratégicas ocorriam em outras partes. O Planejamento Estratégico apenas as declarava em formato convencional.

Na década de 80 surgiu a **Administração Estratégica**, também chamada de Estratégia Empresarial, Pensamento Estratégico, Estratégia Operacional, Estratégia em Tempo Real, Moderna Estratégia, Arquitetura Estratégica, entre outros (ZACARELLI, 1995).

Ela despontou para funcionar nesse ambiente instável, de estruturas hierárquicas reduzidas e onde tempo de resposta, quebra de barreiras funcionais, integração, participação, adaptabilidade e flexibilidade são cruciais para o sucesso de uma empresa.

É importante desmistificar a área e espaço da Administração Estratégica. Hoje ela não interessa apenas aos acionistas, conselho de administração, diretoria e alta gerência, mas a todos os membros da organização, cujo envolvimento se faz necessário. A estratégia da empresa deve ser conhecida por todos e cabe a alta administração colocá-la numa linguagem que a torne inteligível a todos os colaboradores. É fundamental atingir os colaboradores numa linguagem clara e simples, sem tecnicismos sobre qual é a estratégia da empresa, incluindo produtos fabricados, serviços prestados, mercados nos quais compete e clientes que deseja atingir.

A tendência do estilo gerencial em caminhar em direção a uma participação maior é inevitável. O aumento da participação em questões estratégicas abarca primeiramente a gerência e então tende a descer aos demais níveis da empresa. Com as mudanças nas estruturas que reduzem níveis hierárquicos, achatam, flexibilizam e enfatizam processos, ocorre um encaminhamento inevitável para a gerência participativa como estilo gerencial predominante e mais adequado. O envolvimento de todos é essencial para haver compatibilidade entre operação e estratégia e para disseminar as informações no interior da empresa.

Os rumos estratégicos atuais devem estar muito voltados para o futuro do que para o presente. Este futuro deve ser buscado pelo método das “aproximações sucessivas”. É uma prática gradualista, pragmática, flexível e que incorpora a realidade das tentativas onde ocorrem acertos e erros. Trata-se de aprender a perceber as tendências, e então inferir quais serão as qualificações, recursos e competências empresariais necessárias para que se obtenha sucesso no futuro.

Em áreas do gerenciamento da produção essas decisões relacionam-se com o projeto da planta da fábrica e incluem: (i) localização e tamanho das novas plantas, (ii) aquisição de novos equipamentos, (iii) seleção de novas linhas de produto, (iv) projeto do sistema logístico, (v) estratégia de resposta à demanda, (vi) estratégia de planejamento da produção e (vii) tecnologia de processos de produção.

CONTADOR (1995) afirma que essas decisões são importantes. Elas definem a posição competitiva da firma, provêm sustentação ou criam vantagens competitivas, estabelecem os campos e as armas da competição e eventualmente, determinam seu sucesso ou falha. Também essas decisões, as quais são feitas pela alta administração, envolvem grandes investimentos, têm implicações de longo prazo e são afetadas por informações externas e internas. Então, quaisquer sistemas de modelo-base para suportar essas decisões devem ter um escopo sem fronteiras, horizonte de planejamento de longo prazo e reconhecer o impacto das incertezas e das atitudes de risco.

HAMELL & PRAHALAD (1995), citado por ZACCARELLI (1995), entende que a Estratégia Empresarial é um processo de planejamento, não terminando quando um plano é elaborado. Uma boa aplicação do processo de estratégia empresarial requer análise constante do mercado, produtos, competidores, tecnologia e disponibilidade de recursos, entre outros fatores. Uma análise comparativa dos fatores externos com a situação interna providenciará ajustes e reajustes todo o tempo.

2.2.2 PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

O Planejamento da Produção é parte integrante do planejamento mestre em uma organização. É através do planejamento da produção que a alta administração dirige o negócio, implementando e sustentando as estratégias corporativas e de negócios na manufatura, criando e suportando as vantagens competitivas que darão competitividade a empresa. A figura 2.5 mostra como o Planejamento da Produção é o elo de ligação entre estratégia e operação.

O Planejamento da Produção trata da operação geral de uma organização, segundo restrições de marketing, produção e finanças, num horizonte de tempo específico. Os problemas de Planejamento da Produção podem ser classificados em duas fases distintas: planejamento agregado e planejamento desagregado.

No **Planejamento Agregado da Produção** uma variável global ou um limitado número de linhas de produtos representa a produção de todos os produtos usando alguma unidade natural como medida do “output” agregado (peso, unidades, horas-máquina, volume, horas-homens, entre outros). A aglomeração dos produtos em uma unidade de “output” comum simplifica substancialmente o processo de planejamento. Ela permite que a alta administração aloque recursos de modo geral sem preocupar-se com pequenos detalhes. É a grande figura da abordagem “top-down” para planejamento.

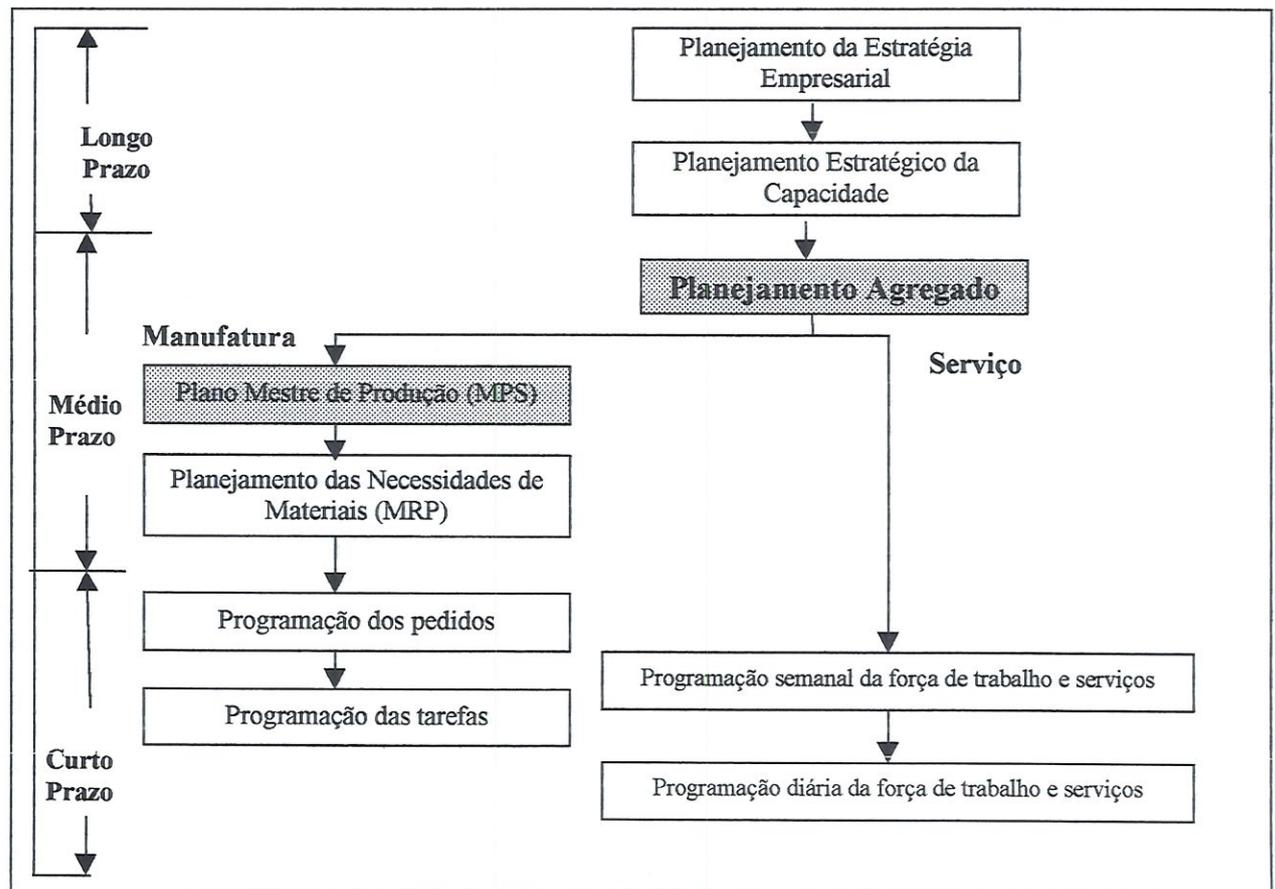


Figura 2.5 - Visão geral das principais atividades do planejamento de operações (Adaptado de Chase & Aquilano, 1995)

As decisões de Planejamento Agregado focam no processo de utilização do recurso. Seu objetivo principal é minimizar o custo total de produção (KOGAN & KHMELNITSKY, 1995) ou maximizar os rendimentos (HUNG et al., 1999). Neste estágio o problema básico a ser resolvido é concernente à alocação de recursos como: capacidade, disponibilidade da força de trabalho, armazenagem e recursos de distribuição.

Decisões típicas nesta categoria incluem: (i) a utilização regular e extra do trabalho, (ii) alocação de capacidade por família de produtos, (iii) acumulação do inventário sazonal, (iv) definição dos canais de distribuição e (v) seleção das alternativas de transporte. Essas decisões envolvem um horizonte de planejamento de média faixa e a agregação dos produtos em família de produtos.

O **Planejamento Desagregado**, comumente denominado Plano Mestre de Produção (MPS) trata da elaboração dos planos de produção para cada produto (FOOTE & RAVINDRAN, 1988). O MPS identifica a quantidade de cada item final que deve ser completado em cada unidade de planejamento para um horizonte de curto prazo. O MPS é o gerador de todos os outros programas de produção (KOCHHAR *et al.*, 1998). É um plano para a produção futura de itens finais, baseado no Planejamento Agregado da Produção, nas previsões de vendas, pedidos de clientes, níveis de inventário e outras informações necessárias para elaborar um bom plano.

O Planejamento Mestre da Produção responde as seguintes questões para cada período de planejamento: (i) quais produtos produzir; (ii) quanto produzir de cada produto, (iii) quando produzi-los e (iv) como produzi-los. Problemas de mix de produtos, seleções de processos e planejamento de logística pertencem a esse tipo de decisões de planejamento.

Seus objetivos são: manter um nível desejável de serviço ao cliente ou inventário de bens finais; fazer o melhor uso do material, força de trabalho e equipamento; manter o inventário e o investimento em inventário em níveis desejáveis.

2.2.3 CONTROLE DA PRODUÇÃO

As decisões de **Controle da Produção** lidam com problemas de programação e operações do dia-a-dia requerendo uma desagregação completa das informações geradas nos níveis mais altos. Depois que o programa mestre é desenvolvido, é necessário detalhá-lo para os vários centros de trabalho (máquinas, equipamentos, áreas ou departamentos) que compõem os recursos produtivos da operação.

Seu propósito é assegurar que todos os recursos fabris da companhia - humanos, materiais, físicos e financeiros, sejam usados eficiente e efetivamente, em sincronia com os planos elaborados nos níveis anteriores, para possibilitar a concretização das vantagens competitivas da empresa.

Decisões típicas deste nível incluem: (i) atividades de controle de inventário físico e financeiro, (ii) seqüência de produção e tamanho do lote dos componentes, (iii) alocação de ordens para as máquinas, (iv) liberação e processamento das ordens, (v) acompanhamento da produção, (vi) comparação entre programado e realizado, (vii) realimentação do processo decisório de curto prazo caso haja desvio entre programado e realizado e (viii) programação de transporte.

2.3 FUNÇÃO DO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

A maioria dos gerentes quer planejar e controlar as operações num nível superior, através de algum tipo de planejamento macro que ignore os detalhes dos produtos individuais, programação de máquinas e utilização individual de funcionários. O gerenciamento prefere trabalhar com decisões relevantes. Logo é necessário efetuar o planejamento dos recursos de forma agregada, encontrando a demanda total dos produtos que concorrem por recursos limitados da planta física (BUFFA & SHARIN, 1987; BEDWORTH & BAILEY, 1987).

Se os recursos pudessem ser adquiridos quando necessário e a capacidade da planta fosse infinitamente expansível e sem custo, o programa de produção ótimo consistiria em produzir os produtos finais de acordo com o programa de vendas. Entretanto, nas situações reais dos sistemas de produção, a capacidade de produção pode variar por diferentes razões, mesmo para horizontes de planejamento curtos. Além disso, ocorre flutuação de demanda tanto no volume como no mix de produtos. Debaixo dessas circunstâncias o planejamento da produção deve decidir qual será a melhor utilização dos recursos disponíveis para a previsão de demanda atual (DILLENBER *et al.*, 1994).

A função primária do planejamento agregado é obter consenso sobre o plano. Isto é verídico para todas as funções e envolve manufatura, vendas, engenharia, finanças entre outros, conforme figura 2.6. A uniformidade do plano ocasiona, ao mesmo tempo, facilidade de coordenação e distorções funcionais. Poderia ser interessante ter uma previsão otimista para vendas, para movimentar e estimular os vendedores. Para administrar finanças uma previsão pessimista proporcionaria maior segurança nas operações financeiras. ZACCARELLI (1990) afirma que a alta administração deve definir a questão da uniformidade do uso dos planos, para disciplinar o relacionamento entre as diversas áreas funcionais da empresa.

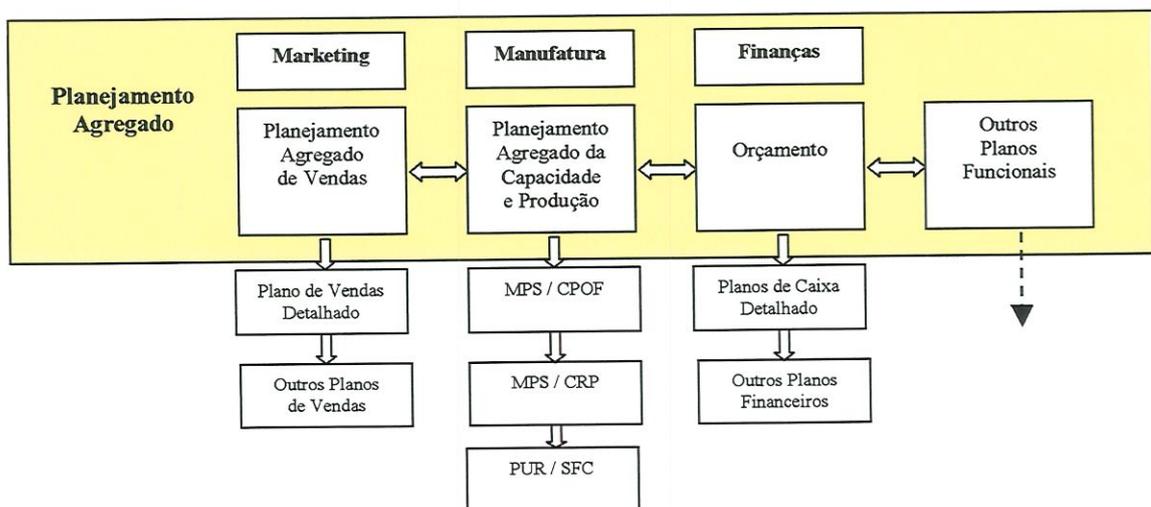


Figura 2.6 - O Planejamento Agregado (GIANESI & CORRÊA, 1996)

A função secundária é a necessidade de comunicar quando algum fator prejudicará o plano. Se há um problema, deve-se analisar sua repercussão nos planos de todas as áreas funcionais, e escolher a melhor alternativa. A obrigatoriedade da comunicação provê a base para conservar consistente os planos de todo o grupo, quando mudanças são necessárias.

2.4 DADOS DE ENTRADA DO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

A figura 2.7 ilustra os fatores externos e internos que constituem o ambiente de planejamento da produção. Em geral, o meio ambiente externo está fora do controle direto do planejador da produção, mas em algumas firmas a demanda por produto pode ser gerenciada. Já os fatores internos diferem em sua controlabilidade. Por exemplo, a capacidade física atual é usualmente fixa no curto prazo porque é difícil aumentá-la rapidamente, existem limites de capital a ser investido em estoques, acordos sindicais que restringem mudanças na força de trabalho, entre outros.

Mesmo assim, há sempre alguma flexibilidade no gerenciamento desses fatores e os planejadores da produção podem implementar uma determinada estratégia ou uma combinação das estratégias de produção a serem discutidas.

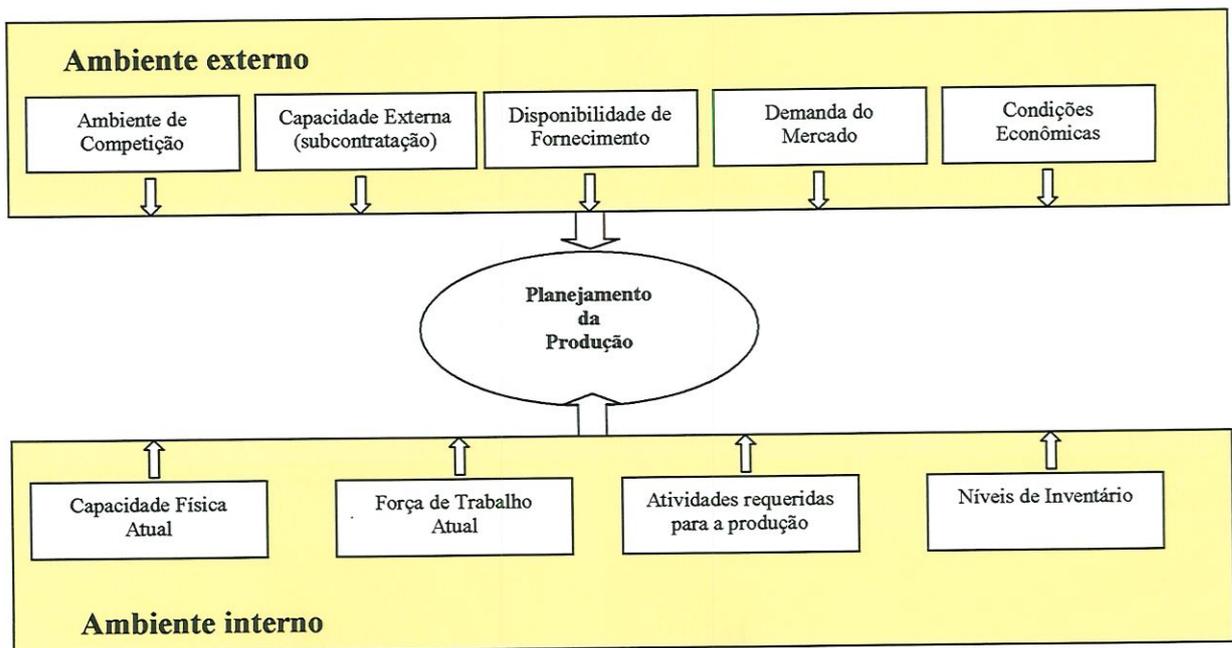


Figura 2.7 - Dados de entrada necessários para o sistema de planejamento da produção (Adaptado de Chase & Aquilano, 1995)

Como cada organização é composta de um intrincado e interdependente mix de processos, equipamentos, materiais e pessoas, possuindo peculiaridades, culturas e políticas próprias, não existe estratégia única. Cabe a cada organização determinar a estratégia apropriada para minimizar essas variações ou absorver essas mudanças.

2.5 ESTRATÉGIAS DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

Muitas organizações reconhecem que uma demanda estável e uniforme pode permitir uma redução dos custos, melhor serviço ao cliente, maior utilização da capacidade e perspectiva de maior lucro potencial. Porém, quando o gerenciamento da demanda não for possível as organizações devem se planejar para as variações de demanda.

Conforme os autores CHASE & AQUILANO (1995) e RENDER & HEIZER (1997) existem duas atitudes puras que podem ser utilizadas pelas empresas para gerenciar os padrões de demanda sazonal. A atitude reativa e a atitude pró-ativa.

(a) Atitude reativa

Aceita passivamente a demanda como ela originalmente se apresenta e faz a administração da oferta de produtos ao mercado, através das seguintes estratégias:

- Modificando a capacidade para atender a demanda solicitada, período a período;
- Produzindo a taxa constante e armazenando os produtos para atender os picos de demanda;
- Combinando as duas estratégias citadas acima.

Há diversas razões para uma firma não tentar modificar a demanda: já estar trabalhando a plena capacidade, custo elevado de propaganda, mercado estático e de tamanho definido, restrições de fornecimento além de razões legais, éticas, ambientais, etc.

(b) Atitude pró-ativa

Atua intensivamente sobre a demanda, exercendo pressão sobre a força de vendas, oferecendo benefícios aos consumidores e a seu próprio pessoal visando alterá-la ou administrá-la, e deste modo utilizar melhor os recursos fabris disponíveis.

O objetivo é transferir a demanda dos períodos de pico para os períodos de baixa. Isto normalmente está além da responsabilidade imediata dos gerentes de produção, sendo responsabilidade das funções de marketing e/ou vendas.

2.5.1 ESTRATÉGIAS DA ATITUDE REATIVA

Independente do gerenciamento da demanda é necessário elaborar o planejamento da produção. Segundo BEDWORTH & BAILEY (1987), FOGARTY *et al.* (1991) e THOMPSON *et al.* (1996) há três estratégias puras de planejamento agregado da produção: estratégia da produção nivelada, estratégia de acompanhamento da demanda e estratégia da força de trabalho estável variando as horas trabalhadas. Elas representam formas opostas do espectro de administração do fornecimento usado para resolver o problema do planejamento agregado. Uma estratégia que combina elementos das três estratégias puras é uma estratégia mista ou híbrida.

Outros autores como BUXEY (1993) e CHASE & AQUILANO (1995) consideram a existência de somente duas estratégias puras: acompanhamento da demanda e produção nivelada. Eles abordam a estratégia da força de trabalho estável variando as horas trabalhadas como uma derivação da estratégia híbrida.

ZAPFEL (1996) segue o mesmo pensamento, definindo duas estratégias de planejamento da produção. Porém, ele estabelece outra terminologia: pedido do cliente governando a produção ("*customer-order driven production*") e previsão governando a produção ("*forecast-driven production*").

Neste trabalho considerou-se a existência de três estratégias puras de planejamento agregado, sendo dado ênfase à estratégia da força de trabalho estável variando as horas trabalhadas. No cenário atual, a flexibilidade na utilização da mão-de-obra bem capacitada é uma importante arma para a empresa competir em qualidade, preço e tempo de resposta. No capítulo 6 este tema será abordado com maior profundidade.

2.5.1.1 ESTRATÉGIA DA PRODUÇÃO NIVELADA

A **estratégia da produção nivelada** ("*level production strategy*") consiste em manter suficientemente constante a taxa de produção durante o ano, criando inventário ou reservas para absorver as flutuações da demanda, conforme ilustra a figura 2.8. Ela deve ser praticada quando a demanda é relativamente estável, operando regularmente com capacidade total. Porém, em muitas situações resulta num excessivo custo de manutenção do inventário.

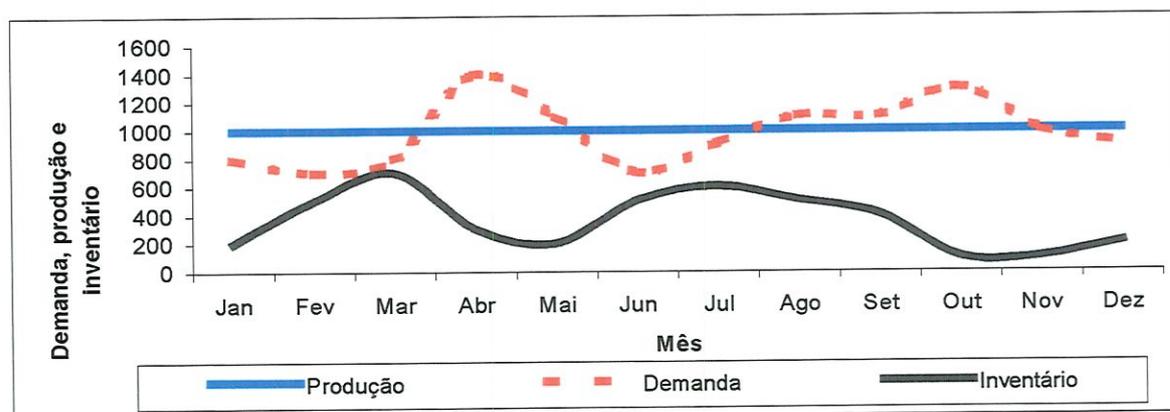


Figura 2.8 - A Estratégia da Produção Nivelada (FOGARTY et al, 1991)

As políticas de capacidade constante deste tipo de estratégia podem atingir os objetivos de padrões de emprego estáveis, alta utilização da capacidade e normalmente alta produtividade com baixos custos unitários. Infelizmente, também podem criar estoques consideráveis que devem ser financiados e armazenados. A tabela 2.1 mostra as vantagens e desvantagens de se adotar esta estratégia.

A maior parte das empresas que seguem esta estratégia prioriza a formação de estoques para vendas futuras relativamente certas. Para SAFIZADEH & RITZMAN (1997), geralmente

companhias de produção contínua e não afetadas por mudanças na moda ou projeto. Claramente essas políticas não são adequadas para produtos perecíveis, produtos para os quais a moda muda rápida e de maneira imprevisível, companhias que freqüentemente introduzem novos modelos ou produtos feitos sob encomenda específica dos clientes. (BUFFA, 1987, SLACK *et al.*, 1997).

Tabela 2.1 - Vantagens e desvantagens de uma estratégia de ajuste com estoques (SLACK *et al.*, 1997)

<i>VANTAGENS</i>	<i>DESVANTAGENS</i>
<i>Toda a demanda é atendida, logo os clientes estão satisfeitos e as receitas são maximizadas.</i>	<i>Custos dos estoques em termos de capital de giro alto.</i>
<i>A utilização da capacidade é alta, e, portanto os custos são baixos.</i>	<i>Riscos de deterioração do produto e obsolescência.</i>
<i>Muitos picos de demanda de curto prazo podem ser atendidos a partir dos estoques.</i>	

2.5.1.2 ESTRATÉGIA DE ACOMPANHAMENTO DA DEMANDA

A **estratégia de acompanhamento** (“*chase strategy*”) consiste em dotar a fábrica de capacidade produtiva e flexibilidade suficiente para possibilitar que o resultado da produção encontre a demanda. Usando esta abordagem, a taxa de produção pode sofrer grandes oscilações, como ilustrado na figura 2.9.

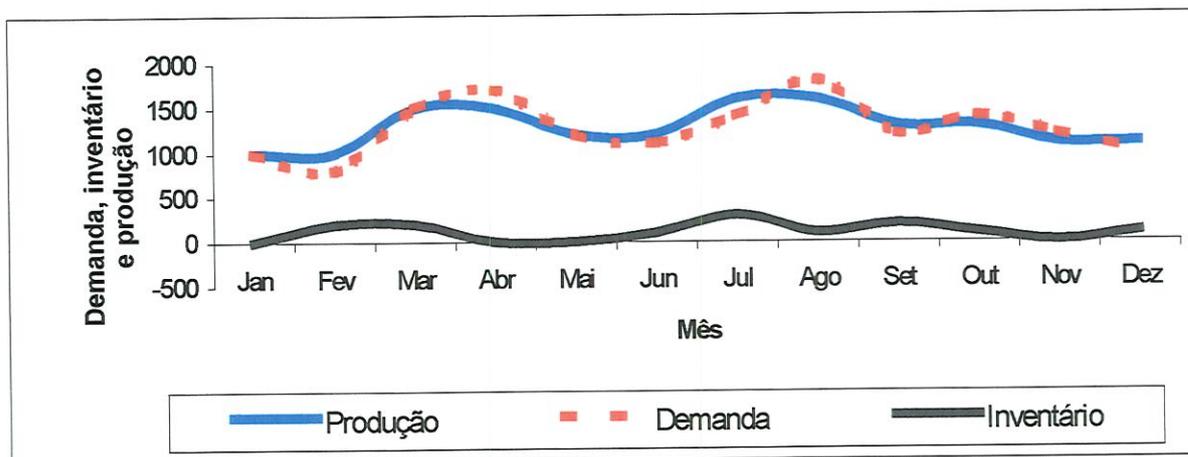


Figura 2.9 - A Estratégia de Acompanhamento da Demanda (FOGARTY *et al.*, 1991)

A vantagem dessa estratégia é evitar o alto custo do inventário quando a demanda oscila substancialmente. Isto é feito reduzindo-se o quadro de funcionários, eliminando a subcontratação e não praticando terceirização durante os períodos de baixa demanda. É utilizada quando o custo de inventário é maior do que o custo da dispensa de pessoal.

A política de acompanhamento da demanda é normalmente adotada nas operações em que não é viável estocar sua produção, como as operações de fabricação de produtos perecíveis e bens de capitais. Segundo SAFIZADEH & RITZMAN (1997), fábricas de produção discreta (“job shop” e lotes) utilizam geralmente a estratégia de acompanhamento da demanda.

Além de satisfazer a demanda dos clientes ao longo do período planejado deve-se evitar o excesso de provisão de pessoal que ocorre com uma política de capacidade constante. Nos casos em que a produção pode ser estocada, a política de acompanhamento da demanda pode ser adotada para minimizar ou eliminar o estoque de produtos acabados.

Às vezes é difícil conseguir variações expressivas na capacidade de um período para o outro. Se as oscilações da demanda prevista forem elevadas, níveis significativamente diferentes de pessoal serão necessários ao longo do ano. Isto levaria a empregar pessoal em tempo parcial e temporário, exigir que os empregados permanentes fizessem horas extras ou mesmo introduzir mão-de-obra contratada. Então, os gerentes de produção terão a difícil tarefa de assegurar que os padrões de qualidade e os procedimentos de segurança sejam seguidos e que os níveis de serviço ao cliente sejam mantidos. A tabela 2.2 sintetiza algumas vantagens e desvantagens dessa estratégia.

Tabela 2.2 - Vantagens e desvantagens da estratégia de acompanhamento da demanda (SLACK et al., 1997)

<i>VANTAGENS</i>	<i>DESVANTAGENS</i>
<i>Sempre há demanda suficiente para manter as plantas funcionando a plena capacidade, sendo portanto minimizado os custos unitários.</i>	<i>Capacidade insuficiente para atender totalmente a demanda, logo há redução de receitas e insatisfação de clientes.</i>
<i>Problemas de sobre-capacidade são minimizados se as previsões forem otimistas.</i>	<i>Sem habilidade para aproveitar aumento na demanda de curto prazo.</i>
<i>É adiado o desembolso de capital com as fábricas.</i>	<i>Risco de falta.</i>

2.5.1.3 ESTRATÉGIA DA FORÇA DE TRABALHO ESTÁVEL VARIANDO AS HORAS TRABALHADAS

A estratégia da força de trabalho estável – horas de trabalho variável (“*stable workforce strategy – variable work hours*”) consiste em modificar o número de horas trabalhadas através de programas de trabalho flexível, horas extras, deslocamento de funcionários para trabalhos de manutenção, treinamento, entre outros, durante os períodos de baixa demanda. Ao planejar e controlar o número de horas trabalhadas determina-se o “output” da produção e a ordens a serem completadas.

Esta estratégia provê a continuidade da força de trabalho e evita a ocorrência de diversos custos tangíveis e emocionais de contratação e demissão associados com a estratégia de acompanhamento da demanda.

Níveis de subutilização altos podem tornar proibitivamente dispendiosas as políticas de capacidade constante em muitas operações. Porém elas podem ser consideradas adequadas quando os custos de oportunidade de vendas individuais perdidas são elevados (SLACK *et al.*, 1997). Isto é particularmente verdadeiro quando a empresa tem diversos competidores e não possui flexibilidade suficiente para aumentar a capacidade e atender a demanda acima do esperado (BUFFA, 1987).

A tabela 2.3 resume algumas vantagens e desvantagens oriundas do emprego dessa estratégia de planejamento da produção.

Tabela 2.3 - Vantagens e desvantagens da estratégia da força de trabalho estável variando as horas trabalhadas

<i>VANTAGENS</i>	<i>DESvantagens</i>
<i>Menor investimento de capital de giro na formação de estoque.</i>	<i>Risco de falta para atender aumento de demanda de curto prazo.</i>
<i>Flexibilidade para atender aos pedidos de venda, tanto em volume como em mix de produtos.</i>	<i>Risco de alta ociosidade e alto custo, caso a demanda não ocorra.</i>
<i>Manutenção de uma força de trabalho estável, reduzindo-se custo de contratação e demissão.</i>	

2.5.1.4 ESTRATÉGIA HÍBRIDA

THOMPSON *et al.* (1993) e SLACK *et al.* (1997) afirmam que na maioria dos casos reais é utilizada uma **estratégia híbrida**. Ela consiste de uma combinação inteligente das estratégias puras, aproveitando suas vantagens relativas e descartando suas desvantagens intrínsecas.

Para muitas organizações as abordagens puras não atendem o conjunto de objetivos competitivos e operacionais pré-determinados. Da maioria dos gerentes de produção é exigido que realizem os diversos objetivos de desempenho, geralmente conflitantes.

Espera-se que reduzam simultaneamente os custos e os estoques, para minimizar o investimento em capital e ainda proporcionar uma abordagem ágil orientada para o cliente em todos os momentos. Por esta razão a maioria das organizações escolhe adotar uma combinação da três estratégias.

Por exemplo, uma estratégia híbrida pode variar o nível da força de trabalho e a taxa de utilização da fábrica para alcançar a demanda, mantendo estoques pequenos e atendendo o cliente no tempo desejado.

2.5.2 ESTRATÉGIAS DA ALTERNATIVA PRÓ-ATIVA (AGRESSIVA)

As organizações podem responder passiva ou ativamente em relação à demanda. A resposta passiva significa que a empresa assume a demanda como ela se apresenta. Muitas companhias tentam influenciar a demanda de alguma maneira. Segundo THOMAS & MC CLAIN (1993) a mudança no padrão da demanda pode reduzir e simplificar o problema do planejamento agregado e em alguns casos criar novas fontes de faturamento e lucros. Os possíveis métodos de modificar a demanda são: produtos complementares, promoções, prêmios e incentivos de preços e reservas.

2.5.2.1 PRODUTOS COMPLEMENTARES

Uma das mais comuns estratégias gerenciais para obter boa utilização das instalações e da força de trabalho, estabilizando o emprego, é desenvolver novos produtos nos quais a demanda primária é presente nos meses de baixa carga, reduzindo o balanço entre demanda e capacidade. A estratégia aqui é encontrar linhas de produtos que usem a tecnologia de produção existente mas tenham padrão de demanda complementar aos da linha atual, para combater as flutuações cíclicas da demanda.

SLACK *et al.* (1997) diz que os benefícios aparentes de preencher a capacidade desta forma devem ser comparados com os riscos de prejudicar o produto ou serviço principal e a operação deve ser totalmente capaz de servir os dois mercados.

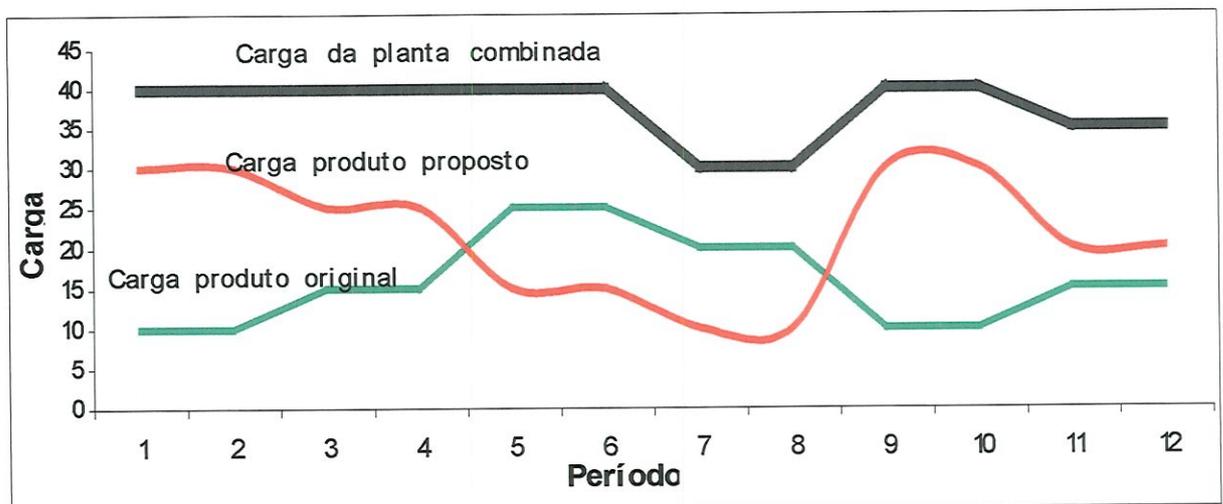


Figura 2.10 - Efeitos da nivelção de carga ao acrescentar linha de produto com sazonalidade complementar a linha de produto existente (BUFFA & SARIN, 1987)

2.5.2.2 PROMOÇÕES, PRÊMIOS, E INCENTIVOS DE PREÇOS (A INFLUÊNCIA DA DEMANDA)

A combinação correta entre o desejo pelo produto, preço adequado e promoção pode aumentar a demanda de determinados produtos em períodos de baixa. A estimulação da procura durante os períodos de baixa estação pode ajudar a aumentar o nível da carga da fábrica, tendo efeito importante na absorção dos custos, utilização da capacidade e estabilização do emprego. Neste sentido, os modelos de planejamento agregado têm sido construídos para propiciar a tomada de decisão conjunta entre marketing e produção, visando obter o ótimo do sistema.

Promoções, prêmios e incentivos de preços são técnicas que consistem em agregar uma vantagem específica a um produto ou serviço durante determinado período. Desta maneira incita o consumidor às compras impulsivas, de modo que compras não previstas tornam-se compras correntes (SILVA & BATALHA, 1997). No caso de bens duráveis as ferramentas utilizadas são redução de taxas, maior facilidade de pagamento, oferta de serviços extras, oferta de brindes, sorteios, redução de preços, entre outros.

2.5.2.3 RESERVAS

Nos mercados regidos pela oferta, o cliente deve fazer o pedido muito antes da real necessidade. Então, o cliente efetua a encomenda para uma entrega futura e o fabricante providencia a adequação da sua capacidade para atender a carteira de pedidos. A utilização desta prática permite que tanto o cliente quanto o fornecedor planejem suas operações com maior certeza. RENDER & HEIZER (1997) citam que esta prática geralmente resulta em perdas de vendas e clientes.

Embora a modificação da demanda sempre traga uma importante contribuição para resolver o problema do planejamento agregado, ela raramente resolve-o completamente. Outras ações são requeridas para administrar o fornecimento, tornando-o compatível a demanda.

2.6 ESTRATÉGIA DE RESPOSTA À DEMANDA

A estratégia de resposta à demanda define como a manufatura irá responder a demanda do cliente, especialmente em termos temporal. ODEN (1994) argumenta que o aumento da competição está tornando este aspecto da manufatura cada vez mais importante.

Cada categoria de **Estratégia de Resposta à Demanda** ("*Demand Response Strategy*" - **DRS**) deve ser aplicada a produtos e situações específicas e para ter sucesso deve estar apropriadamente combinada com as características dos produtos e aspectos de competitividade temporal do mercado.

A competição baseada no tempo é a última mudança na estratégia de manufatura (ODEN, 1994). Companhias agressivas estão alterando seus objetivos de competir em custo e qualidade para competir em custo, qualidade e tempo de resposta. Este tipo de estratégia consiste em dar respostas mais rápidas a demanda dos clientes, sem sacrificar qualidade e preço (HATOUM & CHANG, 1997).

Segundo ODEN (1994) alguns autores abordam este assunto, mas de forma inadequada. SCHROEDER (1989) discute a diferença entre “Make-to-Stock” e “Make-to-Order”, denominando-as de Tipos de Encomendas do Cliente, omitindo o conceito de resposta no tempo para a demanda. O cliente não determina o tipo de resposta – a firma o faz. VOLLMANN *et al.* (1992) refere-se a “Make-to-Stock”, “Assembler-to-Order” e “Make-to-Order” como Opções do MPS, não reconhecendo que elas são realmente DRS que tem efeito significativo no MPS. Outros autores têm referido-se a DRS como Política de Controle de Inventário. PIRES (1994) utiliza essas nomenclaturas para classificar os sistemas produtivos de acordo com suas formas de interação com os clientes externos.

A seguir serão apresentadas as classificações propostas por vários autores. Adotou-se como base a classificação de WEMMERLÖV (1986), por ser mais sintética. Na seqüência são mostradas formas variantes descritas por outros autores.

2.6.1 PRODUÇÃO PARA ESTOQUE (“MAKE-TO-STOCK” - MTS)

Caracterizam os sistemas que produzem produtos padronizados baseados em previsões de demanda. Neste caso nenhum produto customizado é produzido, porque o pedido de venda é feito com base no estoque de produtos acabados. Isto significa que a interação dos clientes com o projeto do produto é pequena ou rara.

O sistema MTS tem como principal vantagem a rapidez na entrega dos produtos. Porém, os custos com estoques são elevados e os clientes não podem expressar suas necessidades a respeito dos produtos. Nesses sistemas os ciclos de vida dos produtos tendem a ser longos e previsíveis.

Neste caso a demanda pode ser prevista com certo grau de confiabilidade. O item final está disponível e pode ser despachado diretamente para o consumidor. O problema de planejamento restringe-se à reposição do estoque, sendo necessário determinar a data de início e o tamanho do lote (HA, 1997), evitando perda de vendas ou excesso de inventário (VEATCH & WEIN, 1996). O tamanho de lote é função do “setup”, inventário e custo de produção (DELLAERT & MELLO, 1996).

Itens finais são produzidos na expectativa de um pedido futuro do cliente. Já os "lead times" e preços são determinados internamente.

2.6.2 MONTAGEM SOB ENCOMENDA (ASSEMBLE-TO-ORDER - ATO)

“**Assemble-to-order**” é uma estratégia para lidar com “lead times” de planejamento longos. Subconjuntos, componentes e matéria-prima são manufaturados e armazenados de acordo com a previsão de demanda, mas conjuntos e produtos finais são montados após o recebimento da ordem do cliente, contendo o escopo de fornecimento das encomendas (CHAKRAVARTY & BALAKRISHNAN, 1998). A interação dos clientes com o projeto do produto é limitada.

Nos sistemas ATO as entregas dos produtos tendem a ser de curto e médio prazo. A incerteza da demanda (quanto ao mix e volume dos produtos) é gerenciada através de uma política adequada de dimensionamento dos estoques de subconjuntos e capacidade das áreas de montagem. Conforme FUMERO & VERCELLIS (1994), estas ações provêm flexibilidade para uma firma ATO responder às flutuações de demanda para produtos finais.

HA (1997) salienta a importância das indústrias do tipo ATO utilizar o conceito de **componente comum** para dois ou mais produtos finais. Segundo o autor, com a recente tendência de proliferação do número de produtos, sucessiva interrupção do ciclo de vida dos produtos, é salutar adotar essa técnica para simplificar projetos, obter economia de escala em Pesquisa e Desenvolvimento e Produção, e reduzir o estoque de segurança e o risco de fabricar inventário errado.

Buscando realçar a recente importância da competição baseada no tempo ODEN (1994) inclui em seus estudos a estratégia de Produção sob Demanda (Make-to-Demand - MTD). Este trabalho enquadra-a como um caso particular da estratégia ATO, quando as condições tecnológicas de produção conduzem a um “lead time” de processamento muito rápido.

Segundo o autor, MTD é uma estratégia de resposta à demanda totalmente flexível que viabiliza a entrega dos produtos da firma com qualidade e prazo exatamente como desejado pelo cliente. É completamente reativa à ordem do cliente, mas pode entregar o produto com a mesma velocidade que MTS. Ela pode usar a combinação das outras estratégias de resposta ao cliente que são convenientes para encontrar a demanda. Dependendo da situação competitiva, projetos, matérias-primas, componentes, montagens ou produtos acabados podem ser mantidos em estoque.

2.6.3 PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA (MAKE-TO-ORDER - MTO)

Nesse sistema o projeto básico é desenvolvido a partir dos contatos iniciais com o cliente, mas a etapa de produção se inicia somente após o recebimento do pedido formal (VEATCH & WEIN, 1996). A interação com o cliente geralmente é extensiva e o produto está sujeito a algumas modificações mesmo durante a fase de produção.

Num sistema MTO os produtos não são “um de cada tipo” porque usualmente são projetados a partir de especificações básicas. Os tempos de entrega tendem a ser de médio a longo prazo e as listas de materiais são usualmente únicas para cada produto.

Geralmente, a demanda não pode ser prevista com alto grau de certeza, e nenhum produto acabado é estocado. Como resultado, datas são cotadas nas respostas dos pedidos dos clientes e a tarefa do planejamento da produção é determinar os tamanhos dos lotes (DELLAERT & MELO, 1996), definir frequência de “set ups” e seqüência da produção (ANON, 1999) para que as promessas de entregas sejam satisfeitas.

Nos sistemas MTO, o "lead time" e os preços estão de acordo com o prioridade e a necessidade do cliente, e são de vital importância para obter o pedido (EASTON & MOODIE, 1999). Para HATOUM & CHANG (1997) quando a qualidade é equivalente, os clientes escolherão os fornecedores que oferecem a melhor proposta de “lead time” e preço. Este processo de cotar “lead time” e preço é uma função crítica no gerenciamento da empresa e fator determinante da sua lucratividade.

As organizações podem usar a combinação “lead time”/preço como uma arma estratégica para atingir diferentes grupos de clientes e controlar o “input” em seu processo de produção. Então, num ambiente MTO / ATO, a demanda dos produtos não deve ser tratada como fixa. Se a demanda para um dado produto for determinada como função do “lead time” e preço, a firma pode controlar o nível de ordens de produção.

2.6.4 ENGENHARIA SOB ENCOMENDA (ENGINEER TO ORDER - ETO)

MARUCHECK & MC CLELLAND (1986) acrescentam mais um sistema aos três relacionados anteriormente. É como se fosse uma extensão do sistema MTO, com o projeto do produto sendo feito quase que totalmente baseado nas especificações do cliente. Os produtos são altamente customizados (“um de cada tipo”), o nível de interação com o cliente intenso e os “lead times” são longos e incertos.

Esses autores também procuram diferenciar os quatro sistemas através da definição do conceito de ciclo competitivo (“competitive lead time”). O ciclo competitivo é o tempo compreendido entre o recebimento do pedido e o despacho do produto final, ou seja, representa o tempo de interação entre a manufatura e os clientes. A figura 2.11 mostra os ciclos competitivos para os sistemas considerados.

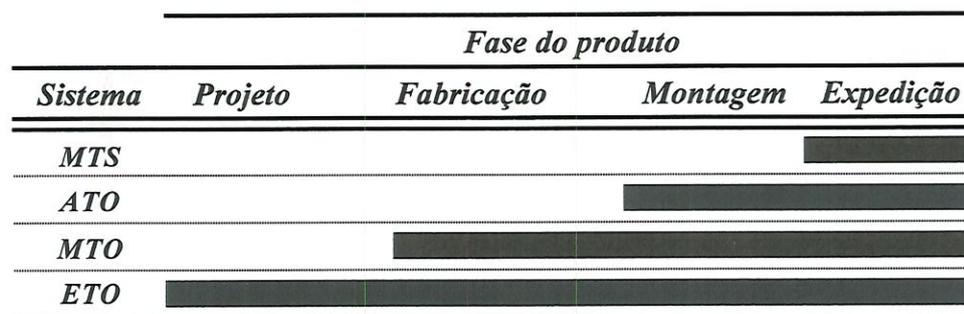


Figura 2.11 - Os ciclos competitivos para os sistemas produtivos (PIRES, 1994)

É importante ressaltar que esta estratégia é uma derivação da estratégia MTO. A grande maioria dos trabalhos pesquisados, mesmo quando recomendável, não enquadram os elementos analisados neste ambiente, mas dentro do ambiente MTO. O estudo de HATCHUEL *et al.* (1997), voltado a indústrias espaciais, aeronáuticas e de armamento revela este fato.

Uma das poucas exceções foi o trabalho de WORTMANN (1995). Ele comparou a natureza do sistema de informação em dois tipos de produção: MTS e ETO. Para a produção MTS aplica-se o sistema clássico de MRP, devendo a informação básica estar completa, consistente e atualizada. Para a produção ETO, como os engenheiros estão desenvolvendo a solução para o cliente, os dados estão incompletos, parcialmente inconsistente e não atualizados.

2.6.5 COMENTÁRIOS

WEMMERLÖV (1986) também argumenta que a escolha sobre qual dessas abordagens a empresa irá utilizar é uma decisão estratégica que irá influenciar fortemente a sua forma de gerenciar a produção.

A tabela 2.4 faz um comparativo dos três sistemas em relação a alguns itens importantes para as atividades do PCP (PIRES, 1994).

Tabela 2.4 - Algumas características importantes dos sistemas MTS, ATO e MTO (PIRES, 1994)

<i>ITEM</i>	<i>MTS</i>	<i>ATO</i>	<i>MTO</i>
<i>Interface entre manufatura e os clientes</i>	<i>Pequena</i>	<i>Média</i>	<i>Grande</i>
<i>Tempo de entrega dos produtos</i>	<i>Pequena</i>	<i>Médio</i>	<i>Grande</i>
<i>Volume de produção para cada unidade de venda</i>	<i>Grande</i>	<i>Médio</i>	<i>Pequeno</i>
<i>Tamanho da linha de produtos</i>	<i>Média</i>	<i>Grande</i>	<i>Pequena</i>
<i>Base para o PCP</i>	<i>Previsões</i>	<i>Previsões e Pedidos</i>	<i>Pedidos</i>

HIGGINNS & BROWNE (1992) descrevem que nos últimos vinte anos a Manufatura tem se movido continuamente em direção aos sistemas ETO, conforme ilustra a figura 2.12. Tal fato é explicado pela crescente demanda por produtos cada vez mais customizados (ADIL, 1998) e tem provocado o surgimento de muitas indústrias com sistemas produtivos que trabalham de forma híbrida. Para esses autores isto deve requerer “novas abordagens dos sistemas de gerenciamento da produção”.

O autor também relata que os sistemas MTS e MTO são sistemas puros enquanto que ATO é um sistema híbrido, sendo que a maioria das indústrias tendem a começar suas atividades com sistema MTS ou MTO, deslocando-se posteriormente para ATO. Uma indústria mover-se-ia do sistema MTS para o sistema ATO com o objetivo de aumentar seu portfólio de produtos e oferecer melhores serviços aos clientes. Por outro lado, passaria do sistema MTO para ATO com o objetivo de expandir seu volume produtivo e/ou aproveitar as similaridades existentes entre seus produtos.

Apesar disto a maioria da literatura sobre planejamento da produção concentra em sistema MTS (DELLAERT & MELO, 1996). Pesquisas sobre ambiente MTO referem-se principalmente a “lead time”, mix de produtos e preço (WENG, 1996).

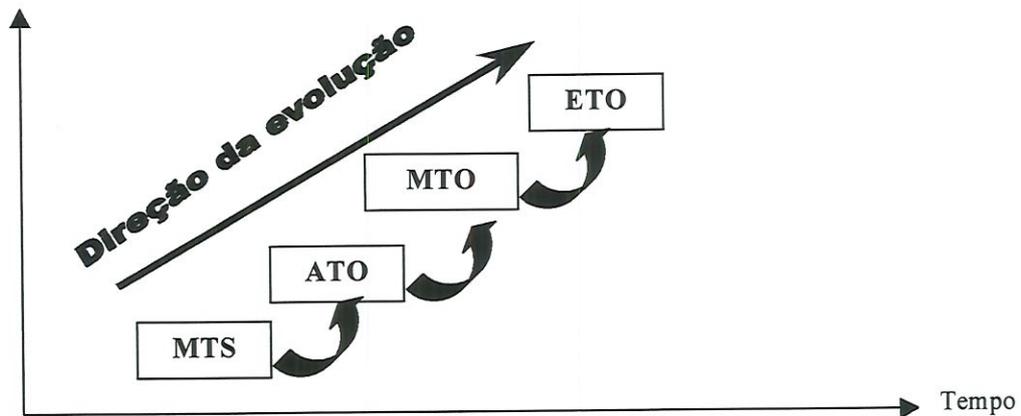


FIGURA 2.12 - Direção da evolução dos sistemas produtivos

Essa tendência dos sistemas se movimentarem na direção apontada pela figura 2.12 também é recentemente discutida por ROLSTADAS (1992). Ele afirma que a tecnologia de produção dos próximos anos será baseada na produção “um de cada tipo”. Segundo o autor, essa nova concepção da manufatura, que seria num último estágio a consolidação dos sistemas ETO, provocaria diversos problemas ou mudanças no planejamento e monitoramento da produção.

Uma outra diferenciação interessante sobre esses sistemas pode ser feita através da estrutura das listas de materiais (“Bill of Material” - BOM) encontrada em cada um deles. Excluindo-se o sistema ETO é possível caracterizar a forma destas listas, conforme ilustra a figura 2.13.

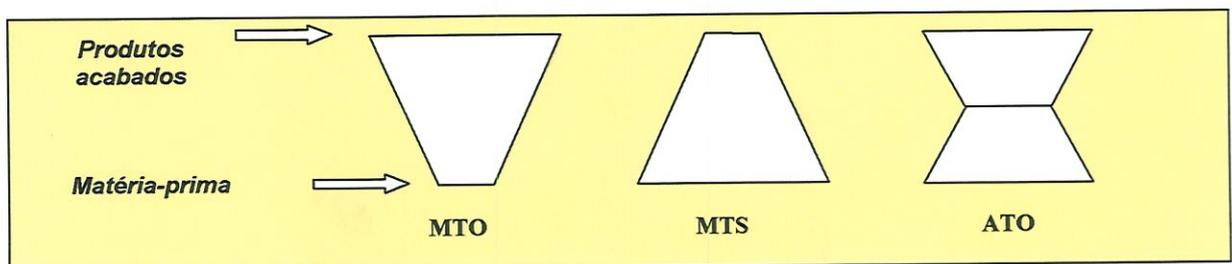


Figura 2.13 - Forma típica da estrutura das listas de materiais para os sistemas MTO, MTS e ATO (HIGGINS & BROWNE, 1992)

KINGSMAN *et al.* (1996) divide as companhias em dois tipos: MTS e MTO. A distinção básica entre os dois tipos é o tempo de quitação da ordem do cliente. Em MTS toda a produção completa-se quando a ordem é emitida e as necessidades dos clientes são atendidas pelo estoque. Em MTO, alguns ou todos os setores, começam a operação após o recebimento da ordem. Então, há flexibilidade para customizar os produtos e encontrar as necessidades individuais dos clientes.

Para tornar a produção mais efetiva, sem aumentar os níveis de inventário demasiadamente, é necessário escolher adequadamente a estratégia mais indicada para cada produto. Este assunto foi estudado por PIRTTILÄ & SANDSTRÖM (1996), devendo seguir a estratégia MTS os produtos que apresentarem demanda relativamente constante, com médio ou alto volume de vendas.

2.7 ESTRATÉGIAS DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO VERSUS ESTRATÉGIA DE RESPOSTA À DEMANDA

Na literatura pesquisada não houve nenhum trabalho que estudasse o relacionamento entre as Estratégias de Planejamento da Produção e a Estratégia de Resposta à Demanda. Alguns autores, como CHASE & AQUILANO (1995) e THOMPSON (1996) referem a esse tema como administração do fornecimento.

As Estratégias de Planejamento da Produção e as Estratégias de Resposta à Demanda apresentadas nos itens 2.5.1 e 2.6 são confrontadas, conforme mostra a figura 2.14.

Estratégia de Planejamento da Produção	Estratégia de Resposta à Demanda			
	MTS	ATO	MTO	ETO
Produção Nivelada				
Acompanhamento da Demanda				
Força de trabalho estável variando as horas trabalhadas				
Híbrida				

Figura 2.14 - Relacionamento da Estratégia de Planejamento da Produção com a Estratégia de Resposta à Demanda

A Estratégia da Produção Nivelada é obtida através da manutenção de uma capacidade constante, priorizando principalmente custos unitários baixos e desempenho de entregas. É praticada por empresas que operam principalmente em sistema MTS. Empresas que operam no sistema ATO podem utilizar essa estratégia para fabricar peças e componentes e mantê-los no estoque.

A Estratégia de Acompanhamento da Demanda é obtida através da adequação constante da capacidade e demanda, priorizando minimizar o custo de inventário. É praticado geralmente por empresas que operam no sistema MTO e ETO, onde teoricamente não existe estoques de produtos acabados, peças e componentes. Empresas que operam no sistema ATO utilizam dessa estratégia para montar o produto acabado de acordo com a ordem do cliente.

A Estratégia da Força de Trabalho Estável Variando as Horas Trabalhadas é uma estratégia mais flexível, e em virtude dessa flexibilidade pode ser utilizada por todas as Estratégias de Resposta à Demanda. Sistemas MTS e ATO podem adotá-la quando os inventários de produtos acabados e componentes, respectivamente, estiverem altos. Sistemas MTO e ATO podem empregá-la para diminuir ou acrescentar capacidade e compatibilizá-la à demanda.

A Estratégia Híbrida, por ser uma combinação das demais estratégias, pode ser praticada em todas as Estratégias de Resposta à Demanda. Nos sistema de manufatura discreta, com grande portfólio de produtos, formados por diversos processos tecnológicos de fabricação, segregados em unidades autônomas, é a estratégia mais indicada para ser aplicada.

3. PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

3.1 INTRODUÇÃO

Dimensionar corretamente a capacidade para satisfazer a demanda atual e futura é uma atividade de vital importância para as organizações. Um equilíbrio adequado entre **capacidade** e **demanda** pode gerar altos lucros e clientes satisfeitos, enquanto a falta de sintonia entre esses dois elementos pode ser potencialmente desastrosa.

Embora planejar e controlar a capacidade seja uma das principais responsabilidades da manufatura, SLACK et al. (1997) argumenta que esta atividade deveria envolver outras áreas funcionais. Há diversas razões para isso:

- (a) grande parte das decisões tomadas numa fábrica é baseada no conceito de capacidade, como expansão ou retração da planta física, investimentos, contratação, demissão de mão-de-obra, programação de tarefas, compra de produtos semi-acabados, volume total de produção, acompanhamento da produção (ELMAGHRABY, 1991);
- (b) as decisões de capacidade têm um impacto em toda a empresa (GUNASEKARAN *et al.*, 1998);
- (c) todas as outras funções fornecem entradas vitais para o processo de planejamento;
- (d) cada função do negócio deve planejar e controlar a capacidade de suas próprias “micro-operações” para atender a função da manufatura.

Determinar a capacidade agregada para encontrar as necessidades de produção da empresa é uma das funções chaves do gerenciamento nos sistemas de manufatura. O objetivo gerencial do planejamento da capacidade é assegurar a existência de capacidade para suportar a demanda a ser satisfeita, conforme ilustra a figura 3.1.

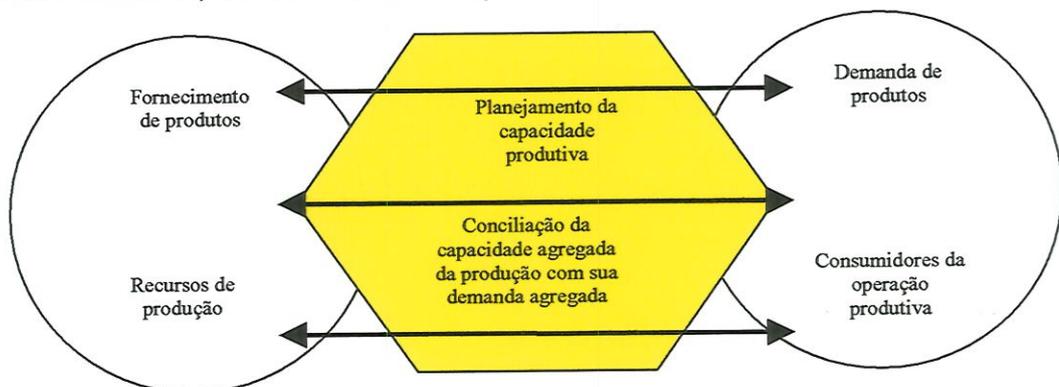


Figura 3.1 - Uma definição de planejamento da capacidade produtiva (SLACK et al., 1997)

Para as empresas que adotam o sistema de produção MTO e ETO não faz sentido aplicar o conceito de Planejamento Agregado da Produção (APP). É inviável desagregar o plano, porque tanto a variedade de itens finais como as incertezas da demanda são elevadas.

Dentro da área de gerenciamento das operações a atividade de planejamento da capacidade está tornando-se cada vez mais proeminente (SMUNT, 1996). Esta proeminência é resultante dos benefícios econômicos advindos da utilização eficiente da capacidade e da relevância da acuracidade dos planos de capacidade para uso com MRP e outros sistemas de planejamento.

Além desse fato SOUZA (1990), VERCELLIS (1991) e BRETTHAUER (1996) acrescentam que as decisões a respeito da capacidade agregada afetarão diretamente diversos aspectos de desempenho do sistema, como custos de produção, receitas, capital de giro, qualidade dos bens ou serviços, velocidade de resposta à demanda do cliente, confiabilidade do fornecimento, flexibilidade, entre outros fatores.

3.2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Neste tópico são apresentados alguns conceitos e definições a respeito do assunto capacidade que serão utilizados no decorrer do trabalho.

De acordo com PIRES (1994), a literatura que trata dessa questão geralmente chama de capacidade (“*capacity*”) as decisões que dizem respeito ao volume de produção de um sistema produtivo num certo período de tempo. Um outro componente importante da capacidade, geralmente não explicitado, diz respeito ao mix de produtos que o sistema produtivo pode produzir num certo tempo. Esse componente é denominado na literatura de caráter mais técnico como “*capability*”, e que poderia ser chamado de “capacidade tecnológica” ou “capabilidade”.

Neste trabalho o termo capacidade será entendido como sendo o somatório desses dois componentes, ou seja, abrangendo tanto o volume como mix produtivo.

3.2.1 CAPACIDADE

Para BUFFA (1987) capacidade é o volume de produção limitante de uma unidade produtiva durante um intervalo de tempo firmado, sendo esse número normalmente expresso em termos de quantidade produzida por período de tempo.

Com o propósito de efetuar o gerenciamento das operações CHASE & AQUILANO (1995) definem a capacidade em função dos “*inputs*” e “*outputs*”. Para os “*inputs*” capacidade é disponibilidade de recursos existentes como horas de trabalho ou horas máquinas. Para os “*outputs*” é volume máximo de unidades possíveis de serem produzidas ou clientes que podem ser atendidos durante um determinado período de tempo.

MANIPAZ (1984) citado por ELMAGHRABY (1991) define capacidade como a razão projetada de “*output*” do processo. Esta característica é mensurada em unidades de “*output*” por unidade de tempo.

3.2.2 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

Segundo TERSINE (1985) e DILLENBERGER *et al.* (1994) existe diferença entre as funções de planejamento da capacidade e controle da capacidade.

O **planejamento da capacidade** possui as seguintes características e funções:

- é um problema de médio para longo prazo baseado na expectativa dos padrões de demanda para o futuro (FUMERO & VERCELLIS, 1996);
- objetiva desenvolver e implementar as estratégias de uso dos recursos fabris para absorver as flutuações de demanda de modo econômico e efetivo;
- sua ênfase está em determinar a capacidade exigida pelo sistema.

Para BLACKSTONE (1989) Planejamento da Capacidade é o processo de medir a somatória de trabalho programado e então determinar a mão-de-obra, máquinas e recursos físicos para acompanhá-la. TERSINE (1985) afirma que a capacidade é usualmente planejada com base nas horas-máquinas ou horas de mão-de-obra disponível.

3.2.3 CONTROLE DA CAPACIDADE

De acordo com TERSINE (1985) e DILLENBERGER *et al.* (1994) o **controle da capacidade**, por sua vez:

- é um problema de curto prazo baseado na implementação dos planos de capacidade;
- deve adequar-se à estratégia estabelecida pelo planejamento da capacidade;
- tem ênfase no ajuste da capacidade para acomodar temporariamente as mudanças na demanda;
- deve desenvolver recursos para enfrentar variações de curto prazo na demanda;
- manipula e emprega os recursos disponíveis para cumprir programa de entregas estabelecido.

Segundo BLACKSTONE (1989) o controle de capacidade envolve a monitoração do “*inputs*” e “*outputs*” da produção para assegurar que os planos de produção sejam cumpridos. Ações corretivas devem ser tomadas caso ocorram variações significativas nos “*inputs*” ou “*outputs*”.

3.2.4 FLEXIBILIDADE DA CAPACIDADE

CHASE & AQUILANO (1995) afirmam que flexibilidade da capacidade significa Ter habilidade para aumentar e/ou diminuir rapidamente os níveis de produção ou para transferir instantaneamente a capacidade de produção de um produto ou serviço para outro. Para DAS & SARIN (1994) flexibilidade da capacidade é a habilidade do sistema para ativar e suspender, economicamente, as unidades fabris de período a período.

Esta flexibilidade é obtida através de plantas fabris flexíveis, trabalhadores multifuncionais e uso simultâneo de diversas técnicas de adequação da capacidade produtiva. Todos esses fatores exigem um amplo trabalho de coordenação, objetivando aproveitar eficientemente as múltiplas habilidades disponibilizadas pelos recursos existentes às necessidades da empresa.

Sem flexibilidade na capacidade as conseqüências podem ser (SMITH & PICKARD, 1993):

- perda de ordens;
- entregas atrasadas;
- migração permanente dos clientes para os competidores.

3.2.5 TIPOS DE CAPACIDADE

Como a capacidade é usada para diferentes propósitos dentro de uma empresa, diversos tipos de capacidade foram definidos com o decorrer do tempo. Nos trabalhos pesquisados, citando BUFFA (1987), RICE (1990), ELMAGHRABY (1991) e MATHER (1993) várias definições e nomenclaturas, como capacidade projetada, capacidade potencial, capacidade real, capacidade requerida, capacidade máxima teórica, entre outras, foram empregadas.

Para este trabalho adotou-se a proposta de ELMAGHRABY (1991) que definiu os seguintes tipos de capacidade:

- capacidade nominal:** é a capacidade produtiva assumindo disponibilidade contínua de processo e todos os seus suportes, quando o processo é voltado para a produção de um produto ou atividade padrão única;
- capacidade disponível ou operacional:** é a capacidade produtiva disponível depois de subtrair da capacidade nominal as perdas esperadas e não desejadas como manutenção, não-conformidades, alterações constante no mix de produção, entre outros;
- capacidade planejada:** é a porção da capacidade disponível que é esperada para ser usada no horizonte de planejamento;
- capacidade utilizada:** é a capacidade utilizada para fabricar as unidades de produto;
- capacidade ociosa:** é a diferença entre capacidade disponível e capacidade real utilizada.

3.3 HIERARQUIA DAS DECISÕES DE PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

As decisões de planejamento da capacidade apresentam relacionamento com outros módulos do sistema de Planejamento e Controle da Manufatura (“Manufacturing Planning and Control” – MPC) e uma hierarquia no processo decisório. A figura 3.2 expressa graficamente esses relacionamentos.

Esta figura também mostra o escopo de planejamento da capacidade, começando de um plano global de recursos, procedendo uma evolução através do planejamento da capacidade bruta para um MPS particular, movendo-se para a análise detalhada das necessidades de capacidade baseada nos registros de MRP, seguindo para os procedimentos de carregamento finito e terminando com técnicas “input” e ”output” para ajudar a monitorar os planos.

O desenvolvimento do plano de capacidade é uma atividade crítica e paralela ao desenvolvimento do plano de materiais. Empresas que trabalham no sistema MTS e ATO enfatizam o plano de materiais enquanto empresas que trabalham no sistema MTO e ETO realçam o plano de capacidade.

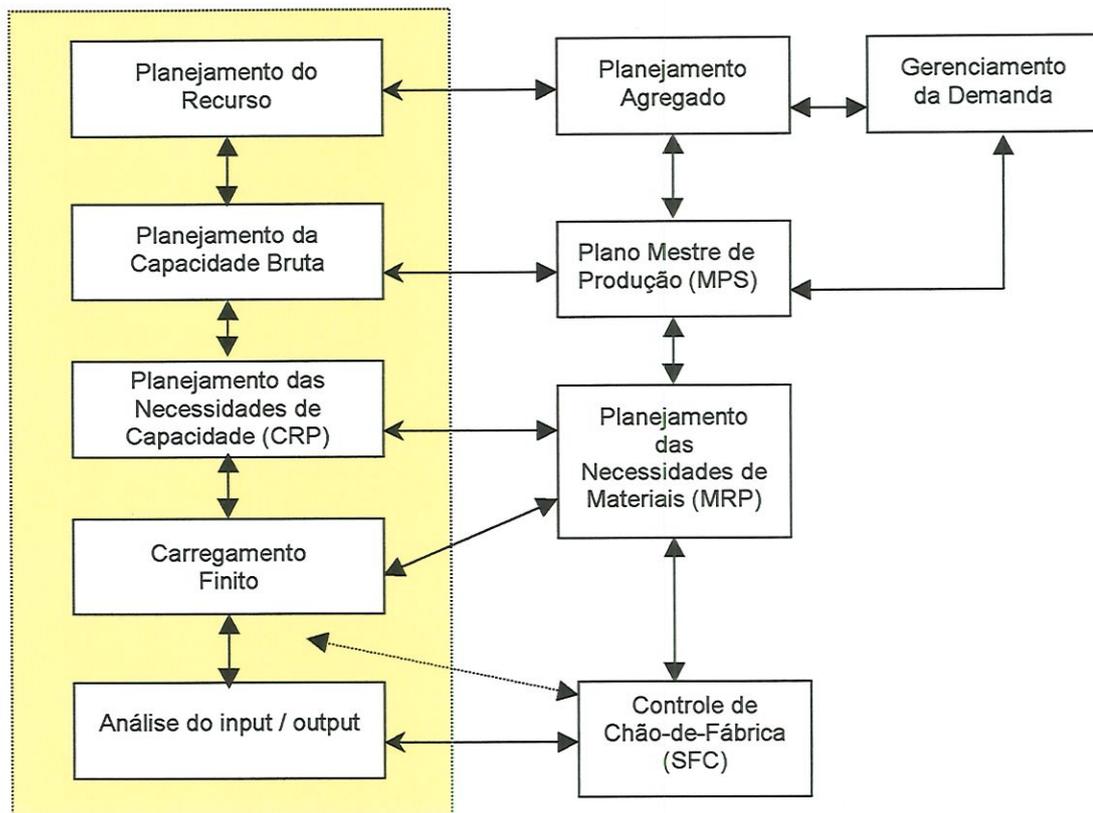


Figura 3.2 - Planejamento da Capacidade num Sistema MPC (VOLLMANN et al., 1992)

Não existe consenso sobre a quantidade, taxionomia e função das fases e técnicas de planejamento da capacidade. Autores como RICE (1990) e SOUZA (1990) afirmam que existem três técnicas: Planejamento da Capacidade Bruta (RCCP), Planejamento das Necessidades de Capacidade (CRP) e Controle do “Input” / “Output”.

VOLLMANN *et al.* (1992) propõe uma classificação mais abrangente acrescentando as técnicas de Planejamento dos Recursos e Carregamento Finito. WORTMANN *et al.* (1996) utiliza esta classificação, somente alterando a taxionomia: CRP foi dividido em duas fases. A primeira recebeu o nome de Planejamento Detalhado da Capacidade (“Detailed Capacity Planning” - DCP) com carregamento infinito e a segunda Planejamento Detalhado da Capacidade com carregamento finito.

Adotou-se a proposta de VOLLMANN *et al.* (1992), devido a sua abrangência e estágios de detalhamento compatíveis com os princípios de planejamento hierárquico da produção. Isto denota que o planejamento da capacidade de longo prazo é realizado num nível agregado e planejamento de curto prazo num nível detalhado. A consideração implícita deste método é que um plano possível no longo prazo garanta um plano factível no curto prazo.

As cinco técnicas, apresentadas a seguir, têm um importante papel na estratégia de gerenciamento da capacidade da companhia.

A atividade de **Planejamento do Recurso** está diretamente ligada ao módulo de Estratégia de Negócios e Planejamento Agregado. Segundo VOLLMANN *et al.* (1992) é a decisão de planejamento da capacidade de maior faixa de tempo e mais altamente agregada. Planejamento do Recurso tipicamente converte os dados do plano de produção em recursos agregados como horas de trabalhos brutas, horas-máquinas, etc. Este nível de planejamento lida com decisões de expansão ou retração de fabricação, novos investimentos (máquinas ferramentas, depósitos, armazéns), os quais requerem horizonte de tempo de meses ou anos.

Segundo o dicionário da APICS, citado por GUIDE *et al.* (1997), **Planejamento da Capacidade Bruta** (“Rough-Cut Capacity Planning” - RCCP) é o processo de converter o Plano de Produção Agregado e/ou o Plano Mestre de Produção em necessidade de capacidade para os recursos chaves: força de trabalho, máquinas operatrizes, área de armazenagem, suprimentos e em alguns casos capital financeiro. No item 3.9 este tema será abordado com maior profundidade.

Para RICE (1990), **Planejamento das Necessidades de Capacidade** (“Capacity Requirements Planning” - CRP) é uma técnica que determina a capacidade líquida necessária para satisfazer o Planejamento das Necessidades de Materiais (“Material Requirements Planning” - MRP).

Para prover este detalhe, o plano de materiais produzido pelo sistema MRP é utilizado como dado de entrada para cálculo das necessidades de capacidade no tempo. Os arquivos de dados usados pelo CRP incluem inventário em processo, roteiros, recebimento da programação e ordens planejadas. A informação gerada pela técnica CRP determina a necessidade de capacidade para centros de máquinas chaves e grupos funcionais de mão-de-obra, período a período.

A técnica de **carregamento finito** também gera planos detalhados de MRP, mas é melhor aplicada como uma técnica de programação de chão-de-fábrica. É mais do que qualquer outra técnica de planejamento da capacidade, deixa evidente o relacionamento entre programação e disponibilidade de capacidade. O carregamento finito inicia-se após especificação do volume de capacidade para cada centro de trabalho ou agrupamento de recursos. Então, carregamento finito é um método para programar tarefas (VOLLMANN *et al.*, 1992).

A **análise do planejado/realizado** é um método para monitorar o real consumo da capacidade durante a execução do plano de materiais. Está necessariamente ligado ao sistema de execução e a base de dados para o controle do chão-de-fábrica. A análise do planejado/realizado pode resultar na alteração dos planos de capacidade atuais ou na modificação dos fatores de planejamento aplicados em outras técnicas de planejamento da capacidade (VOLLMANN *et al.*, 1992).

3.4 ETAPAS DO PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

A seqüência das decisões de planejamento e controle da capacidade que precisam ser tomadas pelo gerenciamento da produção é ilustrada na figura 3.3. Costumeiramente, a gerência da produção depara-se com uma previsão de demanda que apresenta pouca probabilidade de ser correta ou constante. A partir de então a manufatura formará uma idéia da quantidade dos recursos necessários para atender essa demanda.

Antes de tomar qualquer decisão deve-se fazer uma análise quantitativa, tanto da demanda como da capacidade. Logo a **primeira etapa** será medir os níveis agregados de demanda e capacidade para o período de planejamento. A **segunda etapa** será identificar as políticas alternativas de capacidade passíveis de serem adotadas como resposta às flutuações da demanda. A **terceira etapa** será escolher a política de capacidade mais adequada para as circunstâncias vigentes (SLACK *et al.*, 1997).

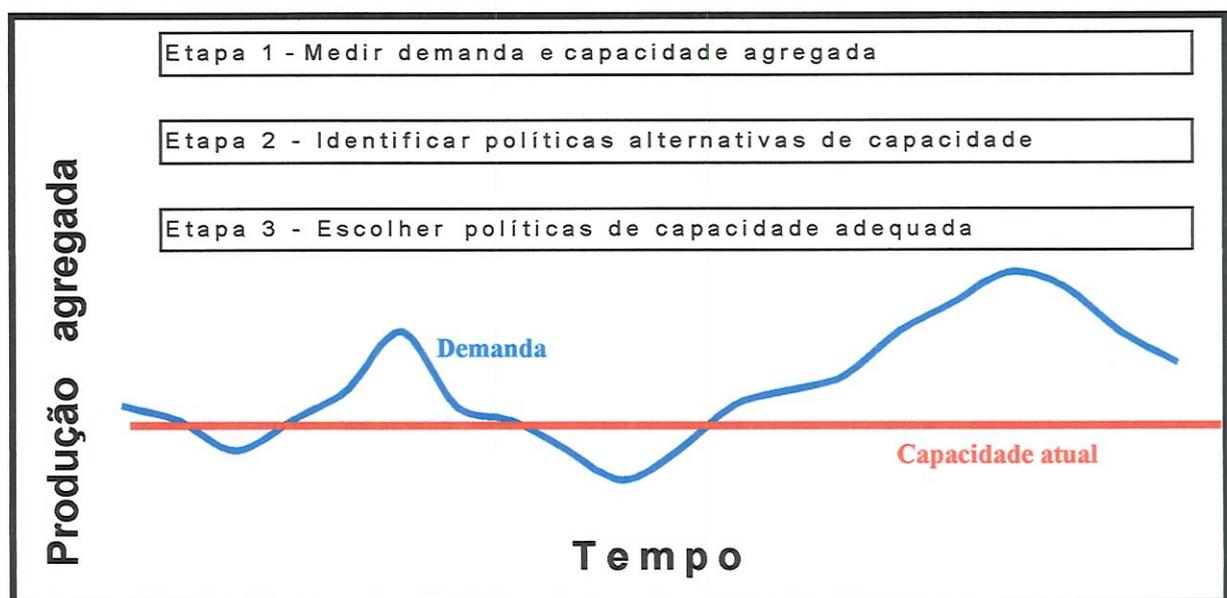


Figura 3.3 - As etapas do planejamento e controle da capacidade(SLACK *et al.*, 1997)

3.5 DIMENSIONAMENTO E MEDIDA DA CAPACIDADE

Dados de demanda são apenas parte da informação básica para o planejamento da capacidade. O problema principal oriundo desta informação é a incerteza da demanda. Já com a capacidade a dificuldade não é a incerteza mas a complexidade. Somente quando a produção é altamente padronizada e repetitiva é fácil definir a capacidade. Neste caso o volume de produção é a medida mais apropriada de capacidade, porque não existe variação da natureza do produto na operação.

Para muitas operações, entretanto, a definição de capacidade não é tão óbvia. Especialmente quando uma gama muito ampla de produtos apresenta demanda variável para o processo, inviabilizando a definição da capacidade através de medidas de volume da produção. Neste caso medidas baseadas nos insumos, como horas-máquinas ou horas-homem, são freqüentemente usadas para definir a capacidade (BUFFA, 1987).

Mas a capacidade deve estar relacionada com a intensividade com que a instalação é utilizada. Quando as unidades de "output" são relativamente homogêneas, as unidades de capacidade são melhores estimadas do que quando as unidades de "output" são diversas, sendo comum usar o volume de produção dos recursos limitantes como medida de capacidade.

Uma fábrica do tipo "job shop" tem muitos tipos de equipamentos realizando uma grande variedade de operações, e os outputs podem ser peças únicas que nunca serão repetidas. O valor da força de trabalho e material dos "outputs" pode variar largamente. Portanto, a capacidade da fábrica é normalmente firmada como a capacidade da máquina gargalo ou a disponibilidade das horas de trabalho.

O objetivo do planejamento da capacidade é prover uma disponibilidade adequada dos recursos produtivos para satisfazer os planos de produção. A escolha apropriada da medida de capacidade influencia diretamente no encontro desses planos.

Portanto, a medida de capacidade deve:

(a) estar amarrada as restrições dos recursos chaves

Segundo FUMERO & VERCELLIS (1994), para ter relevância prática, o processo de planejamento da capacidade do sistema de manufatura deve, necessariamente, considerar as restrições na disponibilidade de recursos.

Como é muito difícil efetuar o planejamento da capacidade considerando todos os recursos fabris, é salutar identificar quais recursos são importantes ou gargalos, estudando suas características, detalhes relevantes, formas de carregamento e controle, entre outros fatores.

(b) definir a unidade de medida

Se os recursos chaves são pessoas, então a unidade de medida apropriada deve ser horas de trabalho. Por outro lado, medidas como toneladas, galões, número de moldes, número de fornos, tempo de horas-máquina, metro quadrado, entre outros, têm sido usados. Em alguns casos elas são convertidas em medidas equivalentes para acomodar uma larga variedade de produtos ou recursos.

(c) ser possível converter o mix de produtos em termos de medida de capacidade

Na determinação da necessidade de capacidade, deve-se endereçar as demandas para linhas de produtos individuais, planos de capacidade individuais e alocação da produção através da rede de trabalho da planta. Tipicamente isto é feito de acordo com os seguintes passos:

1. Usando técnicas de previsão para vendas por produtos individuais dentro de cada linha de produto;
2. Calculando a necessidade de equipamento e força de trabalho para encontrar as previsões por linha de produto;
3. Projetando a disponibilidade da força de trabalho e equipamento para todo o horizonte de planejamento.

(d) o resultado deve ser entendido pelas pessoas responsáveis e eles devem ser monitorados

Os gerentes, supervisores e planejadores da produção devem entender todo o processo de planejamento da capacidade, estando habilitados para monitorar e analisar os resultados, período a período, tomando ações para viabilizar a execução do plano.

As razões para a existência de erros na estimativa da capacidade disponível da(s) empresa(s) foram estudadas por ELMAGHRABY (1991). O autor realça que os principais fatores são: variação do mix de produtos, tempo de “setup”, variação da eficiência; itens semi-acabados, retrabalho e sucata e considerações econômicas, sociais e culturais.

3.6 PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

Diversas decisões importantes são feitas antes do(s) modelo(s) de planejamento da capacidade estar(em) estruturado(s). Segundo THOMAS & MC CLAIN (1993) existem seis parâmetros que devem ser definidos:

- (1) a unidade de tempo ou unidade de planejamento (trimestres, bimestres, meses, quinzenas, semanas, dias, turnos);
- (2) o horizonte de planejamento (um semestre, um ano, dois anos, etc.);
- (3) o nível de agregação dos produtos (um produto agregado, poucas categorias de produtos ou detalhe completo dos produtos);

- (4) nível de agregação dos recursos de produção (uma planta ou múltiplas plantas);
- (5) frequência de replanejamento;
- (6) número e estrutura dos planos de produção (plano de um ano, plano de três meses, plano de uma semana, a última utilização para a planta).

3.6.1 UNIDADE DE TEMPO

Os modelos de planejamento agregado da produção tipicamente usam semanas ou meses como unidade de tempo. Segundo TAAL & WORTMANN (1997) quanto maior a unidade de tempo menor a dificuldade computacional e maior a probabilidade de ocorrerem erros de agregação dos dados.

Os mesmos autores admitem não ser necessariamente verdadeiro que menores unidades de tempo proporcionem maior facilidade de elaboração do programa de produção detalhado, ocasionando uma grande excitação e um falso sentimento de certeza e exatidão.

Para solucionar estes problemas algumas companhias usam tamanho de unidade de tempo desigual: diversos períodos pequenos (semanas) seguidos por diversos períodos grandes (meses).

3.6.2 HORIZONTE DE PLANEJAMENTO

Para ZHAO & LAM (1997) horizonte de planejamento é o número de períodos para os quais o plano de produção será desenvolvido em cada ciclo de replanejamento.

Existe uma faixa natural de valores para o horizonte de planejamento (intervalo de tempo coberto pelo plano) na maioria das situações práticas. Se a sazonalidade é um fator preponderante, um horizonte de planejamento de um ano ou mais deve ser usado. Com o a demanda apresentando tendência de crescimento, o horizonte de planejamento deve ser significativamente maior.

Geralmente o plano de produção é elaborado para ter efeito após um curto período de tempo. O intervalo de tempo inicial do plano é chamado de horizonte congelado ("*frozen horizon*"). Decisões dentro desse período são sempre firmes e foram determinadas em um plano de produção prévio.

3.6.3 NÍVEL DE AGREGAÇÃO DOS PRODUTOS

A primeira necessidade de um plano agregado é o desenvolvimento de unidades padrões ou unidades equivalentes (ALLORA & ALLORA, 1995) para medir o "*output*". Por exemplo, galões de tinta para a indústria de tinta, caixas de cerveja para as cervejarias, horas de máquina equivalente na indústria mecânica, camas ocupadas em hospitais ou cartas em um correio (SLACK, 1997).

A filosofia da agregação é focar a atenção no recurso principal, desenvolvendo um plano que possa ser elaborado simples e economicamente. Para isso ocorrer o modelo deve estar estruturado para lidar com recursos importantes e dados relativamente grandes. A dificuldade do problema detalhado é função direta da escolha do nível de agregação. O nível apropriado de agregação depende da natureza dos custos, da linha de produto e da estabilidade da situação.

A maioria dos modelos de planejamento agregado na literatura pesquisada assume que há somente um produto agregado. O modelo de MODIGLIANI & HOHN (1955), por exemplo, usa um produto agregado simples.

Muitos autores, incluindo CHARNES, COOPER & MELLON (1955) e BERGSTRON & SMITH (1970) discutem os modelos de planejamento da produção agregada multi-item. GRAVES (1982) apresentou uma versão extrema do modelo monolítico, integrando todas as características de planejamento dentro de um plano detalhado que não é agregado por produto, para discutir o uso de abordagens alternativas.

Se um plano agregado é utilizado, o problema da desagregação permanece. A abordagem comum para este tipo de problema é construir um conjunto consistente de modelos que conecte planos agregados e planos detalhados.

HAX & MEAL (1975) introduziram o conceito de planejamento hierárquico por reconhecer diferenças entre decisões táticas e operacionais. Decisões táticas são associadas com planejamento da produção agregada enquanto decisões operacionais são um resultado do processo de desagregação. A estrutura hierárquica proposta por HAX & MEAL (1975) e subsequentemente usada por BITRAN & HAX (1977, 1981) e BITRAN, HAAS & HAX (1981) e demais autores é baseada em três níveis de agregação do produto: itens, tipos de produto e famílias. A figura 3.4 ilustra visualmente esta classificação.

Itens são os produtos finais entregues ao cliente e representam o maior grau de especificação com relação aos produtos manufaturados. Um determinado produto pode gerar um grande número de itens, diferindo em algumas características como tamanho, acessórios, cor, embalagem, rótulo, etc.

Tipos de produto são grupos de itens que apresentam similaridade quanto ao custo unitário, custo direto, custo de manutenção no estoque por unidade de período, produtividade (horas de trabalho por unidade do produto) e sazonalidade.

Famílias são grupos de itens que pertencem ao mesmo tipo de produto e compartilham processos de fabricação similares. Isto significa que quando uma máquina é preparada para produzir um item de uma família, todos os outros itens da mesma família podem ser produzidos com uma pequena mudança no tempo de preparação (MILLER, 1991).

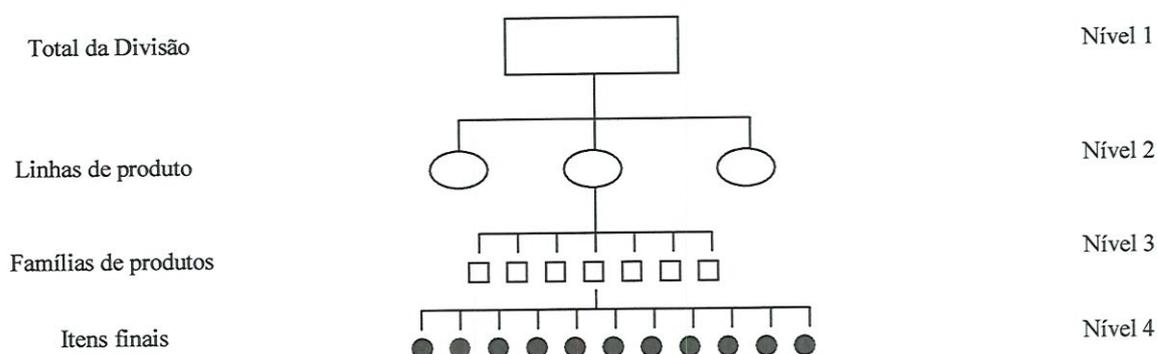


Figura 3.4 - Estrutura da Linha de Produto (MILLER, 1991)

O processo de agregação deve observar que o plano de produção necessita ser expresso em unidades significativas e gerenciáveis. Segundo VOLLMANN *et al.* (1992) experiências indicam que 5 a 15 famílias de produtos parece ser o ideal para o grupo de alto escalão administrar. Cada grupo deve ser considerado em termos da expectativa de vendas, manufatura, reservas e inventários resultantes. O resultado geral, expresso em unidades monetárias, também deve ser examinado e confrontado com o plano de negócio global.

3.6.4 NÍVEL DE AGREGAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

A maioria dos modelos de planejamento agregado considera a instalação como um recurso único. HOLT, MODIGLIANI, MUTH & SIMON (1960) tratam a força de trabalho como um recurso simples, assumindo, deste modo, que todos os níveis potenciais da força de trabalho podem caber dentro da planta.

Mas é possível incluir diversos tipos de recursos (processos produtivos, centros de trabalho, disponibilidade de material, etc.). Isto foi feito por DZIELINSKI *et al.* (1963), DZIELINSKI & GOMORY. (1965), GORENSTEIN (1970), LASDON & TERJUNG (1971), BILLINGTON *et al.* (1983) e muitos outros autores.

Antes de se projetar as necessidades de recursos futuros é necessário determinar o nível de agregação indicado para o estudo. Para SMUNT (1996), a escolha do nível de agregação é influenciada pela disponibilidade dos recursos empregados no centro de trabalho. Como centro de trabalho pode se considerar toda a organização, grupos de departamentos ou grupos de máquinas dentro de um departamento. TAAL & WORTMANN (1997) afirmam que a estrutura de agregação apresenta a forma de uma árvore, conforme figura 3.5, e cada recurso tem somente um nível precedente.

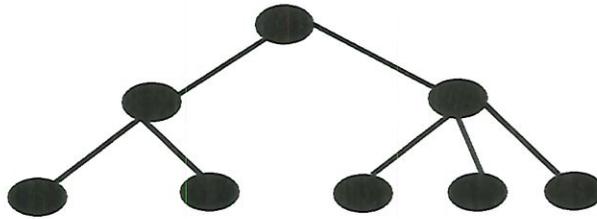


Figura 3.5 – Exemplo de uma estrutura de recursos (TAAL & WORTMANN, 1997)

3.6.5 FREQUÊNCIA DE REPLANEJAMENTO

Os planos não são implementados exatamente na sua forma original. Embora sejam elaborados para um horizonte de planejamento longo, replanejamento ocorre frequentemente e os planos são usados de modo rolante.

Um plano para o período T é formado e implementado em seguida. Contudo, depois de um intervalo t menor do que o período T um novo plano é derivado. É que somente os primeiros t períodos de qualquer plano, denominados por SIMPSON (1999) de períodos imunes a revisão, são implementados. BAKER (1977) discute a efetividade dos programas rolantes e MC CLAIN & THOMAS (1977) estudam o uso de programas rolantes ("rolling schedules") quando a sazonalidade da demanda é o fator dominante. Mais recentemente, SRIDHARAN et al. (1988) discutem a estabilidade do programa quando os planos rolantes são utilizados. SRIDHARAN & LAFORGE (1995) investigam o relacionamento entre estoque de segurança, incerteza da demanda e programas rolantes. RATURI & HILL (1988) incorporam restrições de capacidade na sua pesquisa sobre horizontes rolantes MRP.

Os teoremas de horizonte de planejamento informam quando o replanejamento é necessário. Na prática o replanejamento é feito frequentemente em virtude da mudança nos dados, como revisão da previsão de demanda, programas modificados, quebras de máquinas, entre outros.

3.6.6 NÍVEIS DE PLANOS ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO

As indústrias não elaboram somente um plano agregado e um plano detalhado. Elas desenvolvem diversos planos, em diferentes níveis de agregação. No plano de um ano, altamente agregado em unidade de tempo, os produtos e as instalações são a base para planejar a força de trabalho e o nível global de operação. No plano de um mês ou de uma semana, bem mais detalhado em unidade de tempo, os produtos e as instalações podem ser usados para planejar as entregas, verificar sobrecargas e/ou ociosidades localizadas, etc.

Os níveis de agregação dependem da quantidade de planos e a escolha depende do ambiente mercadológico e operacional onde a empresa atua. Após o conjunto de modelos estar desenvolvido, é fundamental manter um sistema de informação que alimente correntemente o modelo de planejamento atual.

3.7 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE BRUTA

Dentro do conceito do planejamento hierárquico, uma das fases do planejamento da produção para longo e médio prazo é verificar se a capacidade de produção disponível é suficiente para produzir o plano requerido.

WORTMANN et al. (1996) afirma que mesmo quando possível, é inviável elaborar planos de produção e de capacidade detalhados para um futuro desconhecido em termos de ordens específicas para produtos finais, níveis de inventário, disponibilidade específica de máquina, disponibilidade individual de operador, entre outros.

Entretanto, a verificação da capacidade aplicada à estratégia empresarial e planejamento da produção (longo e médio prazo) deve ser realizada, para analisar a factibilidade da estratégia e dos planos elaborados. Neste nível de planejamento, onde as informações são tratadas de maneira agregada, as decisões cobrem um longo horizonte de tempo e são tomadas pela alta administração, a técnica de planejamento da capacidade bruta ("Rough-Cut Capacity Planning" - RCCP) é indicada para ser aplicada.

De acordo com GUIDE & SPENCER (1997) antes do RCCP ser feito a firma deve ter um Plano de Produção Agregado (APP) e um Plano Mestre de Produção (MPS) preliminarmente desenvolvido. O RCCP prove uma verificação formal para a factibilidade do plano sob a perspectiva do MPS (BYRNE & BAKIR, 1999). Este passo é crítico quando o sistema de Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) é usado, uma vez que os sistemas MRP não são sensíveis a capacidade.

Caso um MPS infactível seja firmado, o resultado será extremamente prejudicial à empresa. O desempenho da operação provavelmente ocasionará: formação de um alto inventário em processo, atraso nas datas de entregas e longos "lead times" de produção.

Alguns pesquisadores afirmam que técnicas de RCCP têm diversas vantagens sobre as técnicas de CRP. Quando usado efetivamente o RCCP é um modo simples e rápido que possibilita a análise de uma série de cenários (SOUZA, 1990). BERRY *et al.* (1982) acrescenta que os métodos RCCP fornecem boas informações no ambiente onde o inventário em processo é considerável e "lead times" são relativamente curtos.

PLOSSL & WIGHT (1973) e VOLLMANN (1973) também concordam que as técnicas RCCP são mais eficientes para calcular a capacidade requerida do que a técnica CRP. SCHMITT et al. (1984) encontrou que as técnicas de RCCP são mais indicadas para localizar problemas potenciais de capacidade do que métodos baseados em CRP. Mais recentemente pesquisas feitas por ZAPFEL & MISSBAUER (1993) e MEESTER (1993) estudam problemas e possíveis soluções para questões de planejamento da capacidade e liberação das ordens. Já GODDARD (1993) e LUBER (1990) discutem a necessidade de modelos de capacidade mais adequados para a aplicação no mundo real.

3.7.1 TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE BRUTA

Há três técnicas principais, geralmente citadas a partir de BERRY *et al.* (1982) e BLACKSTONE (1989) que são usadas para RCCP: (1) Lista de Recursos (“Bill of Resource” - BOR), (2) Planejamento da Capacidade usando Fatores Globais (“Capacity Planning using Overall Factors” - CPOF) e (3) Perfil dos Recursos (“Resource Profile” – RP).

Sob a perspectiva geral desse trabalho, é importante acrescentar uma quarta técnica, citada por VOLLMANN *et al.* (1992) e denominada por WORTMANN *et al.* (1996) de RCCP usando Roteiros (“Rough-Cut Capacity Planning using Routeing”), apesar desta técnica ser uma simplificação do Perfil dos Recursos.

Autores como GUIDE *et al.* (1997) e GUIDE & SPENCER (1997) sugerem outras técnicas (Lista de Recursos Modificada, Lista de Recursos com Variância e Lista de Recursos Modificada com Variância), que são derivações ou modificações das três técnicas citadas anteriormente. Essas técnicas foram desenvolvidas a partir dos modelos originais com o objetivo de ajustar o impacto das variações da demanda e carga de trabalho no planejamento da capacidade.

WORTMANN *et al.* (1996) acrescenta a técnica de RCCP sobre o Volume de Produção, para ambientes de produção em linha, sempre que a capacidade da linha de produção é expressa no número de unidades que o equipamento gargalo pode produzir.

Segundo BLACKSTONE (1989), na prática o método mais comumente usado é a Lista de Recursos. BERRY *et al.* (1982) e BLACKSTONE (1989) explicam que isto se deve ao fato de CPOF não ser sensível a mudança do mix de produção e Perfil dos Recursos ser complexo, solicitando abordagem computacional intensa e requerendo o uso de "lead time" compensado para calcular as necessidades de capacidade.

3.7.1.1 LISTA DE RECURSOS

Uma boa definição de RCCP usando a Lista de Recursos ou Lista de Trabalho (“Bill of Labor”) ou Lista de Capacidade (“Bill of Capacity”) é dada por BLACKSTONE (1989). A Lista de Recursos (“Bill of Resource” - BOR) é uma lista indexada por item, refletindo a soma de trabalho requerida pela principal categoria de recurso para produzir cada item ou grupo de itens. Ela não deve ser entendida como roteiro mas meramente um meio de estimar a necessidade de capacidade para cada item.

A abordagem original da **Lista de Recursos (BOR)** calcula a capacidade como (GUIDE *et al.*, 1997):

$$C_{ik} = \sum [M_{jk} \times L_{ij}]$$

Onde:

C_{ik} = capacidade requerida no centro de trabalho i durante o período de tempo k ($i = 1, 2, \dots, n$ e $k = 1, 2, \dots, r$).

M_{jk} = quantidade do programa mestre de produção para o produto j no período de tempo k ($j = 1, 2, \dots, r$).

L_{ij} = lista de recurso para o produto j no centro de trabalho i .



Figura 3.6 - Cálculo da capacidade requerida através da lista de recursos

3.7.1.2 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE USANDO FATORES GLOBAIS

A técnica de **Planejamento da Capacidade usando Fatores Globais (CPOF)** solicita a estimativa histórica da proporção de tempo que cada centro de trabalho gastou trabalhando. GUIDE *et al.* (1997) afirma que geralmente os fatores são calculados usando um modelo de simulação para um período t anos, depois do período de aquecimento, estimando a taxa de utilização real (P_i , onde P é a proporção histórica de tempo - proporção de utilização para o centro de trabalho i) para cada um dos centros de trabalho de interesse. O modelo pode ser expresso como:

$$C_{ik} = \left[\sum M_{jk} \times S_j \right] \times P_i$$

Onde:

C_{ik} = capacidade requerida no centro de trabalho i durante o período de tempo k ($i = 1, 2, \dots, n$ e $k = 1, 2, \dots, r$);

M_{jk} = quantidade do programa mestre de produção para o produto j no período de tempo k ($j = 1, 2, \dots, r$);

S_j = tempo padrão requerido para o produto j ;

P_i = proporção de utilização histórica do centro de trabalho i .



Figura 3.7 – Cálculo da capacidade requerida usando CPOF

Em virtude de requerer uma menor quantidade de dados, a abordagem CPOF é mais simples do que a abordagem BOR. Segundo BLACKSTONE (1989) para muitos casos esta técnica é uma solução prática. Porém, como a mudança do mix de produtos tem tornado-se freqüente pode ocorrer distorções no planejamento da capacidade requerida.

3.7.1.3 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE BRUTA USANDO ROTEIROS

Uma verificação mais detalhada da capacidade pode ser feita usando este conceito. Este método foi denominado de listas de capacidade por VOLLMANN *et al.* (1992) e WORTMANN *et al.* (1996) alterou-o para roteiro, deixando o termo mais apropriado a sua função. Ele indica seu uso para situações onde existe uma grande variedade de produtos que possuem diferentes roteiros de fabricação.

O método usa a informação contida na lista de material (BOM) e roteiros de produção. O conceito é sintetizar o roteiro de produção de todas as submontagens e itens num roteiro único para cada produto final contido no plano.

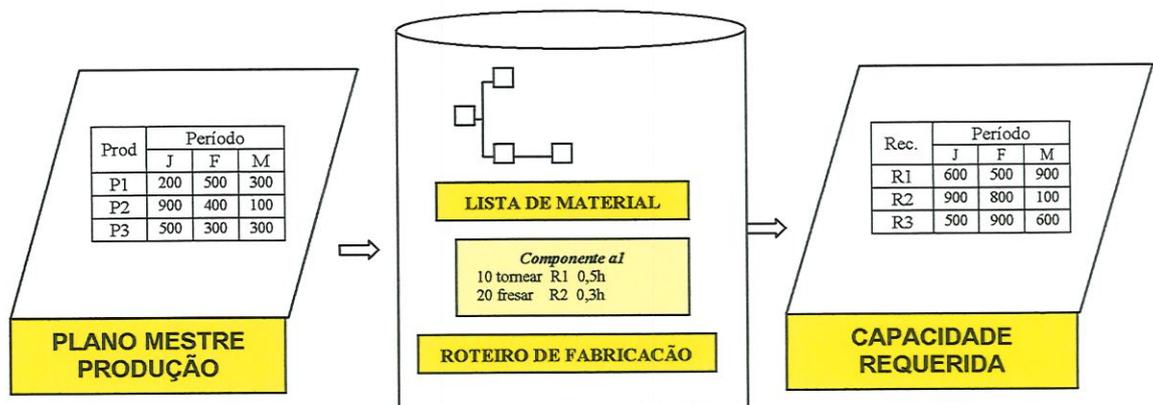


Figura 3.8 – Cálculo da capacidade requerida usando roteiros de fabricação

3.7.1.4 PERFIL DOS RECURSOS

Este método é muito similar ao método do RCCP usando Roteiros. WORTMANN *et al.* (1996) enfatiza que a principal diferença entre os dois métodos é a inclusão do fator tempo sobre a carga de trabalho projetada nos centros produtivos. No desenvolvimento do perfil dos recursos, os dados de “lead time” de produção são considerados para projetar no tempo as necessidades de capacidade de produtos específicos para toda a fábrica.

No uso de qualquer técnica de planejamento, o período de tempo para o plano de capacidade pode ser variável (semanas, meses, trimestres, etc). Contudo, quando o período de tempo é relativamente longo frente ao “lead time”, as informações sobre as fases de tempo podem ser perdidas na agregação de dados. Segundo VOLLMANN *et al.* (1992) isto significa que período de tempo maior do que uma semana pode ocultar importantes mudanças nas necessidades de capacidade.

Para aplicar o procedimento do Perfil dos Recursos é necessário ter informações da lista de materiais, roteiros de fabricação, tempo padrão e “lead time” de produção para cada produto final e componentes da lista de materiais.

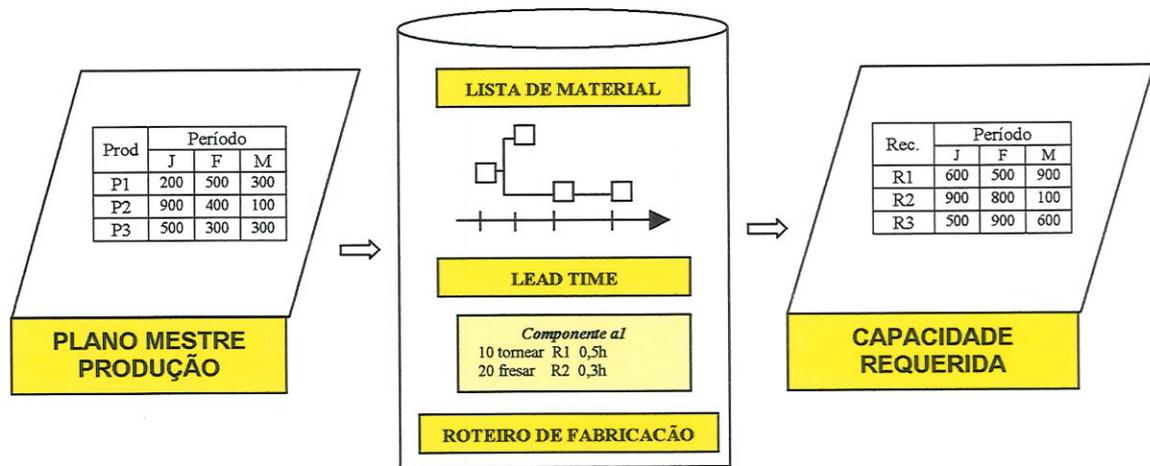


Figura 3.9 – Cálculo da capacidade requerida usando Perfil dos Recursos

A lista de roteiros é a designação dos recursos-chave requeridos para manufatura de uma unidade de cada item (SMUNT, 1996). Ao incluir-se os dados de “lead time” nessa lista obtêm-se, como resultado, um perfil do recurso, indicando, recurso a recurso, a quantidade requerida no respectivo período de tempo.

3.7.2 CARACTERÍSTICAS DO PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE BRUTA

É importante salientar que as técnicas de Planejamento da Capacidade Bruta (RCCP) são balizadas pelas seguintes características (WORTMANN *et al.*, 1996):

- admite-se que os tamanhos de lotes são fixos. Na prática o tamanho de lote varia constantemente conduzindo a diferentes necessidades de capacidade no curto prazo;
- não considera a existência de inventário de componentes e produtos montados;
- não considera o inventário em processo existente na fábrica e o estágio atual de produção em que ele se encontra;
- somente a demanda do plano agregado ou plano mestre de produção é utilizada. Qualquer demanda por peças de reposição, retrabalho, erros de registro, entre outras, não é consolidada.

Essas mesmas propriedades são citadas por VOLLMANN *et al.* (1992) como elementos de diferenciação entre as técnicas RCCP e CRP. Para aplicação da técnica CRP as premissas citadas acima não são verdadeiras, uma vez que ela utiliza as informações produzidas pelo processo de explosão do MRP.

Segundo EDSON (1993), o RCCP não deve ser interpretado como um rival ou substituto do CRP, mas como um passo preliminar para validar o Plano de Produção Agregado ou Plano Mestre de Produção. A partir de sua liberação, os planos são processados completamente pelas técnicas MRP e CRP.

3.7.3 OUTRAS PESQUISAS RELACIONADAS COM RCCP

GUIDE & SPENCER (1997) desenvolveram um método de RCCP baseado na abordagem da Lista de Recursos para ser usado por firmas de remanufatura. Firmas de remanufatura têm de lidar com um grau de variabilidade maior do que firmas de manufatura tradicional. Os problemas de planejamento da capacidade em um ambiente de remanufatura são agravados por tempo de processo altamente variável e seqüência de fabricação e taxas de recuperação probabilísticas.

GUIDE *et al.* (1997) propuseram novas técnicas variantes e/ou modificadas de planejamento da capacidade para firmas de remanufatura. Os autores concluíram que essas técnicas apresentam um desempenho melhor do que as técnicas padrões, visto que essas últimas foram desenvolvidas para ambientes de manufatura tradicional.

Uma visão geral de análise da curva de aprendizado para RCCP é apresentada por SMUNT (1996). No estudo o autor faz uma comparação do uso das curvas de aprendizado com as abordagens tradicionais. Ao incorporar o conceito da curva de aprendizado, ele demonstra que a melhoria de produtividade é função do número de unidades produzidas.

WORTMANN *et al.* (1996) fez uma revisão das técnicas de planejamento da capacidade dos pacotes computacionais para planejamento e controle da produção. Ele enfatiza que os problemas de planejamento não podem ser vistos somente como problemas matemáticos. Para solucioná-los é imperativo considerar a negociação, comunicação, avaliação do risco e outras atividades humanas. O autor ressalta que as técnicas atuais evitam

algoritmos iterativos. Porém, o progresso da tecnologia da informação, adicionado a uma maior aplicação prática da pesquisa operacional, aproximará os modelos matemáticos da situação real dos ambientes de manufatura.

3.8 TÉCNICAS DE ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE À DEMANDA

Quando há um desencontro entre capacidade requerida e disponível, os planos de produção ou a capacidade devem ser alterados para satisfazer a demanda.

Mudanças no plano de produção incluem: rever decisões de comprar ou fabricar, substituir lista de materiais, minorar ou majorar dimensionamento de inventário, reprogramar as datas de entrega dos pedidos, variar tamanho do lote processado, entre outras decisões (STOCKTON, 1995; CONTADOR, 1996).

Já as alterações na capacidade requerem o uso de uma ou mais técnicas de adequação da capacidade à demanda para encontrar o balanço ideal. Escolher quais são as técnicas mais apropriadas para serem aplicadas, definir o período inicial e final sobre o qual elas estarão ativas, calcular a somatória de capacidade acrescentada ou removida são algumas das questões preliminares envolvidas na determinação da capacidade de produção para atender o plano agregado.

Os custos devem ser calculados para cada técnica utilizada para modificar a capacidade. Em algumas organizações as opções disponíveis para variar a capacidade são limitadas pela política e diretrizes da empresa. Como exemplo pode ser citado: nunca existir falta de estoque, nunca executar ordens do cliente fora do período de tempo ou proibição para demitir funcionários.

A seguir são apresentadas as técnicas utilizadas para modificar o nível de capacidade. Cabe ressaltar que este trabalho acrescenta três novas técnicas: horas anualizadas, diminuição das horas improdutivas e compartilhamento de empregados entre firmas vizinhas.

3.8.1 COMPRA DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E/OU INSTALAÇÕES

A capacidade de processamento solicitada para atender os picos de demanda é maior do que aquela requerida para manter constante o nível de produção. Isto significa que uma maior quantidade de equipamentos e instalações são necessários quando se adota a estratégia de perseguição da demanda. Essas decisões e os custos resultantes são usualmente parte de um planejamento de fábrica de longo prazo. Então, eles provêm, de fato, uma política de restrições, dentro das quais as decisões de planejamento agregado da capacidade devem ser feitas.

O aumento da capacidade das instalações usualmente requer vários meses, ou até mesmo, mais do que um ano. A exceção é quando uma instalação existente pode ser comprada e/ou rearranjada fisicamente para iniciar a operação em poucos meses. Por exemplo, companhias engarrafadoras de bebidas ocasionalmente podem ser compradas e ter a planta modificada em pouco tempo.

CONTADOR (1996) alerta que esta decisão, juntamente com a contratação de mão-de-obra, é a preferida pela média e baixa gerência, por ser definitiva e de fácil adoção, não exigindo grandes esforços gerenciais. Mas a alta administração sempre reluta em aceitá-la, pois contraria o raciocínio tradicional de que as empresas devem usar a capacidade produtiva total para alcançar eficiência máxima.

3.8.2 OPERAR EM MAIS TURNOS

É um recurso extremamente potente. A criação de um segundo turno duplica a produção. Ao invés de procurar a otimização do ciclo-máquina busca a otimização do ciclo-homem. É uma solução muito econômica. Apresenta custos adicionais relativos à extensão do horário de diversos serviços, como restaurante, manutenção, ferramentaria, almoxarifado, ambulatório. Há pequenos acréscimos de custos que são compensados pelo aumento da capacidade produtiva.

3.8.3 CONTRATAR OU DEMITIR FUNCIONÁRIOS

Em alguns casos, o aumento de capacidade determina a contratação e treinamento de novos empregados. Em consonância com o conceito da curva do aprendizado, novos empregados são mais suscetíveis a acidentes, geram uma maior quantidade de não-conformidades e comumente são menos produtivos do que empregados experientes. Quase sempre os novos empregados requerem mais instruções e acompanhamento por parte da chefia.

Em um mercado com escassez de mão-de-obra, a situação marginal caracterizada acima é agravada. Já em um mercado de trabalho com abundância de mão de obra qualificada, o custo do recrutamento, seleção e posterior demissão tende ser maior.

A prática de demissões constantes dos empregados aumenta a insegurança dos funcionários e sempre diminui a moral e a produtividade da mão-de-obra. As organizações com política de dispensa sazonal sempre têm dificuldade de recrutar funcionários competentes.

3.8.4 REALIZAR HORAS EXTRAS

É o recurso mais frequentemente utilizado, devido à facilidade de implantação e a flexibilidade da solução: só é aplicada nos momentos agudos. Evita os custos de contratação e treinamento e não aumenta o total de custos de benefícios para feriados, férias e seguros. Porém, causam um aumento nos custos diretos em função dos prêmios acrescentados aos

salários e diminuição da taxa de produtividade. Este decréscimo na produtividade é especialmente verdadeiro quando as horas extras tornam-se excessivas, cobrindo um longo período de tempo.

CONTADOR (1996) afirma que esta prática é adotada com naturalidade pelas empresas brasileiras, tanto assim que as decisões sobre o uso de horas extras cabem aos escalões mais baixos da gerência industrial.

3.8.5 TRANSFERIR TRABALHADORES ENTRE AS ÁREAS PRODUTIVAS

Ociosidade existe quando há mais funcionários na folha de pagamento do que o requerido para fabricar o plano de produção. Os custos de ociosidade podem ser reduzidos tendo uma força de trabalho multifuncional, regras de trabalho flexível, uma boa administração da utilização de pessoal e um planejamento apropriado.

Por exemplo, pode-se evitar a dispensa de pessoal durante os intervalos de baixa demanda utilizando: (i) funcionários da produção para manutenção da planta e mudança do layout de fábrica (ELMAGHRABY, 1991, FRAZEE, 1996a), (ii) produzindo um menor volume de produtos mas uma maior variedade de modelos (mais “setup”) e (iii) providenciando programas de treinamento, (iv) planejando férias, (v) experimentando novos métodos de produção. É possível operar lucrativamente com uma política de não efetuar dispensas, bons salários e benefícios, sem greves e uma força de trabalho produtiva.

A pesquisa de WISNER & SIFERD (1995), feita em 132 companhias americanas do tipo MTO, mostra que a grande maioria dos operários que possui grande experiência e capacitação, é freqüentemente transferida entre os vários processos de produção da firma e recebe treinamento constante.

3.8.6 UTILIZAR TRABALHO PARCIAL E PESSOAL TEMPORÁRIO

A prática de contratar trabalhadores temporários está sendo intensificada pelas companhias no desejo de se tornar mais flexíveis. Isto proporciona que as empresas satisfaçam o aumento da demanda, sem arcar com a responsabilidade permanente do custo da força de trabalho, assim que a demanda cair (LAWRENCE, 1997).

Mão-de-obra em tempo parcial pode ser benéfico para empregado e empregador. Muitos indivíduos, como estudantes, jovens em idade de serviço militar, aposentados e donas de casa não desejam trabalhar o tempo todo e preenchem a necessidade de mão-de-obra da empresa para os picos de demanda (MARTINS, 1997). Relativamente, os empregados em tempo parcial podem ser membros efetivos e eficientes da organização.

Alguns empregados temporários também retornam numa base regular, por exemplo, todo Natal ou verão, e possuem muito da experiência e conhecimento dos empregados permanentes. Sendo, os benefícios e salários dos empregados em tempo parcial, menores do que os empregados em tempo total, existe uma economia no custo das horas trabalhadas e na folha de pagamento.

Por outro lado, como os empregados em tempo parcial e temporários têm um relacionamento mínimo com a organização, eles não possuem um perfeito entendimento e comprometimento com as metas organizacionais e políticas concernentes às áreas críticas, como qualidade e custo do serviço. Altos custos de serviço e qualidade inconsistente, provocada por um uso excessivo de funcionários pobremente treinados, podem exceder os benefícios da economia proporcionada pela redução da folha de pagamento.

LAWRENCE (1997) considera esses problemas e propõe três estratégias para resolvê-lo: a ética do trabalho individual (ou motivação individual), trabalho regular como recompensa e temporário com várias recontrações.

3.8.7 SUBCONTRATAÇÃO

Definições exclusivas sobre subcontratação não são possíveis porque ela engloba uma faixa muito próxima de formas de organização do trabalho, como auto-emprego, terceirização, filiação, parceria, exteriorização do emprego, entre outros (MARTINS, 1997). Segundo MAYHEW *et al.* (1997), o limite entre essas categorias de emprego é tênue sendo difícil precisar uma linha divisória entre elas e o "status" legal, principalmente em indústria com força de trabalho transiente.

O uso de firmas externas para realizar serviços de suporte e manufatura é outra técnica de balanço entre capacidade e demanda. A subcontratação pode ser muito valiosa quando tratada como um importante elo na cadeia produtiva. Para GOODSTEIN (1996) subcontratação e terceirização é uma decisão estratégica que deve melhorar a eficiência organizacional e a flexibilidade. FAZAKERLEY (1996) acrescenta os critérios de redução de custo, melhor serviço ao cliente e foco no negócio principal da empresa.

SCHROEDER (1981), citado por KAMIAN & LI (1990), reconhece que a subcontratação é uma importante opção entre as estratégias para planejamento agregado da produção e da capacidade. Em particular, cita que essa estratégia pode ser usada como uma substituta para outras técnicas de planejamento da produção, como inventário, descontos, promoções, horas extras, entre outras.

KAMIAN & LI (1990) distinguem as decisões de “fabricar ou comprar” das decisões de “fabricar ou subcontratar”, sob o ponto de vista gerencial. As decisões de “fabricar ou subcontratar” são decisões táticas ou operacionais que dependem da dinâmica do fabricante e subcontratado quanto à flutuação temporária na demanda, capacidade de produção e revisão da estrutura organizacional.

A subcontratação é uma mão dupla. As companhias de manufatura podem fabricar produtos subcontratando o excesso de capacidade. Também podem buscar serviços para completar carga interna em determinadas áreas ociosas.

3.8.8 ACORDOS DE COOPERAÇÃO

Os acordos de cooperação consistem no compartilhamento de equipamentos, especialistas ou conhecimento possuído por somente poucos membros da comunidade para encontrar a demanda requerida. Por exemplo, distritos de corpo de bombeiro vizinhos, hospitais e departamentos de polícia sempre estão compartilhando dos serviços paramédicos. Ou muitas universidades oferecem cursos extra campus e programas à comunidade.

3.8.9 DIMINUIR AS HORAS IMPRODUTIVAS

Para CONTADOR (1996) esta é a melhor maneira de aumentar a capacidade produtiva. Exige estudos e uma série de providências, mas oferece uma solução definitiva com investimento irrisório correspondente aos estudos e providências, na grande maioria das vezes gerenciais. Após esta fase nenhum custo operacional adicional ocorrerá.

3.8.10 HORAS ANUALIZADAS

Horas anualizadas é um sistema de tempo de trabalho rateado durante o ano, para que os empregados trabalhem um dado número de horas durante doze meses, ao invés de trabalhar um específico número de horas durante a semana (MAZUR, 1995). Isto significa que as horas podem variar de semana a semana, ou estação a estação, de acordo com a necessidade do negócio. Deste modo os funcionários trabalham mais durante os períodos de alta e menos nos períodos de baixa demanda.

O capítulo 4 aborda com maior profundidade todos os aspectos inerentes ao assunto. Definições, conceitos, histórico, vantagens, desvantagens, implementação, entre outros tópicos são descritos.

3.8.11 EMPRÉSTIMO DE FUNCIONÁRIOS ENTRE FIRMAS

A idéia central desta técnica é desenvolver parcerias entre firmas com sazonalidade contrária e praticar o empréstimo de funcionários quando ocorre vale e pico de demanda.

Assim, a firma que está operando num período de pico de demanda, ao invés de contratar empregados temporários no mercado, empresta esses funcionários da empresa parceira, devolvendo-os quando o perfil da demanda inverter-se.

FRAZEE (1996b) defende o uso desta técnica por várias razões, tanto sob o ponto de vista dos empregadores como dos empregados. Ele argumenta que esta técnica:

- evita perda de pessoal altamente treinado e qualificado, principalmente num mercado com baixo nível de desemprego;
- preserva o investimento feito em treinamento;
- evita o custo de demissão e posterior contratação e treinamento;
- cultiva a imagem da empresa de boa empregadora;
- atende a firma parceira com dificuldade de contratar trabalhadores temporários qualificados;
- mantém o emprego;
- não altera os salários e benefícios dos funcionários.

Para facilitar o acordo de parceria, o autor cita duas características desejáveis na empresa co-irmã:

- proximidade física entre as companhias, para facilitar deslocamento de funcionários;
- as empresas que receberão os funcionários devem apresentar disponibilidade de múltiplos turnos, para não afetar atividades familiares dos trabalhadores.

Um outro trabalho sobre o assunto foi apresentado por LAABS (1993). Várias agroindústrias, de diversas regiões dos Estados Unidos, fizeram uma parceria para compartilhar a mão-de-obra. As razões e os benefícios citados são idênticos, com Laabs acrescentando melhoria da qualidade do serviço, das condições de trabalho, condições de vida e aumento da oportunidade de educação para funcionários e família.

A diferença entre os casos apresentados restringe-se a localização geográfica das empresas parceiras. As agroindústrias necessitam que os trabalhadores sazonais estejam constantemente migrando, para as regiões pré-estabelecidas, e completem a força de trabalho para realizar a atividade necessária (plantio, cultivo, colheita, etc.).

A figura jurídica de empréstimo de trabalhadores entre empresas distintas não existe na legislação brasileira.

Em resumo, a tarefa de gerenciamento é mudar a capacidade para encontrar as necessidades, mudar as necessidades para encontrar a capacidade ou utilizar a combinação dos dois métodos. Os fatores que influenciam nesta tarefa são custos, posição de mercado, flexibilidade, restrições técnicas, restrições institucionais, etc.

3.9 DINÂMICA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE

Até agora foi discutido aspectos de planejamento da gestão de capacidade. Na prática, entretanto, a gestão de capacidade é um processo muito mais dinâmico. Envolve controlar e reagir à demanda real no momento que ela ocorre.

Desta forma, para refletir o ambiente real, o processo de controle da capacidade pode ser visto como uma seqüência de processos de decisão de capacidade, parcialmente reativos, como mostrado na figura 3.10.

No início de cada período, a gerência de produção considera suas previsões da demanda, sua compreensão da capacidade atual e quanto de estoque foi criado no período anterior. Baseados em todas essas informações fazem planos para a capacidade do período seguinte. Durante o próximo período a demanda pode ou não acontecer como prevista e a capacidade real pode ou não se revelar como planejada. No entanto, quaisquer que sejam as condições reais durante esse período, no início do próximo período decisão do mesmo tipo deverá ser tomada, mas em novas circunstâncias.

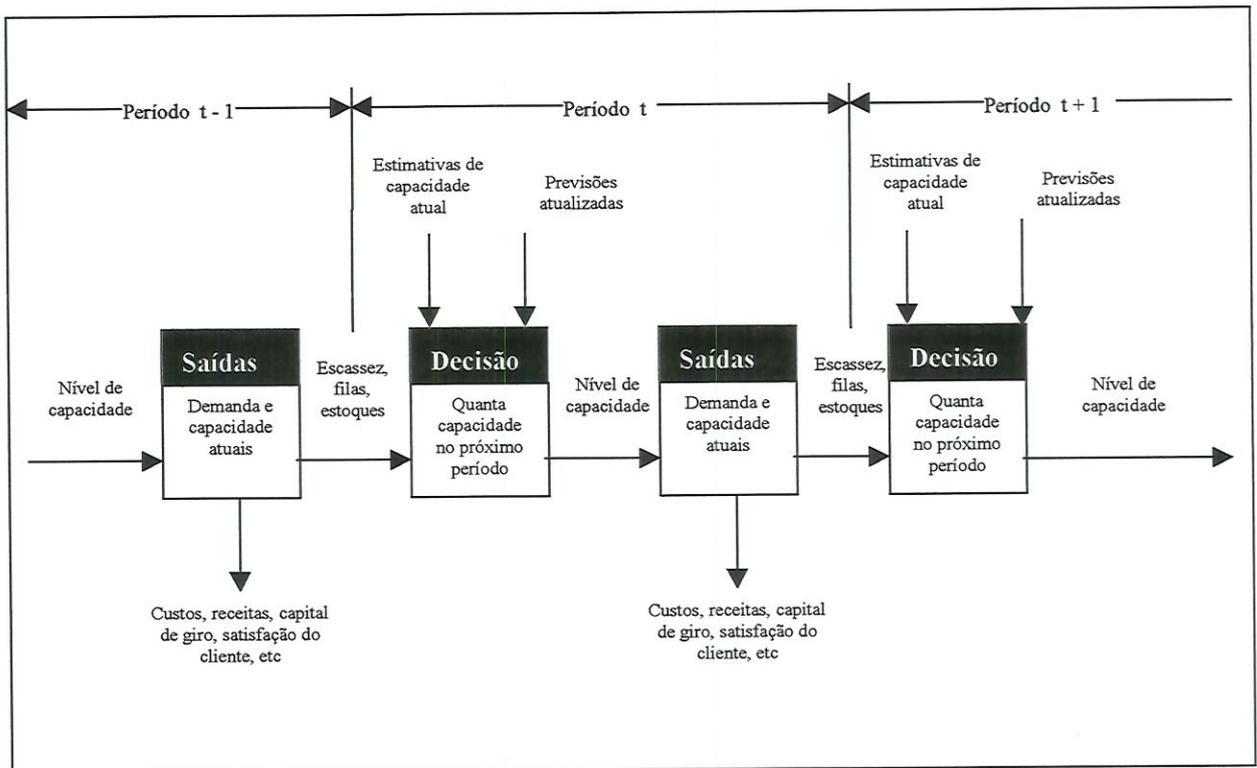


Figura 3.10 - Planejamento e controle da capacidade como uma seqüência dinâmica de decisões (SLACK et al, 1997)

3.10 OUTRAS PESQUISAS RELACIONADAS COM PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

Como visto no decorrer do trabalho, o assunto planejamento da capacidade é muito abrangente, apresentando uma grande fronteira e extensa área de interface com diversos outros temas relacionados a uma empresa industrial.

Neste tópico serão apresentadas algumas pesquisas denotando a interdependência existente entre planejamento da capacidade e outros assuntos, como estratégia, medidores de performance, flexibilidade, lead time, MRP II, tempo de “*set up*”, entre outros.

STEELE & SHIELDS (1993) dizem que a folga de capacidade é uma estratégia que pode reduzir “lead time” e inventário quando existe variação de demanda. Quanto ao “*trade-off*” apropriado entre folga de capacidade e “lead time”/inventário é uma clara e incontestável função de **gerenciamento estratégico** e que não deveria ser deixada para uma decisão de baixo nível hierárquico. SHRIDHARAN (1998) afirma que isto é particularmente verdadeiro, no curto prazo, para indústrias de capital intensivo e empresas que fabricam produtos de ciclo de vida pequeno.

TOWILL *et al.* (1989) analisou o problema do planejamento da capacidade em fábricas com diversos **equipamentos CNC**, apresentando **longas fases de “start up”**, e desta forma consumindo uma grande porção da capacidade planejada e prejudicando a realização do plano de produção.

VERCELLIS (1991) desenvolveu um modelo quantitativo de **múltiplos critérios** para análise do planejamento agregado e da capacidade em sistemas de manufatura. Os modelos propostos consideram objetivos múltiplos e conflitantes da estratégia de manufatura, como diferenças quantitativas das medidas de produtividade, serviço ao cliente e flexibilidade.

AGHEZZAF & ARTIBA (1998) sugeriram um procedimento heurístico para resolver o problema de **planejamento agregado da capacidade** em sistemas “*flowshops*” híbridos, com particular atenção sendo dada aos tempos de “set up”.

EPPEN *et al.* (1989) descreveram um modelo desenvolvido para a General Motors que auxilia na tomada de decisões sobre o planejamento da capacidade em quatro linhas de produtos produzidas por quatro fábricas diferentes. O modelo incorpora elementos de cenário de planejamento (para demanda e preços de venda), análise de risco versus lucro e programação inteira, sendo que todos os “inputs” e “outputs” são feitos usando Lotus 1-2-3.

NEW *et al.* (1991) desenvolveu um modelo interativo para analisar o **investimento em novas máquinas operatrizes**, numa companhia de manufatura, sob a ótica do planejamento da capacidade. O sistema permite que o usuário simule diversos padrões de capacidade em função do mix de produtos e verifique a ocupação da capacidade das máquinas.

A importância de gerenciar o **mix de produtos** em células de manufatura, que apresentam alta flexibilidade de volume, levou KHOUZA *et al.* (1994) a desenvolver um modelo não linear para alocação da capacidade e determinação do tempo de passagem para o problema de mix de produtos num sistema de manufatura celular.

Um modelo integrado de programação matemática que incorpora decisões de **planejamento da produção e força de trabalho com decisões de planejamento de equipamentos** foi apresentado por BEHNEZHAD & KHOSHNEVIS (1996). Eles compararam o modelo proposto com modelos individuais de planejamento agregado e planejamento de máquinas. Concluíram que o modelo proposto apresenta economia de custo em função de melhorar a razão funcionário / máquina.

A alocação de recursos na fase de planejamento e programação de produção com **períodos de “set up” justapostos** foi objeto de estudo de DILLENBERGER *et al.* (1994). Para resolver este problema o autor desenvolveu um modelo de programação inteira mista 0-1, considerando diversas informações existentes no chão-de-fábrica, como:

- disponibilidade de máquina para o horizonte de planejamento;
- tempo unitário de processamento;
- menor tempo de “set up” (mesma família de peças);
- maior tempo de “set up” (família de peças diferente);
- disponibilidade de recursos;
- demanda por tipo de peça;
- entre outros.

WENG (1998) estudou os efeitos de uma política para controle de produção baseada nas necessidades de capacidade de manufatura e “*lead time*” planejado. Seu objetivo era gerenciar um sistema de manufatura multi-estágio em face à variabilidade de duas fontes: incerteza da demanda e incerteza da manufatura associada com todos os estágios de produção.

BENJAAFAR & GUPTA (1998) propuseram alguns modelos que consideram número de instalações, capacidade e flexibilidade para um determinado mix de produtos e estudaram os efeitos de diferentes políticas de programação e parâmetros de operação, principalmente **variedade de produtos, tamanho do lote e tempo de “set up”**, na busca do ótimo de diferentes configurações.

Muitos trabalhos afirmam que o sistema de controle de produção tradicional (**MRP II**) não auxilia eficientemente o planejador a resolver problemas de capacidade, porque ignora restrições de capacidade (DILGER, 1999) e assumem que “*lead time*” são fixos (YEH, 1997).

Até recentemente as companhias de produção podiam balancear a variação da demanda e capacidade e evitar problemas de capacidade através da manutenção de grandes inventários e sobre capacidade. Entretanto o aumento da demanda por pequenos prazos de entrega e baixo

preço pressionou as empresas a cortar inventário e diminuir o investimento em capacidade. Isto ocasiona diversos problemas de chão-de-fábrica, como variação na carga de trabalho, mudanças de gargalo e “lead times” incontroláveis.

Objetivando resolver esse problema TAAL & WORTMANN (1997) propuseram um método simultâneo para planejar a capacidade e materiais, através da integração do planejamento da capacidade finita com MRP. Já TARDIF & SPEARMAN (1997) desenvolveram um procedimento denominado MRP-C (“Capacitated Material Requirements Planning”) para tratar deste tema.

Dentro desta linha de pesquisa, ZIJM & BUITENHEK (1996) apontam como a principal falha dos sistemas MRP II a separação entre gerenciamento da capacidade e “lead time”. Para eles os “lead times” estão diretamente relacionados com as taxas reais de utilização de máquina. Eles apresentaram um sistema alternativo que transformam esses fatores em “lead times” médios e procedimentos de programação agregada para calcular os “lead times” dependentes da carga de trabalho.

WIJNGAARD & MILTENBURG (1997) pesquisaram como calcular o custo da **flexibilidade** da capacidade para aproveitar novas oportunidades de vendas em uma situação duplamente restringida: capacidade do operador e capacidade da máquina. Os autores adotaram a hipótese de que o operador é flexível e a máquina não, porém a máquina apresenta uma certa dose de sobrecapacidade.

Uma simulação comparando linhas de produção de trabalhadores fixos com uma célula de fabricação com trabalhadores multifuncionais foi objeto de estudo de BISCHAK (1996). Os resultados indicaram que módulos de trabalhadores que se movimentam provêm maior **flexibilidade da capacidade** sem o uso de estoque, embora os estoques podem ser usados para aumentar a capacidade em sistemas extremamente variáveis.

MC CREERY & KRAJEWSKI (1999) desenvolveram um modelo de simulação para analisar o processo de **flexibilização** dos trabalhadores de uma linha de montagem sob a ótica da variedade de produtos e complexidade das tarefas. Concluem que uma maior complexidade das tarefas requer ênfase no treinamento específico para pequenos grupos de funcionários e que uma grande variedade de produtos solicita um treinamento geral para todos os trabalhadores. Estudos da distribuição da flexibilidade funcional entre os trabalhadores, sob a ótica de minimização do tempo de produção foram feitos por MOLLEMAN & SLOMP (1999).

FRY & RUSSELL (1993) afirmam que **capacidade extra** é uma estratégia viável para as empresas que consideram a **flexibilidade** da manufatura como a principal vantagem competitiva. ROSENFELD (1996) desenvolveu uma série de modelos para analisar os “trade off” da existência de **capacidade extra** e **flexibilidade** para gerenciar as incertezas que as companhias globais de manufatura enfrentam.

JORDAN & GRAVES (1995) dizem que aumentar a **flexibilidade** da manufatura é uma estratégia eficiente para elevar a capacidade de resposta em face da demanda futura do produto ser incerta. Uma das formas de flexibilidade resulta da habilidade de produzir diferentes tipos de produtos na mesma planta ao mesmo tempo. Essa flexibilidade pode ser traduzida em alguns benefícios, como aumento de vendas e aumento da utilização de capacidade.

LIM & KIM (1998) defendem o uso de **tecnologias flexíveis** como sistema de manufatura flexível, módulos de manufatura flexível e linhas de transferência flexíveis como um importante meio para responder rapidamente a um ambiente de mercado dinâmico. Eles apresentaram um modelo de programação linear inteira mista que estuda expansão da capacidade ou adoção de tecnologia flexível, debaixo de restrições de orçamento e sob um horizonte finito de planejamento.

BRETTHAUER & CÔTÉ (1996) apresentaram um método de programação não-linear para planejamento da capacidade em um sistema de manufatura. Eles estavam interessados em determinar o **tempo** e o **tamanho da mudança de capacidade** em cada estação para um número finito de períodos de tempo.

A grande maioria das técnicas de modelagem tradicionais de planejamento da capacidade foi desenvolvida para operar somente em ambientes fixos. Tal concepção não retrata a maior parte dos casos práticos. STAHLMAN & COCHRAN (1998) notaram esta lacuna e apresentam um modelo para planejamento da capacidade para ser utilizado em **ambiente transiente**.

FRANSOO *et al.* (1995) desenvolveu uma abordagem de **HPP** de dois níveis para um sistema de produção de máquina única e múltiplos produtos sob uma demanda estocástica. A função do heurístico era efetuar a coordenação da capacidade de médio prazo para contemplar os objetivos de longo prazo da companhia, em termos de maximização do lucro e nível de serviço ao cliente.

SHTUB & KOGAN (1998) estudaram o planejamento da capacidade através da extensão do modelo conhecido como “Multi-Resource Generalized Assignment Problem - MRGAP” desenvolvido por GAVISH & PIRKUL (1986, 1991) para o caso onde a demanda varia com o tempo e a designação da capacidade é dinâmica. Devido ao fato de utilizar previsões de demanda de longo prazo, estar focado no gargalo e resultar em inventários e faltas o modelo pode suportar decisões de **planejamento estratégico e expansão da capacidade**.

GAVISH, B., PIRKUL, H. “Computer and database location in distributed computer systems”, IEEE Transactions Computers, v. 35, n.7, p. 585-590, 1986.

GAVISH, B., PIRKUL, H. “Algorithms for the multi-resource generalized assignment problem”, Management Science, v. 36, n.6, p. 695-713, 1991.

As **incertezas no processo de produção** (quebra de máquinas, falta de ferramentas, falta de operador) têm um impacto direto na capacidade produtiva das empresas. Objetivando resolver este problema CIARALLO *et al.* (1994) apresentou um modelo de planejamento agregado para um único produto com demanda e capacidade randômica, que incorpora as incertezas do sistema.

ARER & OZDEMIREL (1999), também estudaram o conceito de **expansão da capacidade**, juntamente com **alternativas de seqüenciamento da produção** para uma empresa produtora de chapas de alumínio.

3.11 DEMANDA

Capacidade produtiva tem um relacionamento intrínseco com a demanda. O objetivo do gerenciamento da capacidade é balancear o nível de operações com o nível de demanda. A incerteza sobre o nível de demanda é que origina este problema. Caso a demanda fosse estável e conhecida, a atividade de gerenciamento da capacidade seria extremamente simples.

3.11.1 PREVISÕES DE FLUTUAÇÕES DA DEMANDA

Na maior parte das organizações a previsão da demanda é responsabilidade dos departamentos de vendas e/ou marketing. É, entretanto, o principal insumo para a decisão do planejamento e controle da capacidade, que normalmente é uma responsabilidade da gerência de produção. Afinal, sem uma estimativa da demanda não é possível planejar efetivamente a organização para eventos futuros, mas somente ter uma atitude reativa a eles.

É importante que haja previsões realistas da demanda futura, fazendo distinção entre as mudanças de longo e curto prazo nos padrões de demanda. Conforme DUBOIS & OLIFF (1991), respostas diferentes do planejamento da produção ocorrerão para escalas de tempo distintas.

No que diz respeito a planejamento e controle da capacidade existem três requisitos que a previsão de demanda deve contemplar:

- ser expressa em unidades entendíveis e úteis para o planejamento e controle da capacidade;
- ser tão exata quanto possível, porque existe uma defasagem de tempo e inércia entre decidir alterar a capacidade e a mudança surtir efeito;
- dar uma indicação da incerteza relativa, para que a operação julgue os riscos do nível de serviço.

O planejamento da capacidade pode trabalhar entre dois pontos extremos para atender a demanda requerida. O primeiro extremo não controla a demanda, ignorando parte dela e atendendo somente os clientes potenciais. No outro extremo as empresas têm o objetivo de atender todo o potencial de demanda.

Idealmente deve-se trabalhar entre esses dois extremos. Contudo, nas situações onde as mudanças não são feitas prontamente, pode haver algum benefício em estruturar-se para atender somente uma parte da demanda potencial e vice-versa. Para BUSS *et al.* (1994) a coordenação entre as decisões de volume de demanda e capacidade de produção, buscando uma otimização única, prove resultados superiores às decisões unilaterais e seqüenciais.

3.11.2 SAZONALIDADE DA DEMANDA

Em muitas organizações o planejamento e controle da capacidade está preocupado em lidar com flutuações sazonais da demanda. Quase todos os produtos e serviços têm alguma sazonalidade da demanda e alguns também têm sazonalidade de suprimentos. Estas flutuações na demanda ou suprimento podem ser razoavelmente previsíveis (feriados e volta às aulas), mas algumas normalmente também são afetadas por variações inesperadas no clima e na evolução das condições econômicas. A figura 3.11 mostra alguns exemplos de sazonalidade.

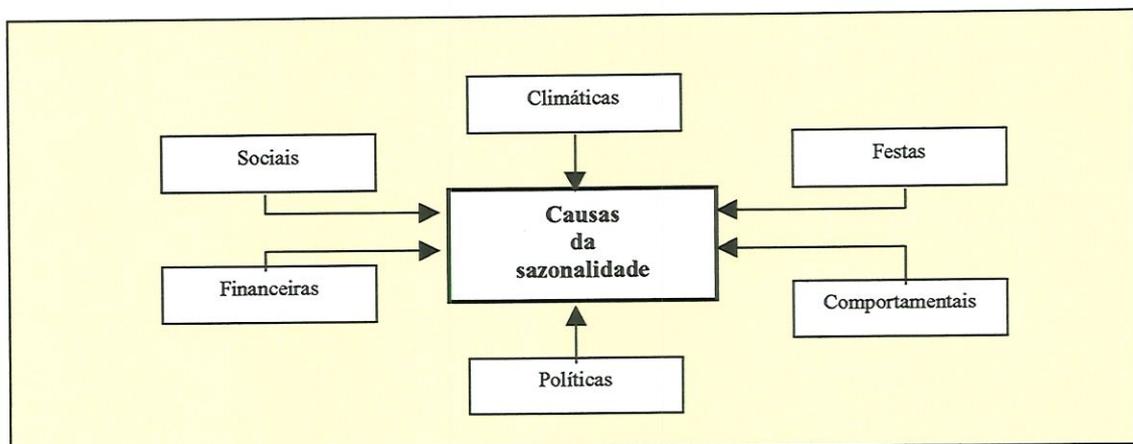


Figura 3.11 - Causas da sazonalidade (Adaptado de SLACK *et al.*, 1997)

O ciclo normal usado para estudar a sazonalidade da demanda é um ano, mas variações previsíveis similares também podem ocorrer para alguns produtos e principalmente serviços em um ciclo mais curto. O grau em que uma operação terá que lidar com flutuações de demanda de curto prazo é determinado parcialmente pelo tempo que seus clientes estão dispostos a esperar pelos seus produtos e serviços. Uma operação cujos clientes são incapazes ou não querem esperar deve planejar-se para as flutuações de demanda de curto prazo.

SLACK *et al.* (1997) cita bancos, serviços públicos, organizações de venda de telefones, fornecimento de eletricidade. Todas têm padrão de demanda de curto prazo - semanas, dias ou horas - exigindo ajuste constante da capacidade.

Um trabalho recente feito por METTERS (1998) define regras gerais para guiarem a produção num ambiente de demanda sazonal. As regras sugeridas são: minimizar o risco de uma previsão muito otimista, armazenar capacidade de baixo custo, produzir de forma sazonal

indiferente da demanda, produzir primeiro os produtos com demanda mais confiável e quando o plano falhar produzir os produtos com maior margem de lucro.

Diversos outros autores estudaram modelos de programação linear para companhias que fabricam produtos altamente sazonais. Como BITRAN et al. (1986) e MATSUO (1990), que desenvolveram um modelo com produção discreta e família de produtos assinaladas para um específico período de produção, onde cada período tem sua própria capacidade. VÖRÖS (1999) construiu um modelo de planejamento agregado que apresenta procedimentos “forward” e “backward” para determinar a quantidade de produção e a seqüência de produtos. ELIMAM (1995) apresentou um modelo que minimiza o custo total de produção, capturando variações sazonais da demanda, variações no custo do trabalho, custo e disponibilidade da lista de material e capacidade de produção.

3.11.3 ESTRATÉGIA DE RESPOSTA À DEMANDA VERSUS CAPACIDADE

HENDRY & KINGSMAN (1989) afirmam que a maioria das pesquisas em planejamento da produção tem concentrado-se nos sistemas MTS. FUMERO & VERCELLIS (1994) dizem que pouca atenção tem sido dispensada às decisões de gerenciamento da capacidade em sistemas MTO e ATO. Um significativo corpo de literatura sobre gerenciamento da capacidade endereçado a sistema de produção MTS foi modificado para sistemas MTO e ATO. Contudo, os modelos e as metodologias introduzidas para as firmas MTS raramente são efetivos quando aplicados em MTO e ATO.

Alguns autores como MC AREAVEY *et al.* (1988) e HOEY *et al.* (1986) desenvolveram estudos adaptando ferramentas tradicionais de planejamento MTS para sistemas MTO. Mas sua implementação é inexequível porque as diferenças entre os dois ambientes são significativas. Metas, estratégias, táticas, níveis de controle e características do mercado totalmente distintas requerem que o gerenciamento do sistema de produção tome ações compatíveis com o ambiente.

Algumas técnicas de gerenciamento da capacidade usada em companhias MTS, como taxa de produção nivelada ou manutenção de inventário de produtos acabados podem ser exploradas por companhias MTO e ATO. Porém, outras técnicas como alto volume de produção e grandes lotes de produção, usadas para reduzir o custo operacional não podem ser aplicadas.

Além disso, MTO e ATO atuam num mercado com alta volatilidade e imprevisibilidade de demanda, o que torna particularmente difícil determinar o nível de capacidade planejada. Logo, elaborar a previsão de demanda é uma tarefa complexa, principalmente para companhias MTO, devido à alta variedade dos produtos que podem ser manufaturados. Além disso, a situação é agravada pela impossibilidade de manter inventário de itens finais que minimizassem a incerteza da demanda.

3.11.3.1 PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA (MTO)

A atividade de planejamento da produção é bem mais complexa em companhias MTO do que em companhias MTS, devido ao fato de não ser possível prever demandas futuras (PARK et al., 1999). Além disso, a competição do mercado atual força as empresas a oferecerem um largo espectro de produtos, acrescentando maior dificuldade ao planejamento da produção.

A principal tarefa do planejamento da produção em empresa MTO é determinar as datas de entrega para ordens de venda. A data de entrega da ordem depende do "lead time" de produção, que pode ser definido como o período de tempo compreendido entre a chegada e a entrega da ordem. O "lead time" de produção depende do inventário em processo real na fábrica, que por sua vez depende da razão de ordens entregues e ordens liberadas. Para ser competitivo é desejável "lead times" pequenos e produzir a um custo razoável (WENG, 1999). Por outro lado, o "lead time" cotado influencia na opção de compra do cliente.

BEAN & SMITH (1985) analisaram um problema de planejamento da capacidade num horizonte infinito. Eles assumiram um determinado horizonte de tempo para a demanda, sem criar inventário, sendo que a capacidade não poderia ser menor do que a demanda. Eles usaram uma formulação de programação dinâmica em um horizonte infinito e desenvolveram condições para a existência de **horizontes de previsão** (período de tempo para quais a previsão são necessárias) e **horizontes de decisão** (o período de tempo coberto pelas primeiras decisões ótimas).

ARONSO, MORTON & THOMPSON (1984) também analisaram os horizontes de planejamento nesta situação, quando o inventário não é uma opção.

SMITH & PICKARD (1993) propuseram um modelo de programação inteira para resolver o problema de planejamento da capacidade numa fábrica de armamentos, com o objetivo de minimizar a falta de produtos para atender a demanda. Sua função é reconfigurar periodicamente as linhas de fabricação flexíveis para atender um grupo de demanda de quatro produtos diferentes.

O impacto das limitações de capacidade nas datas de entregas, para ambientes de manufatura, é estudado por MURGIANO (1993). O autor defende a necessidade de simplificar o sistema e a operação de chão-de-fábrica para eliminar o impacto negativo que um novo pedido ocasiona na capacidade.

Objetivando minimizar o **custo de falta e de horas extras**, OZDAMAR & YAZGAÇ (1997) agruparam os produtos em famílias e propuseram um modelo de planejamento linear voltado a sistemas de produção MTO para lidar com problemas de nivelamento de carga em departamentos gargalos. OZDAMAR & BIRBIL (1998) e DELLAERT & MELO (1998) tratam do problema de definição do tamanho de lote envolvendo decisões de horas extras.

Sistemas de planejamento hierárquico, onde os itens finais com necessidades similares de "setup" são agrupados dentro da mesma família de produtos (HAX & CANDEA, 1984), foi proposto para ambientes MTO. Embora originalmente projetado para sistemas MTS, o conceito de planejamento hierárquico também é aplicável a ambientes MTO.

GELDERS & VAN STEELANDT (1980) simulam a carga de máquina no nível agregado para especificar as datas de entrega. Posteriormente a fase de programação detalhada é aplicada. BOWERS & JARVIS (1992) propuseram um HPP para um sistema híbrido MTO/MTS. O primeiro nível envolvia um modelo agregado matemático e o segundo nível considerava o problema das linhas de produção. O terceiro e último nível tratava de minimizar a seqüência, considerando o tempo de "set up" em cada linha.

BALAKRISHNAN *et al.* (1996), PATTERSON *et al.* (1997) e BALAKRISHNAN *et al.* (1999) discutiram a política de distribuição de capacidade para firmas de manufatura MTO, com demanda sazonal e excesso de capacidade disponível. Eles assumiram que a empresa produzia duas classes de produtos com contribuição de lucro por unidade de capacidade distintas. Sob estes parâmetros analisaram, comparativamente, os erros na previsão da demanda e o desempenho do lucro.

Um Sistema de Apoio à Decisão foi desenvolvido por KINGSMAN *et al.* (1996) para auxiliar as companhias MTO a responder a demanda do cliente. Dentre os vários elementos estudados, como preço, data de entrega, conhecimento técnico, entre outros, os autores desenvolveram um módulo de planejamento da capacidade, para analisar os efeitos da possível carga no sistema produtivo.

3.11.3.2 MONTAGEM SOB ENCOMENDA (ATO)

FUMERO & VERCELLIS (1994) sugeriram uma abordagem hierárquica, para resolver o problema de gerenciamento da capacidade numa firma ATO genérica, onde as complexidades típicas de MTO são balanceadas pelo uso de políticas de produção, como inventário de submontagens e tamanho do lote.

Em outro trabalho, FUMERO & VERCELLIS (1996), aprofundam os estudos anteriores, e propõem uma abordagem integrada para gerenciamento da capacidade em sistema de manufatura complexo, e concluem o artigo aplicando os modelos desenvolvidos para a produção de pneus. Segundo os autores, a divisão do sistema em pequenos submodelos provê articulação entre os diversos níveis, reduzindo o risco de subutilização ou factibilidade dos planos agregados.

Dentro do conceito de Gerenciamento dos Rendimentos ("Revenue Management" – RM), HARRIS & PINDER (1995) estudam a reserva de capacidade para previsão de demanda de ordens atrasadas, cujos clientes pagam um prêmio por ter suas ordens de produção atendidas. Realocação da capacidade é feita em função da margem de contribuição do produto, mix de submontagem necessário, custo incremental para reduzir "lead time", etc.

3.11.3.3 PRODUÇÃO PARA ESTOQUE (MTS)

Quando inventário é possível, a não diminuição da demanda apresenta uma situação especial se a capacidade é fixa. Diversos autores lidaram com modelos de não diminuição da demanda. KORGAONKER (1977) incluiu produção, inventário e custos de produção uniforme. Todos os custos são côncavos ou moderadamente côncavos e a capacidade é fixa. Ele encontra o custo mínimo planejado mostrando que o problema é equivalente a encontrar o menor rota de passagem numa rede de trabalho acíclica. LUSS (1982) apresentou uma revisão de múltiplas abordagens e problemas.

PAREKH (1990) desenvolveu uma planilha eletrônica planejando o inventário num nível desejado por grupo de produto e verificando os efeitos do planejamento da capacidade e inventário simultaneamente. A situação de falta ou excesso de capacidade devido ao plano de inventário pode ser progressiva para cada grupo. Embora bastante básico, o formato sugerido simula o efeito das mudanças de quantidade no inventário e na capacidade simultaneamente.

BEVERSLUIS & JORDAN (1995) ilustrou o uso de planilha eletrônica para o desenvolvimento de um sistema simples e efetivo de planejamento da capacidade, programação da produção e controle de inventário para um fabricante de sílica e magnésia fundida. ALLEN & SCHUSTER (1994) também utilizaram a planilha eletrônica, para desenvolver uma programação semanal dos lotes de produção, sob condições de capacidade finita e demanda dinâmica num sistema hierárquico dois estágios.

OBUKO (1996) desenvolveu um parâmetro controlável para desempenhar a função de reserva da capacidade produtiva em sistema de produção para inventário dois estágios. Neste modelo a quantidade de produção é restringida pela capacidade produtiva em cada processo e pela quantidade de produtos semi-acabados em estoque. Paralelamente, ele comparou o impacto das restrições de capacidade de produção para produtos acabados e semi-acabados na performance do sistema.

Dentro dessa mesma linha de pesquisa, GLASSERMAN (1996) estudou a alocação de capacidade entre múltiplos produtos, sujeito a uma demanda externa variável, com o objetivo de minimizar o custo do estoque de segurança de cada item.

MILLER (1991) apresentou um algoritmo que define os dados de inventário do início do período, por família de produto, para usá-los em modelos de produção ou distribuição de redes de trabalho multi-localização ou "multi-echelon". O autor argumentou que este modelo causa uma melhoria significativa na qualidade da solução de planejamento da capacidade desenvolvida. Isto porque a firma não estará subestimando o verdadeiro nível de capacidade requerido para todo o horizonte de planejamento.

GUNASEKARAN (1998) desenvolveu um modelo matemático que determina o tamanho de lote ótimo para um grupo de produtos e a capacidade requerida para produzi-los em um sistema de produção multi-estágio. O propósito do modelo é suportar o planejamento da capacidade no nível da função produção.

DELLAERT & MELLO (1996) propuseram dois heurísticos para gerenciar o problema de tamanho do lote de um único item de uma firma que opera no sistema MTS com capacidade de produção limitada. Análise comparativa é feita para definir em qual situação se deve adotar uma ou outra estratégia de produção.

3.12 CAPACIDADE COMO TEMA CENTRAL DO PLANEJAMENTO PARA SISTEMAS ‘MAKE-TO-ORDER’ E ‘ASSEMBLE-TO-ORDER’

Aparte os conceitos de investimentos e expansão, a capacidade tem um papel central no planejamento da produção e controle da produção. A maior parte da teoria de gerenciamento de operações baseia-se no conceito de capacidade e na habilidade para mensurá-la.

Para tornarem-se competitivas as companhias devem responder de maneira eficiente às previsões de demanda e atender prontamente as encomendas dos clientes. TOWILL *et al.* (1989) entende que a natureza dinâmica da demanda solicita uma resposta dinâmica do sistema de manufatura. Esse requisito é usualmente encontrado através da alteração do programa de produção para fabricar o produto solicitado com o mínimo “lead time”.

Neste cenário a mudança planejada da capacidade produtiva é de crucial importância. É a existência de capacidade que torna factível:

- a alteração do plano de materiais, quer para atender o pedido ou produzir para estoque;
- a ação de suprimentos para comprar as matérias-primas e componentes necessários para atender o(s) pedido(s);
- a reprogramação das tarefas no chão-de-fábrica.

Como mostra a figura 3.12, a interdependência entre os problemas de Planejamento de Materiais, Gestão de Estoques, Suprimentos, Administração da Capacidade e Programação adiciona uma grande complexidade ao ambiente de Planejamento da Capacidade. As decisões tomadas num parâmetro impactam diretamente no desempenho dos outros elementos.

Particularmente, a programação das atividades será normalmente mais complexa e importante se a estratégia adotada enfatizar a necessidade de se obter ajustes eficientes dos níveis de capacidade. A estratégia baseada mais fortemente no amortecimento dos níveis de flutuação da demanda prioriza a gestão de estoques.

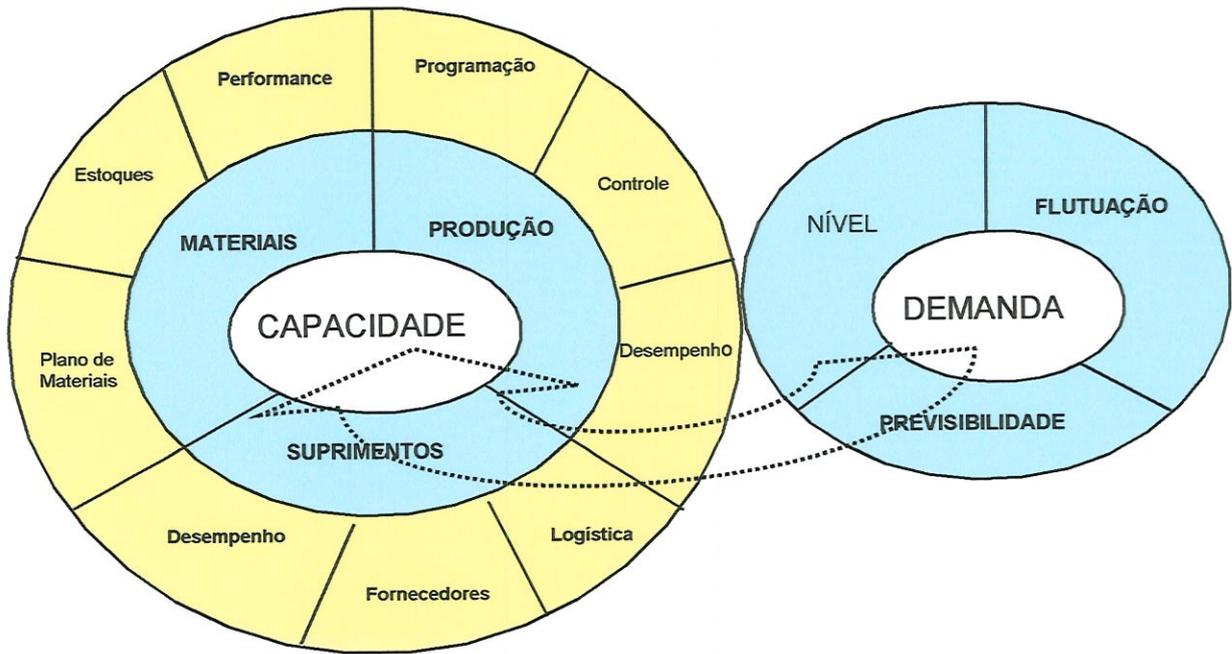


Figura 3.12 - Interdependência entre demanda, capacidade, materiais e produção

Nas situações onde existem estoques de componentes e produtos acabados, a atividade de programação cria uma conexão entre esses dois níveis. Onde existir somente estoques de acabados, a programação fornece uma ligação com os fornecedores, para a reposição dos estoques. Quando não houver estoques de produtos acabados o elo de ligação com os clientes será feito através da programação.

Dentro da análise de viabilidade, a administração da capacidade afeta as decisões sobre o uso dos estoques. Note que as políticas de reposição de estoques serão influenciadas por considerações de capacidade. As decisões de programação das atividades em conjunto com a gestão de estoques (tanto de insumos como de produtos acabados) servem para acomodar a demanda dos clientes através do sistema.

A capacidade é o tema central do planejamento da produção, principalmente para empresas MTO e ATO. As firmas MTO e ATO competem num ambiente com grande diversificação de produtos, onde a flexibilidade é a prioridade competitiva para atender a pedidos customizados. FRY & RUSSELL (1993) afirmam que essas empresas devem utilizar a capacidade como reserva do sistema contra eventos não esperados, como aumento da demanda, quebra de máquinas, atraso no fornecimento, entre outros fatores.

A despeito deste fato são forçadas a entregar os produtos num intervalo de tempo que é significativamente menor do que o "lead time" de produção acumulativo. Essa performance é crítica para empresas MTO e ATO porque a diversificação do portfólio de produtos impede a utilização de diversos mecanismos utilizados em sistema MTS, como inventário, que podem ajudar a gerenciar o serviço ao cliente (FUMERO, 1996).

PIRES (1994) realça que o desempenho das entregas é importante não somente para as indústrias que produzem na forma MTS, mas também para as indústrias que trabalham na forma MTO ou ATO, principalmente como uma maneira de diferenciar-se da concorrência. Além disso, a consideração do tempo como uma fonte de vantagem competitiva, praticamente torna essa prioridade importante para todos os sistemas produtivos e formas de interação com os clientes.

A necessidade de desenvolver modelos que ligam a estratégia e a análise de capacidade com as decisões operacionais é particularmente grande para as companhias MTO e ATO, dentro do qual as ferramentas de planejamento tem um papel estratégico e relevante para a força competitiva e sobrevivência da empresa.

4. HORAS ANUALIZADAS

4.1 INTRODUÇÃO

As fábricas não operam a plena capacidade durante todo o tempo. Quase todas as companhias competem dentro de um ambiente de demanda sazonal. A variação da demanda provoca o surgimento de picos e vales de carga, requerendo recursos fabris da mesma ordem de grandeza para processá-la.

A necessidade de atender a demanda, de maneira eficiente, exige que as empresas apresentem maior flexibilidade em todos os aspectos, inclusive na jornada de trabalho. Esta mudança é inevitável. Se a companhia quer se tornar mais competitiva é essencial que práticas e procedimentos alternativos de força de trabalho sejam implementados.

O problema dos padrões fixos de produção é que nos períodos de baixa os funcionários não são utilizados, custando dinheiro sem acrescentar valor. Por outro lado, na estação de pico, ocorrem custos indesejáveis, decorrente das horas extras ou contratação de funcionários temporários. Segundo MAZUR (1995), alongar a produção não é aconselhável, podendo proporcionar um efeito nocivo em termos de eficiência, absenteísmo, serviço ao cliente e qualidade de vida.

Um sistema de horas de trabalho flexível facilitaria o gerenciamento do negócio neste ambiente. Sua efetividade seria maior quanto mais pronunciada for a amplitude existente entre os picos e vales da carga de trabalho provocada tanto pela sazonalidade como pela incerteza da demanda.

4.2 DEFINIÇÕES E CONCEITOS

4.2.1 DEFINIÇÕES

Segundo MARTINS (1997) a flexibilização do trabalho pode ser dividida em:

- (a) **quantitativa externa**, onde são abordados aspectos facilitadores da contratação e posterior demissão do trabalhador, de acordo com as necessidades da empresa;
- (b) **quantitativa interna**, que engloba a utilização do tempo do empregado, como horário de trabalho e trabalho em tempo parcial;

(c) **funcional**, que diz respeito aos métodos ou técnicas de gestão da mão-de-obra em decorrência das exigências da produção.

Neste tópico serão apresentados conceitos e definições importantes relacionados ao assunto que trata da flexibilização quantitativa interna da jornada de trabalho, ampliando a unidade de medida de tempo: ano ao invés de dia e/ou semana. Conforme TERIET (1977), a ampliação do período de referência evita o emprego da abordagem restritiva imposta pelo número fixo de horas de trabalho por semana e/ou dia.

Na literatura pesquisada, os termos ingleses encontrados para delimitar o assunto foram horas anuais ("*annual hours*"), horas anualizadas ("*annualized hours*"), ano flexível ("*flexiyear*") e banco de horas ("*banked hours*").

Apesar de apresentarem nomes diferentes, horas anuais e horas anualizadas possuem o mesmo significado. Como instrumento de alargamento do horizonte de tempo, estendendo a medição das horas de trabalho para o período de um ano, o termo horas anualizadas transmite melhor o significado do conceito.

Além disso, o termo horas anuais expressa uma dualidade. Ele é também usado de forma agregada para demonstrar o total de horas trabalhadas para a empresa, estados ou países no ano. Desta maneira, o processo de flexibilização da jornada de trabalho não é caracterizado. Portanto, no decorrer deste trabalho será empregado o termo horas anualizadas.

Horas anualizadas é um sistema de tempo de trabalho rateado durante o ano, para que os empregados trabalhem um dado número de horas no decorrer dos doze meses, ao invés de trabalhar um específico número de horas durante a semana (MAZUR, 1995). Isto significa que as horas podem variar de semana a semana, ou estação a estação, de acordo com a necessidade do negócio.

Outra definição, proposta por ROBINSON (1998) caracteriza horas anualizadas como um número básico de horas de cada ano pelo qual os empregados foram contratados, devendo o funcionário estar disponível, segundo regras de comunicações razoáveis, para um número de horas adicional na jornada de trabalho, que será pago se trabalhado ou não.

HUNG (1997) define horas anualizadas como um contrato de trabalho para um determinado número de horas por ano, onde os funcionários trabalham mais durante os períodos de alta e menos nos períodos de baixa demanda.

Para TERIET (1977) é um modelo de contrato de trabalho que consiste em acumular dia-a-dia às horas trabalhadas pelo(s) funcionário(s) no decorrer do ano. O número de horas de trabalho a ser executado dentro de um ano é predeterminado, dentro de uma certa faixa, pelo empregado e empregador, através de um acordo coletivo e/ou individual.

Todo o processo pode ser comparado com a abertura de uma conta de horas de trabalho com um débito no início do ano. Diariamente, créditos de horas de trabalho serão lançados durante todo o ano, objetivando terminar o período com a conta zerada.

No Brasil o termo utilizado para a flexibilização da jornada de trabalho é **banco de horas**. A idéia e os objetivos são análogos. Somente a forma de controle é diferente. Ao invés de controlar as horas trabalhadas acumuladas controla-se o saldo credor ou devedor das horas.

PALMA (1998) afirma que o banco de horas funciona basicamente pelo critério de compensação de horas. Durante os períodos de queda da demanda e conseqüentemente da produção, a jornada de trabalho diária dos empregados é reduzida, sem a respectiva redução do salário. Essas horas ficam armazenadas para serem compensadas na época de aumento da atividade empresarial, sem ocasionar o pagamento de horas extras, com os acréscimos previstos em lei.

Para MALLET (1998) o banco de horas é uma regulamentação recente baseado em critérios mais flexíveis, ano ou mês ao invés de semana ou dia, para determinação da jornada de trabalho, ocorrendo compensação de horário a fim de possibilitar melhor adaptação da produção às oscilações de mercado.

Todos os autores pesquisados mencionam o termo forma de pagamento, na própria definição ou logo a seguir. Abaixo são apresentadas duas das descrições mais significativas encontradas na literatura pesquisada.

O sistema de horas anualizadas e seu respectivo modelo de contrato de trabalho de um ano dissociam horas trabalhadas dos rendimentos relatados. Um empregado pode receber pagamento semanal ou mensal, que seria 1/52 ou 1/12 do rendimento anual, mesmo quando as horas trabalhadas são maiores ou menores do que a média semanal ou mensal. TERIET (1977) diz que o modelo pode ajudar a resolver o conceito de um “dia-trabalhado” ou “semana-trabalhada”, em favor de um conceito mais amplo, mais flexível.

O pagamento moveu-se de um salário diário, semanal ou mensal, para um salário anual. Este salário é pago regularmente, mas independe das horas trabalhadas na semana ou no mês (MAZUR, 1995).

4.2.2 CONCEITOS

Fazendo correlação com as definições, TERIET (1977) estudou o sistema de horas anualizadas de trabalho e propôs a existência de três fases, interdependentes entre si, e que garantem a flexibilidade do projeto:

- **Fase cronométrica**

Consiste no estabelecimento do limite inferior e superior das horas de trabalho para uma determinada unidade de medida de tempo. Por exemplo, um máximo de 60 horas semanais e um mínimo de 30 horas semanais.

- **Fase cronológica**

Consiste em definir regras de distribuição das horas de trabalho dentro do calendário da empresa. Utilizando o exemplo da semana, é nesta fase que se determina a quantidade de dias de trabalho padrão: cinco, seis ou sete.

- **Combinação das fases cronométrica e cronológica**

Nesta fase determina-se a alocação das horas de trabalho dentro dos períodos de tempo existente no ano. Utilizando o exemplo citado acima, as horas existentes dentro do intervalo de 30 e 60 horas podem ser distribuídas em seis dias de trabalho. É a combinação das duas fases que proporciona flexibilidade ao sistema de horas anualizadas, permitindo o lançamento de débitos e/ou créditos no banco de horas.

É importante deduzir uma condição importante desse processo: a correlação existente entre um período de referência expandido e as possibilidades de flexibilizar o tempo de trabalho dentro deste período. Quanto maior a extensão do período maior a flexibilidade do sistema.

Devido ao fato de nenhum recebimento ou desconto financeiro ser efetuado sobre o salário do funcionário, quer seja por horas extras trabalhadas ou tempo ocioso, um sistema para armazenar essas horas é necessário. Para tanto, dois termos são instituídos: horas positivas e horas negativas.

Sob o referencial do funcionário, MASSARO *et al.* (1996) define **horas positivas** ou **credoras** como o tempo trabalhado acima do programa regular. Por outro lado, **horas negativas** ou **devedoras** é o tempo não trabalhado do programa regular.

4.3 OUTRAS FORMAS DE ARRANJOS FLEXÍVEL DO TRABALHO

A intensa competição exercida sobre as empresas e as drásticas mudanças na composição da força de trabalho requer que novos meios de estruturar o trabalho sejam desenvolvidos. GOTTLIEB *et al.* (1998), KOGI (1991) e GETTMAN (1988) citam outras formas de arranjo flexível do trabalho, como:

(a) **Flexitime ("flexible work hours")**: consiste em flexibilizar o horário de início e fim do dia de trabalho. A maioria das organizações requer que todos os empregados estejam disponíveis durante o(s) intervalo(s) de hora(s) principal(is), facultando aos empregados escolher o horário de trabalho lateral ao horário principal. "Flexitime" não altera o total do

numero de horas para os quais o empregado foi contratado, porém a maioria dos arranjos flexíveis inclui esquemas para anotar crédito e déficit de horas quando eles ocorrem.

- (b) **Compartilhamento de trabalho ("job sharing")**: é um arranjo no qual duas pessoas compartilham voluntariamente as responsabilidades, salários e benefícios de uma posição, cada um trabalhando tempo parcial numa base convencional. Compartilhamento de trabalho cria uma oportunidade de emprego em tempo parcial onde há necessidade para uma posição em tempo total. Ela difere dos trabalhos de tempo parcial porque solicita que haja uma abordagem de coordenação para a responsabilidade da tarefa que o trabalho exige.
- (c) **Trabalho em tempo parcial ("part-time work")**: consiste no trabalho de somente uma determinada parte da jornada de trabalho. Ela prove vantagens de estender o horário de operação e oferecer oportunidade para as pessoas que não podem trabalhar o período todo, devido a razões familiares, educacional, saúde, entre outras.
- (d) **Trabalho feito em casa ("telecommuting" ou "telework" ou "flexiplace" ou "work-at-home")**: é um arranjo no qual o empregado trabalha em casa, num escritório satélite ou numa localização do cliente por parte ou por toda a semana de trabalho. Quando não estão no escritório central, os funcionários comunicam-se com seus pares e gerentes por meio de fone, modem e fax.
- (e) **Escritório temporário ("hotelling")**: termo cunhado para referir-se aos arranjos que designa espaço de escritório temporário para empregados que normalmente trabalham em casa ou em qualquer lugar. Também chamado de escritório alternativo proporciona que os trabalhadores citados acima reservem a estação de trabalho por horas, dias ou semanas, quando eles necessitam estar no local.
- (f) **Semana de trabalho comprimida ("compressed work week")**: é um arranjo onde a semana de trabalho padrão é compactada, tornando-se menor do que cinco dias convencionais. Deste modo a quantidade de horas de trabalho diária alonga-se.

4.4 DESENVOLVIMENTO DA POLÍTICA E PLANEJAMENTO

Culturalmente, não é fácil efetuar mudanças na jornada de trabalho, nos seus mais diversos aspectos, como: alteração dos turnos, duração da jornada e dias úteis de trabalho. É uma decisão difícil e estressante. Para o projeto ter sucesso deve ser encontrado um equilíbrio adequado entre as necessidades da empresa e as necessidades dos funcionários.

As horas anualizadas são uma ferramenta oportuna para o gerenciamento. Claramente o contrato de trabalho anual para empregados tem implicação na administração do recurso tempo. Ao transformar a jornada de trabalho numa variável, passível de gerenciamento, as horas trabalhadas podem ser rateadas, quando necessário ou razoável, para que as plantas e equipamentos possam ser utilizados mais eficientemente (TERIET, 1977).

Não se encontrou literatura abrangente sobre o processo de implementação das horas anualizadas. O trabalho mais consistente a respeito deste assunto foi feito por HUNG (1997). Demais autores, como TERIET (1997), GETMAN (1988), CURRAN (1992), citam alguns pontos que foram aproveitados para formular as fases.

Os seguintes itens devem ser considerados no planejamento das horas anualizadas:

(A) Identificar o potencial de aplicação

As Horas Anualizadas são passíveis de aplicação em todo tipo de organização. Nas empresas de manufatura ou de serviço, em funções administrativas ou operacionais, para mão-de-obra direta ou indireta. Porém, determinados tipos de negócios, configurados principalmente pelas características da demanda, apresentam maior potencial de aplicação.

Deve-se, portanto, analisar o comportamento da demanda no tempo. Operações em que a demanda varia, significativamente, durante os dias de uma semana, ou de semana para semana ou de mês para mês, através do ano, apresentam maiores possibilidades de resultado do que operações com demanda relativamente estável. Mesma lógica vale para os casos em que a demanda é imprevisível, volátil e de difícil previsão.

Para o portfólio de produtos da empresa deve-se levantar os dados históricos e estimar a previsão da demanda dos próximos períodos. Num segundo passo, transformar estes dados em unidades equivalentes e analisar estatisticamente as diversas curvas de demanda obtidas.

Considerando os resultados advindos do estudo do perfil da demanda, é imperativo examinar as vantagens e desvantagens das horas anualizadas com respeito às estratégias, políticas e metas corporativas. Por exemplo, para empresas que adotam a estratégia "Make-to-Stock" ou seguem a política de contratar e demitir constantemente mão-de-obra barata e abundante ou utilizam horas extras para completar a capacidade produtiva, as vantagens intrínsecas das HA seriam minimizadas.

(B) Confrontar demanda com capacidade

Todas as organizações devem elaborar planos para a força de trabalho. Um pré-requisito essencial para qualquer planejamento da força de trabalho é a determinação da demanda. Utilizando os dados da demanda levantados acima deve-se calcular a média da mão-de-obra direta necessária para atender a previsão de vendas ou assumir o quadro de funcionários existente.

Sob a ótica deste estudo dois planos de capacidade devem ser gerados: (i) com jornada de trabalho tradicional e (ii) com horas anualizadas. Para as duas alternativas o quadro de funcionário deve permanecer fixo para o ano todo. O período de tempo pode ser semana, mês, bimestre, entre outros, porém um ano é o horizonte de tempo mais indicado para a decisão.

Para a jornada de trabalho tradicional, a capacidade de produção interna é praticamente constante, ocorrendo pequenas variações devido ao número de dias úteis do mês e programação de férias, conforme figura 4.1. Para o contrato com horas anualizadas a

capacidade de produção acompanha, dentro de certos limites, o perfil da carga de trabalho gerada pela demanda do cliente, como demonstra a figura 4.2.

Deve-se, então, confrontar separadamente os dados e gráficos da demanda com o plano de capacidade da jornada de trabalho tradicional (i) e o plano de capacidade oriundo das horas anualizadas (ii). No próximo passo proceder uma análise comparativa dos resultados de (i) e (ii) quanto à amplitude e frequência da sobrecarga e ociosidade.

Note, nas figuras 4.1 e 4.2, que ao utilizar Horas Anualizadas tanto a amplitude quanto a frequência de sobrecarga ou ociosidade diminuíram. Ocorreu uma adequação da capacidade à demanda. Porém, para os períodos que apresentam os grandes picos ou vales de demanda continua a existir sobrecarga ou ociosidade da mão-de-obra.

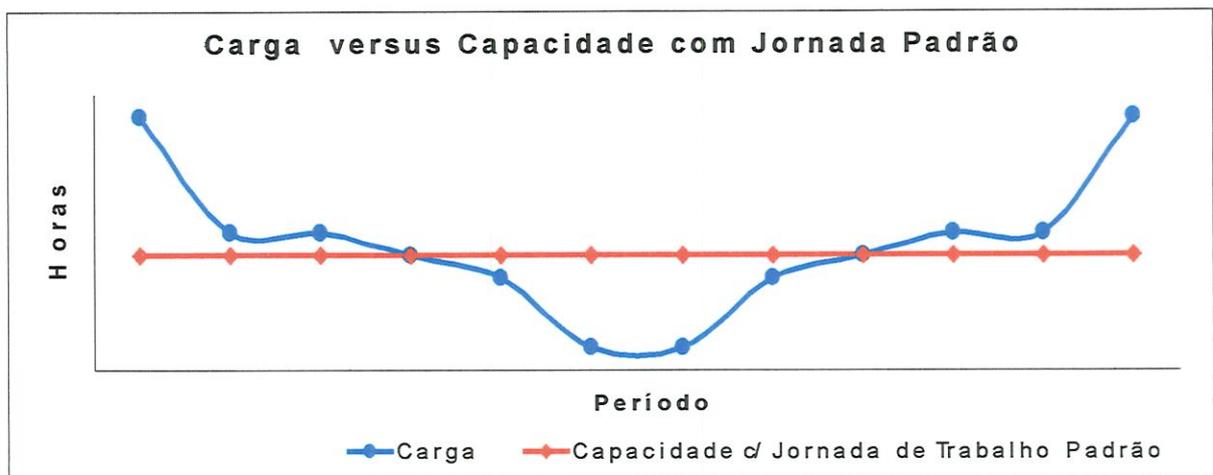


Figura 4.1 – Carga versus capacidade com jornada de trabalho tradicional

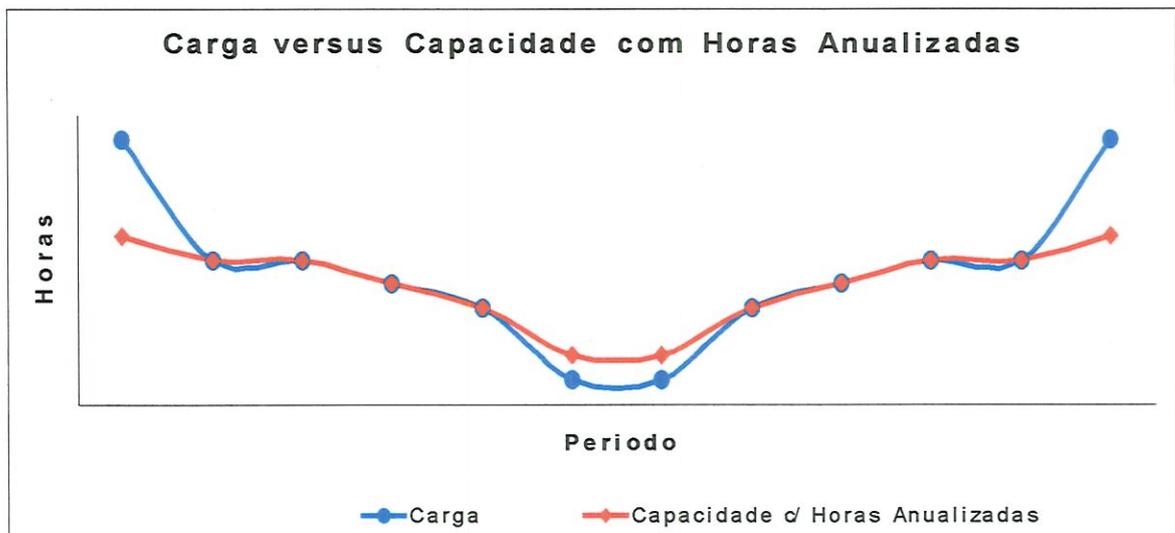


Figura 4.2 – Carga versus capacidade com Horas Anualizadas

A formulação matemática para obter o número de horas anualizadas por funcionário é explicitada abaixo. Ela é função do calendário oficial do país, estado e cidade para o ano base e das horas padrão de trabalho por período, determinada pela legislação do país.

$$HA = [XT - (XF1 + XF2)] * HT$$

Onde:

<i>HA</i>	<i>Horas anualizadas</i>
<i>XT</i>	<i>Quantidade de períodos trabalhados (em dias ou semanas)</i>
<i>XF1</i>	<i>Férias</i>
<i>XF2</i>	<i>Feriados oficiais</i>
<i>HT</i>	<i>Horas padrão de trabalho por período</i>

O contrato prove ao gerenciamento a oportunidade de controlar as condições de produção variável, partindo de nenhum trabalho para muito trabalho durante a semana ou mês. Esta funcionalidade do contrato permite que o planejamento da capacidade possa alterar e correlacionar harmoniosamente, dentro do horizonte de planejamento, planos de produção, recursos de mão-de-obra e restrições de tempo (TERIET, 1977).

(C) Definir quais áreas participarão do projeto

Como mencionado no capítulo 2, os sistemas de manufatura são caracterizados por múltiplas plantas, unidades fabris, processos e operações. As características apresentadas por esses elementos são díspares, e devem ser consideradas no processo de planejamento das horas anualizadas.

Uma mesma planta, constituída de diversas unidades fabris, pode apresentar diferenças quanto à duração da jornada de trabalho, existência de turnos, programas de rodízio da mão-de-obra, estratégia de resposta à demanda e estratégia de planejamento da produção.

A princípio todos os funcionários que marcam cartão de ponto participam do projeto. Porém, em determinadas áreas fabris, ou detalhando-se, em algumas funções, estão segregados os recursos críticos, chave para o sucesso do projeto. É sobre esses recursos que devem ser elaborados todos os estudos para planejar o sistema de horas anualizadas.

(D) Definir salvaguardas

Diversos salvaguardas devem ser inseridos no sistema para evitar a exploração da mão-de-obra e forçar as empresas a planejarem suas atividades de programação da força de trabalho (PICKARD, 1991).

Portanto, devem ser abordados alguns aspectos, como:

- limites superiores e inferiores para horas trabalhadas, horas extras e horas desviadas;
- máximo de dias trabalhados na semana;
- procedimentos para horas extras ou variação das horas;
- programação com antecedência, para facilitar planejamento da vida social do funcionário;
- paradas razoáveis entre turnos;
- compensação para os funcionários com responsabilidade familiar;
- rodízio dinâmico onde existem horas variáveis sendo programadas;
- flexibilidade do sistema, deixando somente as pessoas que gostam de trabalhar longos turnos e não se importam de ser chamadas por curtos períodos para participarem do projeto PICKARD (1991).

(E) Projetar um sistema de comunicação adequado

A jornada de trabalho tradicional não exige um sistema de comunicação complexo. Isto porque as horas de trabalho são padrões, fixas e uniformes e portanto facilmente visualizadas, manuseadas e recuperadas.

Ao adotar-se o sistema de horas anualizadas, minimiza-se a rigidez da jornada de trabalho tradicional, acrescentando flexibilidade à atividade de programação da força de trabalho.

Essa flexibilidade requer um controle acurado das horas trabalhadas pelos funcionários no decorrer do ano. Portanto, um sistema adequado para registro das horas trabalhadas, horas positivas, horas negativas, saldo credor ou devedor deve ser projetado. A periodicidade para emissão e análise destes dados depende da intensidade de utilização, valor do limites e acordo feito com o sindicato.

Diversos hospitais nos Estados Unidos têm aplicado o conceito de horas anualizadas. Por tradição, enfermeiras, nos EUA, são pagas em bases horárias, como os empregados diretos das indústrias de manufatura. A figura 4.3 mostra um sistema de notificação criado por um hospital para efetuar o registro das horas de trabalho das enfermeiras.

REGISTRO DE HORAS POSITIVAS E NEGATIVAS					
Nome : Jane Doe					
Data	Turno	Código	Horas		
			Positivas	Negativas	Acumuladas
Saldo inicial			10		
27/06/96	8A-9A	RC-C&P	1		11
28/06/96	7A-11A	DEP		-12	-1
10/07/96	7A-11A	TEP	4		3
12/07/96	10A-11A	RCH-P&P	1		4
17/07/96	6P-7P	RC	1,5		5,5
28/07/96	7A-3P	DEP		-8	-2,5
01/08/96	7A-1P	CT	6		3,5
10/08/96	8A-12P	MP	4		7,5
Código					
HET – Hora Extra sob o Turno		PM – Programa Mandatório			
TEP – Turno Extra Programado		RC – Reunião do Círculo			
CT – Chamado Telefônico		C&P – Coordenação e Programação			
RCH – Reunião do Comitê do Hospital		P&P – Política e Procedimento			
RC – Reunião da Coordenação		DEP – Descanso extra Programado			

Figura 4.3 - Registro de horas (Adaptado de Massaro et al., 1996)

(F) Implementar

As horas anualizadas devem ser implementadas, formalmente, através de acordos industriais. Objetivando minimizar a resistência do sindicato dos trabalhadores na implementação do sistema de horas anualizadas deve-se incorporá-lo ao processo, tornando-o membro efetivo do grupo responsável pelo projeto.

Esses acordos devem ser suportados pelo Sindicato dos Trabalhadores e políticas de recursos humanos da companhia. Paralelamente, deve ocorrer mudança na estrutura de gerenciamento, nas relações com empregados e nas práticas de trabalho para possibilitar o estabelecimento do acordo.

Um processo de comunicação bem elaborado e detalhado deve ser estudado para implementar o novo sistema. Todos devem entender a estratégia da empresa, razões do negócio, as políticas da corporação, as oportunidades, as restrições e as limitações do novo projeto. Questões operacionais devem ser enfatizadas, explicando o significado do novo esquema em termos de descanso e horas de espera, pagamento e feriados.

Isto pode ser realizado através de diversos meios. **Pirâmides de discussões**, começando com o gerente sênior, que posteriormente transmitirá a mensagem aos seus subordinados e assim sucessivamente. Através de **encontros de grupos** por todas as áreas da companhia com os supervisores aprendendo e propondo questões juntamente com os funcionários.

O planejamento, implementação, evolução e acordo geral para o novo sistema de trabalho consome muito tempo. Gerentes e empregados gastam muitos dias freqüentando programas de treinamento, reuniões, discussões (formal e informal) e “workshops” para encontrar o melhor resultado possível para a fábrica e os seus empregados.

O método de implementação das horas anualizadas deve refletir as necessidades operacionais dos gerentes e empregados de cada empresa. Então, representantes do sindicato, representantes de cada seção e gerentes devem trabalhar juntos, debaixo do novo gerenciamento, para negociar e se ajustar às novas regras de trabalho. As mudanças feitas nas horas de trabalho devem estar focadas na necessidade de encontrar a demanda e melhorar a produtividade, mas também devem manter alta a moral da força de trabalho.

(G) Monitorar

O sistema deve ser monitorado freqüentemente, para verificar se o projeto foi bem elaborado, se as restrições foram definidas corretamente, se as regras estão sendo observadas e cumpridas em todas as áreas, além de outros fatores. Correções devem ser feitas constantemente para aperfeiçoar o sistema.

4.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Na grande maioria da literatura pesquisada, um amplo espaço foi dedicado à descrição das vantagens e desvantagens advindas da implementação do sistema de horas anualizadas, tanto sob o ponto de vista das empresas, com também sob a ótica do empregado.

4.5.1 EMPRESA

4.5.1.1 VANTAGENS

- Minimizar o uso de horas extras

Horas extras é um fator crítico no sucesso do negócio. A hora extra é cara. Ela incorpora uma taxa de pagamento adicional por hora trabalhada. As horas anualizadas podem minimizar ou eliminar a prática de horas extras para corrigir a capacidade. Em algumas empresas as horas extras transformaram-se em cultura e tornou-se um modo de vida para alguns (CURRAN, 1992, MAZUR, 1995).

Segundo HUNG (1997), em muitos casos as horas extras serão somente pagas quando os empregados trabalharem mais que suas horas anuais.

- Diminuir o custo total com a mão-de-obra

Ao evitar o pagamento de horas extras, das verbas rescisórias para demissão do funcionário, custo de recrutamento, seleção e treinamento, o valor das despesas relacionadas com pessoal diminui no decorrer do período.

- Flexibilidade do sistema

Facilidade para alterar o tamanho da jornada de trabalho, proporcionando adaptabilidade à tarefa de planejamento da produção para equalizar datas de entregas, plano de produção e capacidade.

- Dias prensados entre feriados

Dias úteis prensados entre feriados, geralmente segunda e sexta-feira, podem causar improdutividade no chão-de-fábrica. Com a utilização das horas anualizadas, as horas referentes a esses dias podem ser reservadas para períodos de picos de demanda.

- Evitar a formação de estoques

Não é necessário ocupar toda a capacidade disponível proporcionada pela mão-de-obra e conseqüentemente formar estoque, objetivando aumentar a produtividade e reduzir o custo unitário de produção. Parte dessa capacidade disponível pode ser armazenada no sistema de horas anualizadas e utilizada em períodos futuros.

- Eliminar ou minimizar o trabalho temporário

Como o sistema possibilita a formação de uma reserva de horas, disponível para ser utilizada num possível aumento das vendas, o emprego de mão-de-obra temporária, como técnica para combater oscilações da demanda pode ser minimizado, ou até mesmo eliminado, em situações de pequena sazonalidade.

- Separar horas dos empregados das horas de produção

Deste modo companhias podem evitar redução na utilização da planta resultantes de uma semana de trabalho menor. Muitas organizações introduzem horas anualizadas especificamente para possibilitar um aumento na utilização da planta (LYNCH, 1985).

- Catalisador para mudanças mais profundas na organização

As horas anualizadas são uma das ferramentas de flexibilização da jornada de trabalho, que possibilita a criação de uma cultura com ênfase no desenvolvimento pessoal, autonomia e aceitação da mudança (MAZUR, 1995).

- **Diminuição da ociosidade**

A ociosidade, tão comum nas empresas, principalmente quando ocorre queda nas vendas, pode ser minimizada por este sistema. Na época de baixa, ao invés de apontar inativo, o funcionário tem estas horas negativas debitadas no sistema de horas anualizadas.
- **Redução do absenteísmo**

Segregando os problemas de doença, grande parte do absenteísmo é causado por razões sociais, como cuidar dos filhos, problemas familiares e outros tipos (TERIET, 1977). O contrato de trabalho anual pode não curar todas as causas do absenteísmo, mas ajuda a iniciar um briga contra as causas e não os sintomas. Ao dar flexibilidade ao empregado ele poderá trabalhar outro dia (MAZUR, 1995).
- **Alta moral**

A perspectiva de manter constante a força de trabalho aumenta a estabilidade dos funcionários e conseqüentemente uma moral mais elevada pode ser obtida.

4.5.1.2 DESVANTAGENS

- **válido para pequenos incrementos de capacidade**

Em virtude das restrições existentes na lei, como limite superior para total de horas devedoras e horas máximas a serem trabalhadas por dia e semana, as horas anualizadas não suportam grandes incrementos de capacidade por longo período de tempo.
- **Possível aumento dos custos administrativos e gerenciais;**

Uma série de controles é necessária para obter sucesso na implementação do sistema. Controles individuais, setoriais e gerais relativos às horas trabalhadas acumuladas, saldo de horas, horas previstas versus realizadas, potencial de aumento de capacidade, entre outros, são alguns dos exemplos que podem ser citados.
- **Dificuldade no controle da mão-de-obra**

Como os empregados estão usando diferentes programas de trabalho, a tarefa de compatibilizar capacidade e carga se torna mais complexa. Além disso, ocorre um aumento de pressão nos gerentes de linha, porque eles têm que persuadir os funcionários a vir quando não existe dinheiro envolvido (PICKARD, 1991).
- **Maior complexidade das atividades gerenciais**

Nesse novo sistema o gerenciamento médio está envolvido com a complexidade da produção tanto na dimensão tempo quanto na dimensão de “input” da força de trabalho (TERIET, 1977).

- risco de não compensação das horas
Caso o pico de demanda não se concretize no futuro, as horas devedoras não serão pagas, significando uma maior ociosidade da mão de obra no período.
- risco de pagamento de horas extras
Caso o vale de demanda não ocorra no futuro, as horas credoras deverão ser pagas como horas extras, representando um aumento na folha de pagamento.

4.5.2 EMPREGADO

4.5.2.1 VANTAGENS

- Evitar o desemprego em períodos de baixa demanda
As horas anualizadas são uma solução alternativa às demissões, que normalmente são conseqüências de variações bruscas do mercado, seja por flutuações sazonais da demanda ou resultantes de planos econômicos.
- Mantêm o salário do funcionário
Mesmo trabalhando uma quantidade menor de horas, nos períodos de ociosidade, o funcionário recebe o salário integral pelo qual foi contratado (CURRAN, 1992).
- Redução das penalidades por faltas ou atrasos
Faltas ou atrasos motivados por imprevistos podem ser negociados com a chefia e debitados no sistema de horas anualizadas, para futura compensação (GETTMAN, 1988).
- Maior quantidade de dias consecutivos de descanso
Nos períodos de baixa carga de trabalho os trabalhadores podem desfrutar de vários dias consecutivos de descanso (HUNG, 1997).
- Treinamento e educação
A política de manter constante a força de trabalho, viabilizada pelo sistema de horas anualizadas, possibilita que uma maior ênfase seja dada ao treinamento. A empresa obtém maior produtividade e os empregados têm sua taxa de empregabilidade aumentada e adquirem maiores habilidades (MAZUR, 1995).

Cabe ressaltar que as habilidades e o potencial dos empregados têm uma grande influência no plano de negócios, assim como a falta de pessoal habilitado limita o

desenvolvimento da empresa e impede que oportunidades de novos negócios sejam aproveitadas quando ocorrerem.

Além disso, é possível que cursos externos, outrora impraticáveis, devido à rigidez e homogeneização da jornada de trabalho, sejam freqüentados pelos funcionários, negociando-se a distribuição anual das horas trabalhadas.

- **Maior autonomia**

Freqüentando vários cursos, em conjunção com treinamento no local de trabalho, empregados ganham a necessária habilidade e confiança para influenciar nas suas condições e práticas de trabalho. Além disso, pode-se negociar com a chefia e colegas o rodízio e plantões a serem realizados.

Em empresas que as horas anualizadas fazem parte de um sistema mais amplo de flexibilização da jornada, esta autonomia é mais acentuada, podendo ocorrer alteração de horário de entrada e saída, trabalho em casa, etc.

- **Melhor qualidade de vida**

Maior estabilidade no emprego, manutenção do salário, ênfase no treinamento junto com competência do empregador para informar com antecedência as mudanças nas horas normais formam uma boa receita para melhorar a qualidade de vida do funcionário.

4.5.2.2 DESVANTAGENS

- **Perda da hora extra contratual**

A redução do rendimento adicional proporcionado pelas horas extras é a principal barreira para a aceitação do contrato de trabalho anual (PICKARD, 1991, HUNG, 1997).

- **Mudança da relação entre o gerente de linha e empregado**

Anteriormente o empregado era consultado sobre a possibilidade de vir trabalhar num dia de descanso. PICKARD (1991) diz que neste sistema o funcionário é obrigado a comparecer.

- **Padrões de trabalho inconsistentes**

A jornada de trabalho pode ser inconstante, principalmente quando houver imprevisibilidade da demanda e falta de habilidade organizacional do empregador para programar as tarefas.

- Dificuldade para programar a vida social e os feriados

Os funcionários não terão liberdade para programar os compromissos sociais que desejam comparecer e feriados que desejam gozar, principalmente na época de pico da demanda (PICKARD, 1991).

4.6 COMENTÁRIOS

A maioria da literatura pesquisada não faz menção de ligar horas anualizadas com planejamento da capacidade e planejamento da produção. Somente relatos de aplicações, bem ou mal sucedidas, foram encontrados, com vantagens e desvantagens intrínsecas. Também foram recuperadas algumas definições e regras para limitar extrapolações. Poucos modelos foram localizados.

PICKARD (1991) relata a aplicação do sistema de horas anuais em três empresas. Numa empresa de comunicação, num centro de lazer municipal e numa indústria de laticínios. Destes três casos, a implementação na indústria de laticínios foi um sucesso, com redução de absenteísmo e horas extras e aumento da produtividade. Segundo o autor, é necessário um mínimo de previsibilidade da demanda para gerenciar o sistema de horas anualizadas com êxito.

TERIET (1977) cita dois problemas que devem ser resolvidos antes do modelo ser implementado. O primeiro é com os sindicatos, associações de empregados e governo que deveriam permitir que os indivíduos participassem das decisões referentes ao tempo de trabalho, considerando a particularidade de cada organização. A segunda questão envolve leis e regras de trabalho tradicional, como a seguridade social. Elas deveriam sofrer alguns ajustes, porque estão usualmente ligados a períodos de referência curtos, como as horas semanais.

A influência das novas práticas de tempo de trabalho, como horas diárias flexíveis, semana de trabalho comprimida, horas anualizadas, trabalho parcial e trabalho compartilhado sobre a organização do trabalho, saúde e segurança dos funcionários foi objeto de estudo de KOGI (1991). Ele acrescenta que esses aspectos devem ser considerados no processo de escolha das técnicas de arranjo de trabalho flexível a serem adotadas pela empresa.

A viabilidade de transformar trabalhadores sazonais em trabalhadores efetivos, utilizando o conceito das horas anualizadas, foi estudada por SCHMIDT & NELSON (1996). Para tanto fizeram uma análise comparativa da capacidade requerida frente ao modelo tradicional de horas trabalhadas e ao modelo de horas anualizadas.

ROBINSON (1998) cita que horas anualizadas é um excelente modo de acrescentar flexibilidade à operação da manufatura. Ele afirma que se torna uma ferramenta poderosa quando usada em conjunção com planejamento de vendas, planejamento da operação e planejamento de curto prazo oferecido pelo CRP.

HUNG (1997) é o primeiro autor a citar que o planejamento agregado deveria explorar a idéia das horas anualizadas. Neste artigo ela não aborda o assunto com profundidade, nem cria um método para possibilitar que isso seja feito. Somente comenta as vantagens, seqüência genérica para o processo de implementação e cita alguns casos reais e problemas encontrados.

Num segundo artigo, HUNG (1999) propõe um algoritmo de programação dos trabalhadores sob a ótica das horas anualizadas. É um algoritmo simples mas de grande valor prático. Os dados de entrada são: dias úteis de cada semana, trabalhadores requeridos por semana, duração dos turnos e número de horas anuais de cada trabalhador. A partir desses dados calcula o tamanho da força de trabalho e define quantidade de trabalhadores necessária por dia.

4.7 CONCLUSÃO

Um sistema sob os quais as pessoas são contratadas para trabalhar um número de horas por ano, ao invés de horas por semana, está mais pronto para lidar com ambientes imprevisíveis. Um dos pontos fortes das horas anualizadas é a habilidade para fazer com que os funcionários trabalhem mais e longos turnos em época de muito serviço e pouco em pequenos turnos em época de baixa (PICKARD, 1991).

Companhias devem agora começar a formar suas próprias práticas de trabalho flexível. Grande parte do sucesso da companhia é devido a uma força de trabalho competente, multidisciplinar e flexível para atender as mudanças requeridas pela demanda, tanto em volume como em diversificação.

A aplicação desta técnica não tem sido extensiva ainda, mas seu potencial não deve ser subestimado. As aplicações atuais demonstram que o conceito pode ser posto em prática. É difícil prever o desenvolvimento e todo o potencial das horas anualizadas.

5. INTEGRAÇÃO ENTRE PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE E HORAS ANUALIZADAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS E OBJETIVOS DA PESQUISA

Em consequência da pesquisa bibliográfica apresentar poucos trabalhos referentes à utilização das horas anualizadas como técnica de planejamento da capacidade, decidiu-se proceder uma pesquisa de campo, de caráter exploratório, em algumas empresas que estão praticando este conceito.

A opção por pesquisa de campo de caráter exploratório não é nova em trabalhos acadêmicos no Brasil. Ela foi feita anteriormente por FLEURY (1978), RESENDE (1989), SACOMANO (1991) e PIRES (1994), em trabalhos com enfoque diferentes deste.

Os objetivos desta pesquisa foram:

- estabelecer o processo decisório para utilização das Horas Anualizadas;
- identificar as dificuldades ocorridas para a implementação e operacionalização do sistema;
- identificar se a empresa utiliza as horas anualizadas como técnica do planejamento da capacidade;
- verificar e comparar os termos do Acordo Coletivo sobre as Horas Anualizadas.

5.2 METODOLOGIA DE PESQUISA UTILIZADA

O primeiro passo para a realização da pesquisa consistiu da elaboração de um questionário, sendo suas questões compatíveis com o arcabouço teórico apresentando nos capítulos 2, 3 e 4 e com os objetivos definidos no item 5.1. Uma cópia desse questionário pode ser encontrado no Anexo A deste trabalho.

O levantamento desses dados, tipicamente gerenciais, exigiu que o questionário fosse preenchido pelos responsáveis por Recursos Humanos e Manufatura das empresas. Além disso, os dados deveriam ser obtidos através de visitas e entrevistas e não somente com o preenchimento do questionário por parte dos representantes das empresas, longe da presença do pesquisador.

Contatou-se oito empresas do Estado de São Paulo. O grupo de empresas foi escolhido segundo os critérios abaixo:

- **Complementaridade:** o conjunto de empresas deveria conter empresas de diferentes segmentos industriais, como alimentícia, metal-mecânico, eletro-eletrônica, de consumo, entre outros;
- **Representatividade:** serem empresas representativas e tradicionais nos seus segmentos de atuação;
- **Porte:** serem empresas de médio e grande porte, tornando mais complexa a implantação e controle das horas anualizadas;
- **Sazonalidade da demanda:** estas empresas deveriam apresentar diferentes perfis de sazonalidade;
- **Estratégia de Resposta à Demanda:** utilizarem diferentes estratégias para atender ao mercado comprador;
- **Estratégia de Planejamento da Produção:** adotarem diferentes estratégias para planejar a produção.

Das empresas contatadas, a pesquisa pode ser concretizada em seis delas durante os meses de agosto, setembro e outubro de 1999. Praticamente todos os dados foram colhidos em visitas e entrevistas com os gerentes da área Industrial e de Recursos Humanos.

5.3 DADOS LEVANTADOS

Nos tópicos descritos a seguir são apresentados seis casos reais de implantação de horas anualizadas. Na parte inicial de cada item estão descritos os dados gerais que caracterizam a empresa. Na seqüência são apresentadas informações relativas ao processo de utilização das horas anualizadas.

5.3.1 VOLKSWAGEN MOTORES DO BRASIL LTDA

Endereço:

Rodovia SP-215 Km 148 – São Carlos – SP.

Número de funcionários diretos:

248.

Número de funcionários indiretos:

150.

Faturamento anual:

Não informou.

Produtos:

Motores modelo 1000, 1.6, 1.8 e 2000.

Sazonalidade:

Não existe.

Estratégia de Resposta a Demanda:

Adota de maneira pura a estratégia “Make-to-Stock”.

Estratégia de Planejamento da Produção:

Utiliza a estratégia da produção nivelada. Produz a uma taxa constante 26 mil motores por mês.

Fluxo em linha altamente automatizada. Opera vinte e quatro horas por dia durante seis dias por semana. Os dois primeiros turnos são completos e o terceiro turno é ativado somente para as operações gargalos. O domingo fica disponível para trabalhos de manutenção e problemas de produção inesperados.

Técnicas utilizadas para acomodar a demanda:

Horas anualizadas e horas extras.

Processo de implantação das horas anualizadas:

Ocorreu simultaneamente com o início da operação da fábrica, em 12 de outubro de 1996. O acordo foi similar ao existente nas plantas de Taubaté e Rodovia Anchieta.

No momento da admissão, o funcionário assinava o contrato de trabalho que continha uma cláusula pertinente às horas anualizadas, concordando com os termos de flexibilização da jornada de trabalho.

Dificuldades ocorridas para implantar as horas anualizadas:

Como aproveitou-se o início da operação da fábrica, efetuando-se as admissões sob a égide de um contrato de trabalho com horas anualizadas, oriundo de outras plantas fabris da empresa, eliminou-se as etapas mais trabalhosas do processo. Deste modo pode-se afirmar que não houve dificuldades para implantar as horas anualizadas.

Processo de operacionalização das horas anualizadas no chão-de-fábrica:

É responsabilidade da supervisão industrial de cada área. Os chefes de linha consideram a porcentagem de realização do programa de produção e a disponibilidade de material contra a capacidade disponível e controlam o crédito e/ou débito de horas por funcionário.

Benefícios e desvantagens das horas anualizadas:

Comparativamente com histórico de outras unidades da empresa, os principais benefícios obtidos foram a minimização das horas extras e a diminuição das demissões com posterior contratação, ocasionadas pelas variações de curto prazo da demanda.

Processo de planejamento da capacidade com a utilização das horas anualizadas:

Não considera as horas anualizadas no planejamento da capacidade. Somente utiliza-a para combater as oscilações momentâneas de suprimento ou fornecimento ocorridas na demanda. É um sistema puramente reativo.

5.3.2 ELECTROLUX DO BRASIL S.A.**Endereço:**

Av. José Pereira Lopes, 250 – São Carlos – SP.

Número de funcionários diretos:

828.

Número de funcionários indiretos:

407.

Faturamento anual:

R\$ 450 milhões.

Produtos:

Refrigeradores e máquinas de lavar.

Sazonalidade:

Pico: de agosto a dezembro;

Normal: de janeiro a abril;

Vale: de maio a julho.

Estratégia de Resposta a Demanda:

Adota a estratégia “Make-to-Stock” para os produtos finais com acuracidade de demanda e “Assemble-to-Order” para componentes críticos, de longo “lead time” de suprimento.

Utiliza o conceito de introduzir uma faixa de produtos complementares para corrigir o desequilíbrio entre demanda e capacidade. A manufatura e venda de cada linha de produto são feitas dentro de um período, separado por uma estação bem definida.

Estratégia de Planejamento da Produção:

A estratégia principal é a força de trabalho estável variando as horas trabalhadas.

Técnicas utilizadas para acomodar a demanda:

Horas extras, horas anualizadas e temporário.

Processo de implantação das horas anualizadas:

O gerente geral da planta de São Carlos decidiu utilizar desta técnica em virtude da sazonalidade da demanda, incerteza no fornecimento de matéria-prima e componentes, principalmente os importados, que ocasionava ociosidade e horas extras no decorrer dos períodos.

O processo foi parcialmente racional. Com os dados dos períodos anteriores e limites propostos pelas horas anualizadas mensurou-se o volume de ociosidade e horas extras que poderiam ser evitadas.

O processo adotado foi “*top down*”, baseado em pirâmides de discussão. Formou-se, primeiramente, um grupo de gerentes e supervisores, para disseminar propósitos e conceitos. Posteriormente este grupo transmitiu essas informações para chefes de linha, que repassou para os funcionários. Um trabalho especial foi feito com os funcionários formadores de opinião.

Dificuldades ocorridas para implantar as horas anualizadas:

Excetuando-se a energia e o tempo gasto para desenvolver e implementar o sistema de horas anualizadas, com a realização de diversas reuniões para conceituar o problema, dimensionar os parâmetros e conscientizar todos os funcionários, praticamente não ocorreram problemas significativos. Corroboraram para este resultado a existência de uma chefia bem qualificada e a garantia de emprego que o método indiretamente propõe.

Como o arranjo físico das áreas de montagem utiliza o conceito de linha de produção é totalmente improdutivo ativar parte do setor. Neste caso toda a linha deve ficar ativada ou desativada por completo. Isto ocasiona dificuldade para o supervisor controlar, ao mesmo tempo, plano de produção, saldo de horas global do setor e saldo de horas funcionário por funcionário.

Processo de operacionalização das horas anualizadas no chão-de-fábrica:

O Departamento de Logística gera mensalmente um plano de produção a ser realizado. Quando o nível de estoque está alto elimina até três dias do total de dias úteis do mês. Quando o nível de estoque está abaixo do projetado, aumenta a capacidade, acrescentando até três dias no total de dias úteis do mês.

Os supervisores de linha são responsáveis por controlar o débito e crédito de horas dos funcionários de sua seção. As consultas a respeito do saldo de horas por funcionário podem ser realizadas “on-line”. O Departamento de Recursos Humanos emite mensalmente relatórios sintéticos e analíticos para toda a empresa.

Benefícios e desvantagens das horas anualizadas:

Pode-se ressaltar a redução das horas extras, a minimização dos estoques e a ênfase no treinamento, principalmente para os turnos noturnos. Como existe conflito de horários nos períodos de horas credoras aproveita-se esse tempo para ministrar cursos aos funcionários operacionais.

Como desvantagens pode-se citar a existência de uma jornada de trabalho inconsistente, principalmente quando é necessário pagar as horas descansadas, devido à incerteza do suprimento de material. Diversas vezes os funcionários foram convocados para trabalharem no sábado e não havia material suficiente.

Processo de planejamento da capacidade com a utilização das horas anualizadas:

Utiliza as horas anualizadas no planejamento da capacidade. Como apresenta pouca diversificação de produtos, sazonalidade pouco pronunciada, produção passível de estoque e mão-de-obra enxuta, as horas armazenadas no período de baixa são insuficientes. Nos meses de pico é necessário realizar horas extras e contratar funcionários temporários. Deste modo, não se preocupa em estudar o débito e crédito das horas do sistema AH.

5.3.3 VALTRA DO BRASIL S.A.

Endereço:

Rua Capitão Francisco de Almeida, 695 – Mogi das Cruzes – SP.

Número de funcionários diretos:

518.

Número de funcionários indiretos:

280.

Faturamento anual:

R\$ 250 milhões.

Produtos:

Tratores de diversas potências (CV), versões e modelos.

Sazonalidade:

Pico: abril a outubro;

Vale: novembro a março.

Estratégia de Resposta à Demanda:

A grande quantidade de estruturas e módulos permite produzir uma vasta gama de produtos finais, oferecendo aos clientes modelos compatíveis as suas necessidades de aplicação. Logo a estratégia utilizada é “Assemble-to-Order”.

Além disso, administra parcialmente a demanda praticando promoções, reservas e consórcios de tratores.

Estratégia de Planejamento da Produção:

Nivelção da produção para as áreas de fabricação de conjuntos e componentes e força de trabalho estável variando as horas trabalhadas para as linhas de montagem.

Técnicas utilizadas para acomodar a demanda:

Nos meses de picos utiliza horas anualizadas credoras, horas extras e contratação de temporário por seis meses. Nos meses de baixa demanda utiliza horas anualizadas devedoras, férias, programas de manutenção e preparação da fábrica para produzir novos tratores.

Processo de implantação das horas anualizadas:

A Diretoria Industrial e Gerência de Recursos Humanos em virtude dos altos custos de horas extras, produção sazonal e possibilidade que a legislação permitia resolveu implementar o conceito de horas anualizadas.

Foi um processo parcialmente racional, com levantamento de dados a respeito de horas extras e alteração da capacidade de produção, principalmente nas linhas de montagem.

Dificuldades ocorridas para implantar as horas anualizadas:

No setor de montagem, onde historicamente ocorria o maior percentual de utilização de horas extras, com os trabalhadores incorporando esse ganho no salário, foi trabalhoso implantar horas anualizadas. Exigiu muita conscientização e monitoramento constante do sistema.

No início foi difícil tirar a chefia operacional da inércia, fazendo-os praticar horas devedoras nos períodos de baixa demanda. Geralmente os chefes de produção acreditam que a mão-de-obra existente é insuficiente para cumprir o programa de produção. Num segundo momento, na época de alta, houve relutância em fazer com que os funcionários pagassem essas horas, principalmente nos sábados, sem receber horas extras.

Processo de operacionalização das horas anualizadas no chão-de-fábrica:

Cabe a Gerência Industrial a responsabilidade de planejar os dias de crédito e débito ao longo do tempo. Nos meses de baixa desconta de um a quatro dias, que são acrescentados nos meses de alta.

O departamento de Recursos Humanos emite relatórios mensais do saldo de horas existente por funcionário e um relatório denominado Indicador de Performance Global de Horas, onde as movimentações ocorridas e respectivas tendências são mostradas mês a mês.

Benefícios e desvantagens das horas anualizadas:

Os principais benefícios foram: redução das horas extras, diminuição da ociosidade, minimização do absenteísmo que ficou restrito aos problemas de saúde e maior estabilidade do nível de emprego.

Como desvantagem a empresa citou uma maior complexidade da atividade gerencial e dificuldade no controle da mão-de-obra, principalmente da montagem, que passou a ter jornadas de trabalho heterogêneas.

Processo de planejamento da capacidade com a utilização das horas anualizadas:

Geralmente a reserva de capacidade criada pelas horas anualizadas não é suficiente para suprir o incremento de demanda nos períodos de pico. Além das horas anualizadas utilizam horas extras e contratação de temporários. Deste modo não se preocupam com a formação de um excesso de saldo no banco de horas.

5.3.4 CITROSUCO PAULISTA S.A.

Endereço:

Rua João Pessoa, 305 – Matão – SP.

Número de funcionários diretos:

450.

Número de funcionários indiretos:

210.

Faturamento anual:

R\$ 400 milhões.

Produtos:

Suco de laranja, componentes de ração animal, essências aromáticas, solventes orgânicos, óleos e álcool.

Sazonalidade:

Pico: de julho a janeiro;

Vale: de fevereiro a junho.

Estratégia de Resposta à Demanda:

A demanda do cliente final apresenta pequenas variações, porém a oferta da matéria-prima (laranja “*in natura*”) restringe-se a sete meses do ano. Atende aos pedidos a partir de suco concentrado existente nos tambores e tanques da fábrica, caminhões tanques em trânsito, tanques no terminal marítimo de Santos e navios em trânsito.

Estratégia de Planejamento da Produção:

Estratégia de acompanhamento da produção governada pela oferta de matéria-prima. Na época da safra contrata trabalhadores temporários não especializados.

Técnicas utilizadas para acomodar a demanda antes das horas anualizadas:

Nos meses de pico o grande volume de horas extras e a preponderância de trabalho não qualificado facilitam a utilização de trabalho temporário. Nos meses de baixa demanda desloca os funcionários produtivos para as atividades de manutenção, intensifica as férias e reduz o número de turnos.

Processo de implantação das horas anualizadas:

A Gerência de Recursos Humanos decidiu utilizar desta ferramenta devido ao uso excessivo de horas extras, que constantemente extrapolava os limites legais, tornando a empresa objeto de denúncia e sofrendo autos de infração. Além desses fatores legais existem fatores operacionais como o alto custo das horas extras e aumento dos acidentes de trabalho.

Foi um processo parcialmente racional, com levantamento de dados macros sobre diminuição de horas extras no período de pico. Foi um processo “top down”, conscientizando primeiro a gerência, chefia, supervisão para posteriormente realizar palestras junto aos funcionários.

Dificuldades ocorridas para implantar as horas anualizadas:

O Sindicato dos Trabalhadores não apoiou o projeto em função de sentir uma grande insatisfação dos funcionários com essa nova forma de jornada de trabalho.

Deste modo a empresa não conseguiu implantar o sistema nas bases desejadas, bem mais agressiva do que a atual. Teve que fazer várias concessões e acabou implantando-o na forma da lei. Segundo os dirigentes isso resolve parcialmente o problema, mas trata-se de um primeiro passo do processo.

Processo de operacionalização das horas anualizadas no chão-de-fábrica:

A Gerência Industrial é responsável por realizar o planejamento das horas anualizadas, informando a chefia de chão-de-fábrica, que deve seguir os planos. O departamento de Recursos Humanos é responsável por emitir relatórios mensais sintéticos mostrando as movimentações de horas ocorridas e o saldo atual. Para consultas individuais existe um sistema de cartão de ponto descentralizado, com algumas estações instaladas em cada seção.

Benefícios e desvantagens das horas anualizadas:

Em função do pouco prazo decorrido após a implantação não existia uma medição concreta. Acreditam os dirigentes em redução das horas extras, diminuição da folha de pagamento e redução da ociosidade decorrente da falta da fruta “*in natura*”.

Processo de planejamento da capacidade com a utilização das horas anualizadas:

Não estudaram uma maneira de incorporar as horas anualizadas dentro do processo de planejamento da capacidade. Quando foi realizada a visita havia decorrido somente três meses na vigência do sistema. Era um período de baixa demanda, e os funcionários estavam movimentando a conta somente com horas devedoras. Isto era feito seção por seção, de maneira reativa e isolada.

5.3.5 FABER CASTELL S.A.

Endereço:

Rua 1º de Maio, 61 – São Carlos – SP.

Número de funcionários diretos:

2172.

Número de funcionários indiretos:

786.

Faturamento anual:

R\$ 200 milhões.

Produtos:

Lápis, lapiseiras, canetas esferográficas, canetas hidrográficas, borrachas, apontadores e tintas para desenhos escolares e artísticos.

Sazonalidade:

Pico: de agosto a dezembro;

Vale: de janeiro a julho.

Estratégia de Resposta à Demanda:

Adota-se a estratégia “Make-to-Stock” para os produtos padrões e com maior acuracidade de previsão de vendas e “Make-to-Order” para produtos específicos, de baixa produção e pouca acuracidade de previsão de vendas. Toda a administração é centrada nos produtos “Make-to-Stock”, sendo suas quantidades majoradas ou minoradas, em função do desempenho global das vendas de todos os produtos. Possui altos níveis de matérias-primas e produtos acabados para responder ao perfil sazonal da demanda.

Estratégia de Planejamento da Produção:

A principal estratégia de planejamento da produção adotada é a nivelção da produção. Caso ocorram picos de demanda acima do planejado utiliza a estratégia da força de trabalho estável variando as horas trabalhadas através de banco de horas, horas extras e ativação do terceiro turno.

Técnicas utilizadas para acomodar a demanda

Utilizava-se principalmente das horas extras para proporcionar um aumento de capacidade num curto espaço de tempo. Caso a demanda real fosse relativamente maior do que a prevista efetuava-se a admissão de pessoal por tempo determinado (3 meses) e um terceiro turno era ativado. Atualmente, utiliza as Horas Anualizadas como técnica para acomodar variações de demanda.

Processo de implantação das horas anualizadas:

A Gerência de Recursos Humanos, conhecendo internamente a sazonalidade da demanda, o alto custo das horas extras e dos estoques e externamente a permissão da Legislação para a adoção do banco de horas e a introdução desse sistema por outras empresas, colocou esse item na pauta de negociação do acordo coletivo, aprovando-o em novembro de 1998.

O processo decisório foi racional. Estudou-se a formação do estoque ao longo do ano considerando duas alternativas: usando banco de horas e não utilizando banco de horas. O resultado mostrou menor necessidade de capital de giro, menor área de armazenagem necessária e economia com aluguel de depósitos.

Dificuldades ocorridas para implantar as horas anualizadas:

A empresa não teve dificuldades para aprovar as horas anualizadas. Em função de possuir excelentes práticas trabalhistas a empresa tem relações harmoniosas com o sindicato dos trabalhadores e com os funcionários. Além disso, já praticava horário flexível para os funcionários administrativos.

Algumas dificuldades foram geradas pela chefia, com receio e desconfiança do bom funcionamento do sistema, principalmente caso ocorresse um incremento de demanda eventual. Este fator diluiu-se rapidamente, porque os funcionários aceitaram e adaptaram-se bem a essa nova forma de jornada. Além disso, a estratégia MTS minimiza a variação das horas anualizadas.

Processo de operacionalização das horas anualizadas no chão-de-fábrica:

O Planejamento Central projeta uma necessidade mensal de mão-de-obra produtiva, informando a Gerência das Divisões e chefia da produção. Baseados nestes dados e no Plano Mestre de Produção ativam ou desativam os funcionários nos múltiplos centros produtivos. O software desenvolvido emite relatórios mensais por divisão, centro produtivo e funcionários. As consultas podem ser realizadas diariamente nos computadores distribuídos pelas seções.

Benefícios e desvantagens das horas anualizadas:

Os benefícios principais foram redução dos custos com horas extras, diminuição do estoque de produtos acabados e semi-acabados, melhor alinhamento dos estoques em relação à demanda, redução das despesas com aluguel de depósitos, minimização do trabalho temporário e catalisador de mudanças na organização, principalmente no chão-de-fábrica.

A empresa não observou nenhuma desvantagem dessa técnica. Argumentou que as variações da jornada não são bruscas e a alteração no software de folha de pagamento foi muito rápida, porque praticava o conceito de horário flexível. Como a empresa possui um grande número de funcionários, alocados em diversos centros produtivos, existe uma certa dificuldade de uniformização da política de horas anualizadas, quanto a formação e compensação do banco de horas.

Processo de planejamento da capacidade com a utilização das horas anualizadas:

A empresa elabora um plano de vendas anual e submete-o à revisões trimestrais para ajustá-lo à nova realidade. Para realizar a tarefa de planejamento da capacidade produtiva utiliza-se desses dados, dimensionando a carga projetada e capacidade requerida.

As horas anualizadas são utilizadas no segundo semestre (meses de pico). Neste período o planejamento central aloca de dois a quatro no total de dias úteis. Esses dias são descontados dos dias úteis pertencentes aos meses do primeiro semestre do próximo ano.

5.3.6 BALDAN IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS S.A.**Endereço:**

Av. Baldan, 1500 – Matão – SP.

Número de funcionários diretos:

420.

Número de funcionários indiretos:

180.

Faturamento anual:

R\$ 58 milhões.



Produtos:

Implementos agrícolas de preparação de solo (subsoladores, grades, arados, plainas, pás, entre outros) e de plantio (plantadeiras, semeadeiras, adubadores e cultivadores).

Sazonalidade:

Pico: de agosto a outubro e fevereiro e março;

Normal: de abril a julho;

Vale: novembro a janeiro.

Estratégia de Resposta a Demanda:

Utiliza as estratégias “Assemble-to-Order” para produtos modulares, com muitos componentes comuns e “*lead times*” longos e “Make-to-Order” para produtos específicos, com baixo volume de vendas.

Estratégia de Planejamento da Produção:

Força de trabalho estável variando as horas trabalhadas. Nos meses de pico aplicam as técnicas de banco de horas e aumento da terceirização dos componentes fabricados para atender a demanda solicitada.

Técnicas utilizadas para acomodar a demanda:

Horas anualizadas, terceirização e subcontratação. Quando o pico for muito pronunciado, havendo necessidade de ultrapassar os limites do banco de horas, utiliza-se de horas extras.

Processo de implantação das horas anualizadas:

Uma consultoria de Recursos Humanos estava prestando serviços na empresa na área de cargos e salários, propondo a adoção do sistema de horas anualizadas. A Diretoria Industrial, sabedora dos aspectos danosos da grande sazonalidade e excesso de horas extras sobre a produtividade da empresa absorveu a idéia, requerendo que Recursos Humanos elaborasse um projeto, juntamente com a consultoria para implantar o sistema. Foi um processo de tomada de decisão emocional.

Tendo como base acordos coletivos realizados por outras empresas, elaborou-se um anteprojeto, discutindo-se com Sindicato dos Trabalhadores e comissão de fábrica dos funcionários alguns pontos críticos, principalmente os salvaguardas.

Posteriormente montou-se uma equipe de gerentes e supervisores responsável por divulgar e conscientizar os funcionários a respeito da importância das horas anualizadas para a empresa, as regras envolvidas e outros pontos.

Dificuldades ocorridas para implantar as horas anualizadas:

Num primeiro momento foi difícil conscientizar os supervisores de fábrica da eficiência operacional deste método. Depois o trabalhoso processo de treiná-los e fazê-los praticar o conceito no dia-a-dia, principalmente para debitar as horas dos funcionários, formando uma reserva de horas para os períodos futuros. Posteriormente, houve resistências por parte de algumas seções e/ou funcionários para compensarem as horas que descansaram nos meses de baixa demanda.

Processo de operacionalização das horas anualizadas no chão-de-fábrica:

Planejamento Industrial informa o saldo de horas planejado por funcionário e centro produtivo mês a mês. Áreas produtivas devem respeitar os planos e tornar homogêneo o saldo de horas dos funcionários. Quinzenalmente são emitidos relatórios sobre o banco de horas. Existem relatórios analíticos, mostrando a movimentação de horas de funcionário por funcionário e relatórios sintéticos, demonstrando a situação dos centros produtivos e unidades de negócio.

Benefícios e desvantagens das horas anualizadas:

Os principais benefícios foram: redução das horas extras, diminuição do absenteísmo e criação de uma reserva de capacidade produtiva para atender pedidos no futuro.

A desvantagem deste sistema é que uma nova modalidade de controle foi incorporada as atividades do Planejamento Industrial, ou seja, além da realização do plano de produção, acompanhamento do nível de estoque deveria ser monitorado o desempenho do plano das horas anualizadas.

Processo de planejamento da capacidade com a utilização das horas anualizadas:

Utiliza o método de planejamento da capacidade bruta, utilizando a técnica Lista de Recursos Modificada pela incorporação das regras de horas anualizadas. Para tanto foi desenvolvido um algoritmo de programação linear que considera o perfil de demanda versus capacidade segundo algumas restrições legais.

5.4 ACORDOS COLETIVOS

Sob uma visão sistêmica, os acordos coletivos realizados devem estar sintonizados com a missão e objetivos da empresa, e dentro da ótica deste trabalho, com a Estratégia de Resposta a Demanda e Estratégia de Planejamento da Produção. Algumas vezes as empresas fazem o acordo em bases inferiores à desejável porque qualquer mudança na distribuição de jornada só pode ocorrer com a expressa concordância dos trabalhadores e/ou sindicato.

Deste modo, os acordos são particulares e refletem a necessidade de cada empresa. Apesar disso, muitos fatores são abordados de modo idêntico por todas as empresas. A tabela 5.1 apresenta os principais itens de um acordo de horas anualizadas. Na sequência são feitos alguns comentários, analisando comparativamente entre as empresas o tópico em questão.

Tabela 5.1 – Casos reais de horas anualizadas

Dados	Volkswagen Motores	Electrolux	Valtra	Citrosuco	Faber Castell	Baldan
Jornada trabalho padrão (h)	44	44	44	44	44	44
Horas diárias máxima (h)	Não definido	10	10	10	10	11
Horas diárias mínima	Não definido	Não definido	Não definido	Não definido	Não definido	Não definido
Horas semanais máxima	54	60	60	60	60	55
Horas semanais mínima	Não definido	Não definido	Não definido	Não definido	Não definido	Não definido
Saldo devedor máximo (h)	36	Não definido	160	Não definido	Não definido	180
Saldo credor máximo (h)	Não definido	Não definido	160 horas	Não definido	40	Não definido
Dias de compensação	Todos os dias	Dias úteis e sábados não consecutivos	Dias úteis e sábados			
Antecedência de comunicação	Não definido	Dias úteis: 8 horas; Sábados: 5 dias	24 horas	24 horas	24 horas	24 horas
Período de compensação do balanço	1 ano, com transporte das horas	2 anos, zerando o sistema	1 ano, zerando o sistema	1 ano, zerando o sistema	1 ano, zerando o sistema	1 ano, zerando o sistema
Relação horas devedoras/credoras	1:1	2:1	1:1	1:1	1:1	1:1

Analisando comparativamente os vários aspectos considerados na elaboração do acordo pode-se afirmar que:

(a) Jornada de trabalho padrão

Todas as empresas apresentam jornada de trabalho padrão de 44 horas semanais.

(b) Horas diárias máximas

A maioria das empresas adota o indicado pela legislação, ou seja, 10 horas diárias. A Baldan, em virtude da sazonalidade bastante pronunciada e da estratégia de resposta a demanda adotou 11 horas. A Volkswagen foi mais agressiva, não definindo a jornada diária máxima.

(c) Horas diárias mínimas

Nenhuma das empresas abordou este parâmetro no acordo.

(d) Horas semanais máximas

Existem diferenças quanto as horas semanais máximas, apesar de elas estarem muito próximas. A Volkswagen apresenta o menor número, 54 horas, porque o próprio seqüenciamento dos turnos inviabiliza um número maior. A Baldan apresenta um máximo de 55 horas semanais sem restringir os sábados. Electrolux, Valtra, Faber Castell e CitroSUco apresentam 60 horas semanais, porém só podem obter tal número na semana em que é permitido trabalhar o sábado, já que o acordo prevê sábados intercalados.

(e) Horas semanais mínimas

Nenhuma das empresas abordou este parâmetro no acordo.

(f) Saldo devedor máximo

É uma forma de impedir situações extremadas. Electrolux, Faber Castell e CitroSUco não abordaram esses aspectos nos seus acordos. A Baldan adotou 180 horas e a Valtra adotou 160 horas. Acima desse limite as horas descansadas não são incorporadas ao banco de horas.

A Volkswagen adotou 36 horas. Segundo a empresa, limites superiores a esses força a empresa a tomar medidas mais drásticas, como redução de quadro.

(g) Saldo credor máximo

É uma outra forma de impedir situações extremadas. Volkswagen, Electrolux, Valtra, CitroSUco e Baldan não abordaram esses aspectos nos seus acordos. Apenas a Faber Castell determinou 40 horas. Acima desse patamar as horas trabalhadas serão indenizadas como horas extraordinárias, não fazendo parte do banco de horas.

(h) Dias de compensação

As empresas que adotaram o banco de horas seguindo completamente a medida provisória compensam as horas nos dias úteis e em sábados intercalados, como Electrolux, Valtra e Faber Castell. Empresas que necessitam uma maior flexibilização da jornada, como Baldan e CitroSUco, compensam as horas nos dias úteis e sábados. Outras, como a Volkswagen, fizeram um acordo mais agressivo, permitindo que a compensação ocorresse todos os dias da semana.

(i) Antecedência quanto ao aviso da jornada a ser trabalhada

A Volkswagen não definiu no acordo este item. Reserva-se o direito de convocar o funcionário na data mais tarde possível. Isso comprova que as horas anualizadas são utilizadas como técnica reativa para acomodação da demanda e correção de problemas operacionais.

A Electrolux compromete-se a avisar o funcionário sobre a jornada de trabalho com uma antecedência de oito horas para dias úteis e cinco dias para os sábados. Valtra, CitroSUco, Faber Castell e Baldan comprometeram-se em avisar o funcionário com um dia de antecedência.

Entretanto, essas regras somente são seguidas quando existe um programa formal de utilização das horas anualizadas. Caso contrário, a antecedência restringe-se a uma ou duas horas.

(j) Critérios de compensação

Na maior parte das negociações cada hora trabalhada é equivalente a uma hora livre, como nos casos da Volkswagen, Faber Castell, Valtra, Citroscuco e Baldan. Essa relação foi tratada de forma diferenciada pela Electrolux. Cada duas horas trabalhadas são ressarcidas como uma hora extra e a outra hora livre.

(k) Período para zerar a compensação

Apesar do limite legal ser de um ano, uma parte das negociações garante o balanço das horas em prazo diferentes deste. Nas empresas pesquisadas a Valtra, Faber Castell, Citroscuco e Baldan zeram o sistema em um ano.

Acordos melhores fizeram Electrolux e Volkswagen. A Electrolux faz o balanço das horas de dois em dois anos. Já a Volkswagen conseguiu negociar um banco de horas rolante, com as horas credoras ou devedoras, dentro de certos limites, podendo ser transportada para o próximo período.

(l) Estabilidade de emprego

Nenhuma das empresas pesquisadas ofereceu estabilidade de emprego para introduzir o banco de horas nos acordos coletivos. Porém, existem empresas que fazem essa concessão para conseguir aprovação da proposta.

(m) Garantias em caso de rescisão contratual:

Todas as empresas garantem que caso haja rescisão contratual, as horas devidas pela empresa serão pagas como horas extras, eximindo, entretanto, o trabalhador de desconto, no caso de estar em débito de horas.

5.5 CONCLUSÃO

O empresariado notou a importância da flexibilidade como fator crítico de sucesso nos dias atuais, e tem proposto a adequação da jornada de trabalho ao fluxo de produção, de forma a possibilitar sua extensão em períodos de pico e redução em períodos de refluxo.

O mecanismo banco de horas tem sido objeto de negociação coletiva desde meados da década de 1990 e passou a ter regulamentação legal, conforme medida provisória 1709. Somente a partir de 1996 é que as empresas passaram a investir nesta nova forma de jornada de trabalho.

Excetuando-se a Volkswagen, cujo processo foi atípico, em virtude de introduzir o conceito de horas anualizadas junto com a instalação da fábrica, ter uma experiência anterior em outras plantas e adotar de maneira pura a estratégia da produção nivelada, todas as demais empresas pesquisadas tiveram um processo muito parecido.

De modo geral conclui-se que:

- as empresas introduziram as horas anualizadas observando estritamente as restrições impostas pela lei. Não forçaram o acordo no sentido de trazer uma maior flexibilidade para a jornada de trabalho;
- não foram agressivas, adotando limites máximos de pequena amplitude frente a jornada de trabalho padrão;
- primeiro preocuparam-se em aprovar o acordo para toda a companhia; deixando para uma segunda etapa o planejamento, otimização e operacionalização do sistema nos múltiplos centros produtivos existentes.

As empresas acreditam que os acordos possuem muitas imperfeições. Aprenderam com a implantação efetuada e continuam apreendendo com o processo de utilização das horas anualizadas. Nos acordos vindouros pretendem estar revisando conceitos, modificando concessões e limites e alterando ou implementando novas técnicas de planejamento das horas anualizadas, objetivando alinhar este sistema com a estratégia de negócios da empresa.

No próximo capítulo é apresentado o modelo proposto. Ele difere das implantações pesquisadas no seguinte sentido:

- integra formalmente as Horas Anualizadas no planejamento da capacidade, elegendo-o como o primeiro método a ser utilizado para combater a sazonalidade estrutural da demanda e adequar carga e capacidade de produção;
- forma famílias de produtos, determina centros produtivos chaves e utiliza o conceito de Planejamento da Capacidade Bruta (RCCP), através da técnica de Lista de Recursos (BOR) para inserir as horas anualizadas no planejamento da capacidade.
- acompanha a formação e consumo das horas credoras e devedoras no decorrer do tempo, determinando os limites, decorrentes não só do acordo com sindicato mas, principalmente, do perfil e amplitude da carga para os próximos períodos do horizonte de planejamento.

6. MODELO PROPOSTO PARA O USO DAS HORAS ANUALIZADAS

6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O fluxograma ilustrado na figura 6.1, mesmo estando sintetizado, demonstra como é complexo o sistema de **planejamento da capacidade** numa empresa de manufatura. Múltiplas interfaces funcionais e hierárquicas, diversos objetivos conflitantes, processos de fabricação distintos, agravados por uma demanda incerta e instável corroboram para este fato.

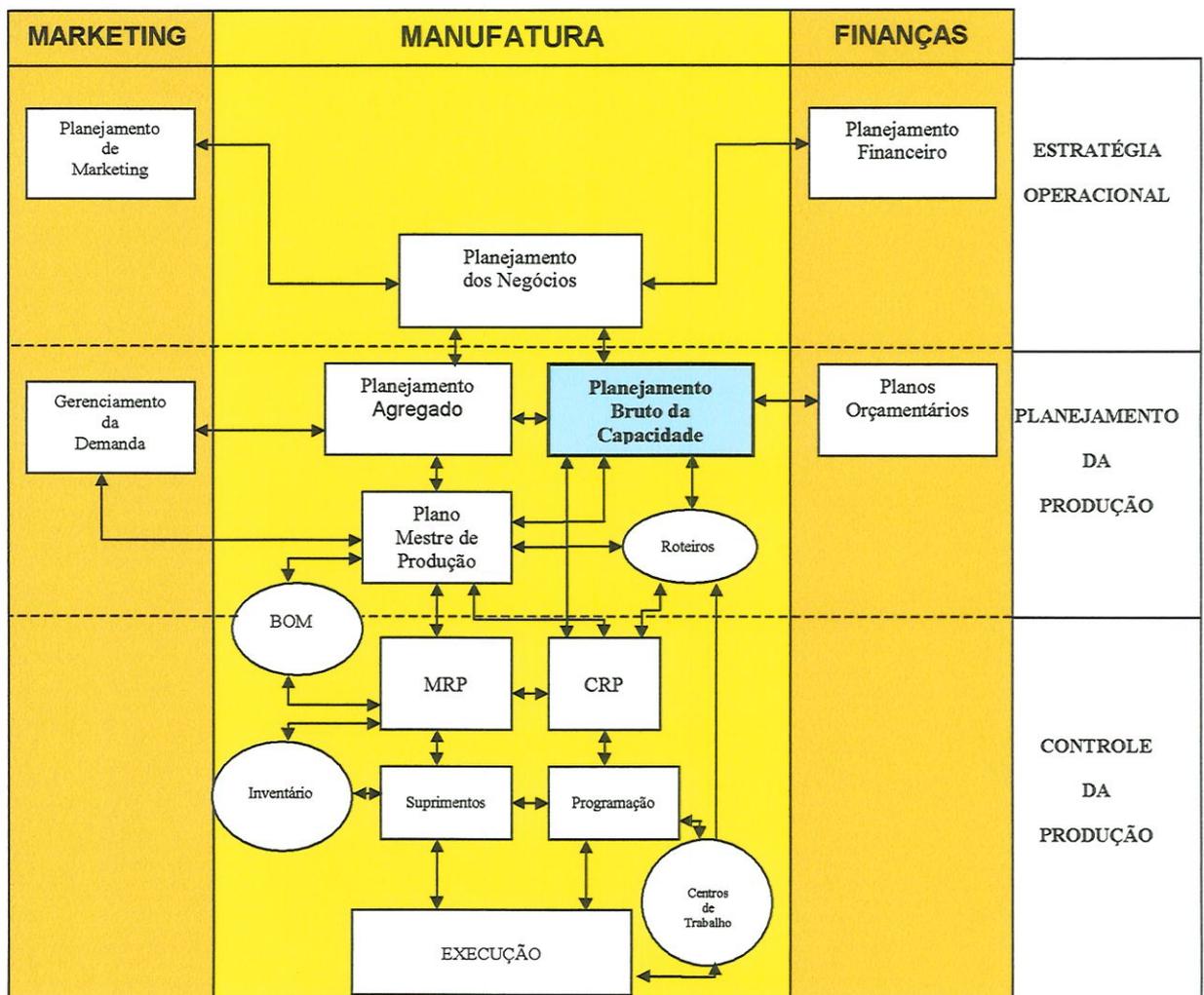


Figura 6.1 - Inter-relacionamento do Planejamento da Capacidade

Interfaces funcionais com outros departamentos, como Marketing e Finanças. Com Marketing, o relacionamento ocorre principalmente através do gerenciamento da demanda, onde volume de produção, mix de produtos, estratégia de resposta à demanda, estratégia de planejamento da produção devem ser definidos. Com Finanças, a interação acontece através da elaboração dos Planos Orçamentários para Faturamento, Materiais e Despesas Fixas.

Quanto à interface hierárquica, tanto o Planejamento Agregado como o Planejamento da Capacidade são os elementos responsáveis por fazer com que a estratégia de negócios desenvolvida pela alta administração seja efetivamente implantada na operação.

A atividade de planejamento da capacidade é agravada pela busca de vários objetivos conflitantes entre si. Ponderá-los, adequá-los e compatibilizá-los com a estratégia da empresa, de maneira dinâmica, é fator crítico de sucesso da companhia. Objetivos como redução de custos, entregas rápidas, baixo inventário, entre outros, devem ser equalizados e evidenciados para toda a organização.

A grande maioria das indústrias é multi-produtos, multi-processos e multi-estágios de fabricação. Esses fatos acrescentam outras variáveis ao problema, aumentando sua complexidade. Por exemplo, grandes diferenças tecnológicas de processo, como fundição e montagem, devem ser consideradas na elaboração de planejamento da capacidade.

A busca da compatibilidade entre a demanda de produtos e a capacidade industrial é um problema histórico do gerenciamento da produção. Nos dias atuais sua relevância tem intensificado-se, a medida que a mudança nos padrões de demanda impele as empresas no sentido de procurarem flexibilidade fabril para equilibrarem essa relação.

Deste modo, é altamente desejável ter flexibilidade na capacidade de produção, não somente em termos tecnológicos (“*capability*”) mas também em volume (“*capacity*”). Uma das ferramentas que proporciona flexibilidade de capacidade, através de rearranjos das jornadas de trabalho, são as horas anualizadas.

Neste trabalho é apresentado um modelo de Planejamento da Capacidade com horas anualizadas que contribui para nivelar a demanda e a capacidade produtiva (mão-de-obra) durante um determinado horizonte de planejamento.

6.2 MODELO PROPOSTO

As firmas de manufatura, geralmente envolvidas com centenas de itens finais, desenvolvem seus planos de produção anual e distribui-os através da planta utilizando o conceito de produto agregado. Posteriormente, a ligação do planejamento da produção com a programação operacional de curto prazo é feita através do planejamento da produção hierárquico.

Ele começa com o Departamento Comercial estimando o potencial de mercado e projetando a demanda futura (LING, 1994). Dados agregados de demanda são processados pela Manufatura para determinar a carga de trabalho necessária para atendê-la.

As decisões de planejamento da capacidade consideram a carga resultante das previsões da demanda do produto, os níveis de capacidade existentes, o custo da mudança de capacidade, o impacto das mudanças de capacidade na performance do sistema de manufatura e a estratégia de manufatura da firma (BRETTHAUER & CÔTÉ, 1996).

Dados agregados de recursos (mão-de-obra) e calendário industrial são trabalhados para gerar a capacidade da força de trabalho. No próximo passo compara-se os dados de carga e capacidade no decorrer do tempo. Sob o referencial do trabalhador, para que haja sintonia com os termos usados nos acordos coletivos, se a ociosidade prevalecer, um débito de horas será feito no banco para uso futuro. Caso ocorra sobrecarga será efetuado um crédito das horas referentes a essa diferença. A figura 6.2 ilustra o processo de utilização do sistema de horas anualizadas descrito acima.

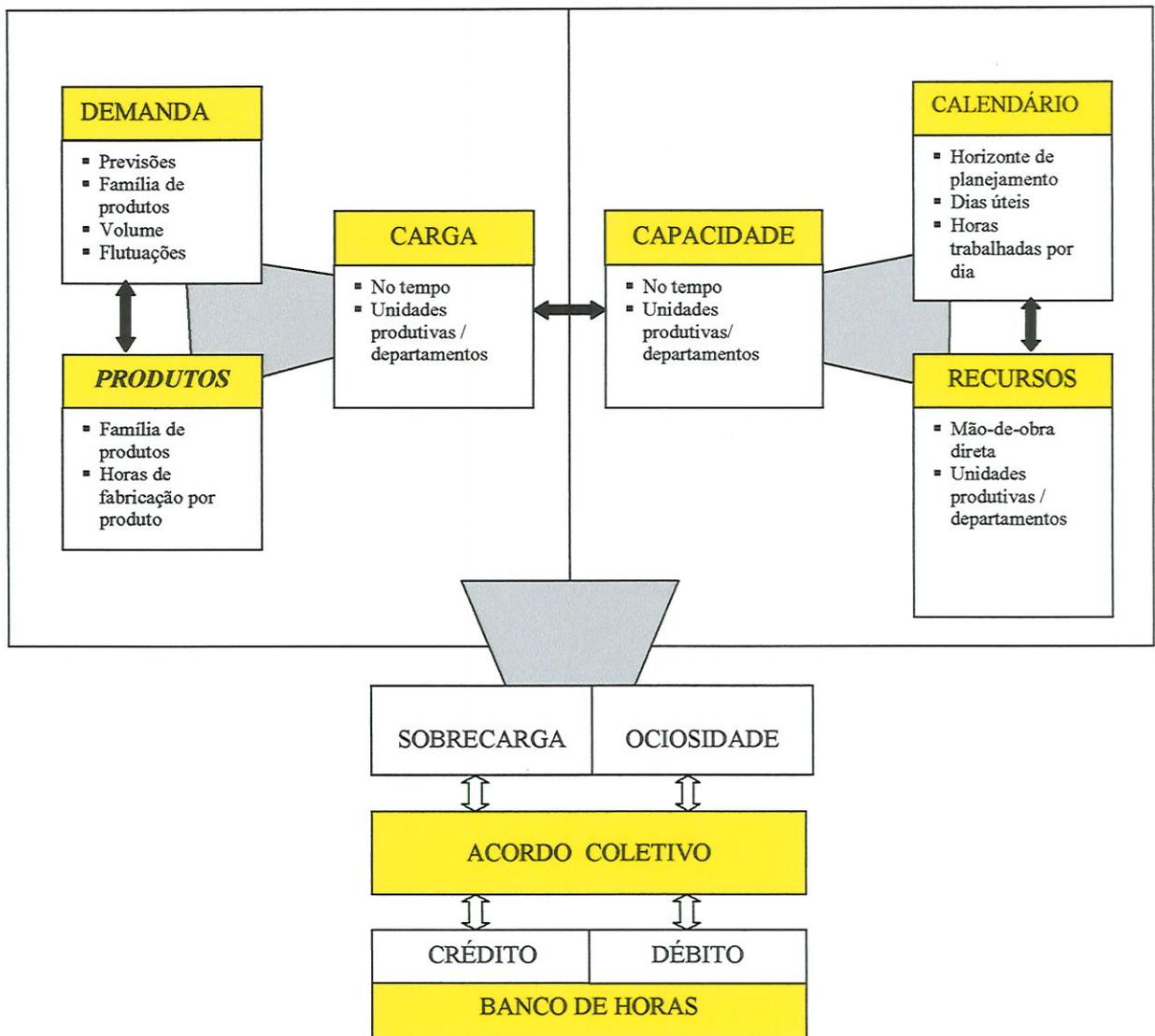


Figura 6.2– O modelo proposto

Durante os períodos de demanda decrescente é necessário reduzir a mão-de-obra e adequar a capacidade produtiva à demanda. Porém, nos períodos vindouros, a demanda se apresentará crescente por um determinado período de tempo, sendo necessário acrescentar capacidade para atender as ordens dos clientes e manter estável as condições de operação da fábrica.

A figura 6.3 representa essa sazonalidade da demanda, comum em muitos tipos de negócios, que se repete a cada ciclo.

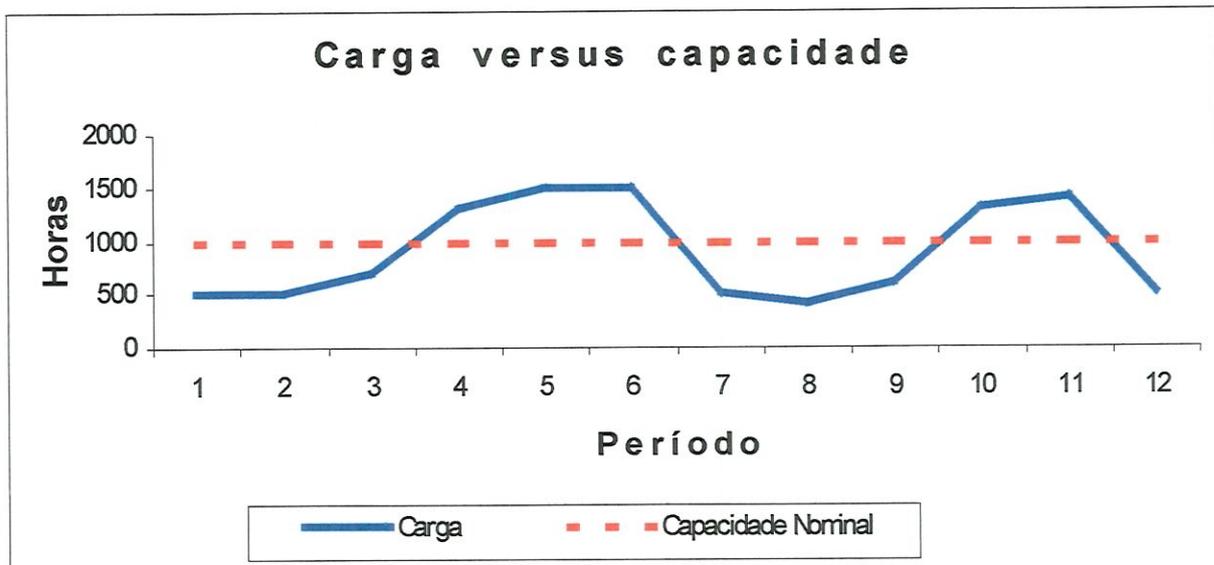


Figura 6.3 – Exemplo de perfil de demanda sazonal

As Horas Anualizadas é uma ferramenta útil para auxiliar as empresas a compatibilizar capacidade agregada à demanda agregada, principalmente quando o padrão de demanda é sazonal.

A figura 6.4 mostra o perfil do banco de horas para o problema citado acima. Nos três períodos iniciais do horizonte de planejamento, onde a carga solicitada é baixa, os empregados trabalhariam uma menor quantidade de horas, que seriam armazenadas como horas devedoras do funcionário. Não é possível armazenar ou consumir a diferença de horas absoluta existente entre carga e capacidade. O acordo coletivo assinado com o sindicato deve ser respeitado. Deste modo, convencionando, A1 mostra graficamente a diferença entre a carga e a capacidade e A1' representa o banco de horas permitido após acordo coletivo.

Nos três períodos subsequentes, onde uma capacidade adicional é necessária, essas horas seriam creditadas para compor o incremento de força de trabalho e atender a demanda externa. Novamente, A2 representa as horas resultante da diferença entre carga e capacidade e A2' significa as horas permitidas após acordo.

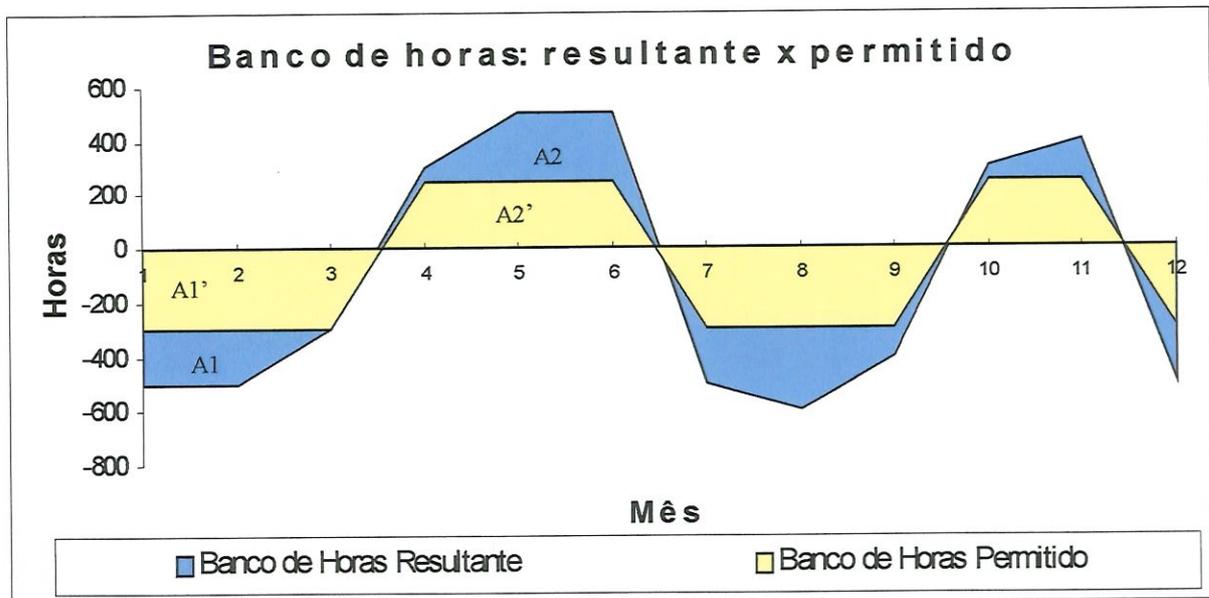


Figura 6.4 - Banco de horas: débito versus crédito

6.2.1 CONCEITOS

6.2.1.1 AMPLITUDE DO HORIZONTE DE PLANEJAMENTO

A amplitude do horizonte de planejamento deve ser extensa o suficiente para suportar o planejamento temporal dos negócios, plano de vendas e planejamento dos recursos. O horizonte de planejamento desempenha um importante papel nos problemas de planejamento de capacidade quando crescimento, diminuição ou sazonalidade da demanda existe, havendo ou não a possibilidade de construir inventário.

Geralmente as empresas estabelecem um horizonte de planejamento inferior ao necessário, debaixo da justificativa de imprevisibilidade, falta de acuracidade e simplificação do processo. Mas é fundamental dimensionar corretamente o tamanho do horizonte de planejamento, sob pena de tomar decisões erradas nos primeiros períodos, em virtude da falta de uma visão ampliada.

Para este trabalho, que aborda a técnica de horas anualizadas, a menor amplitude de horizonte de planejamento aceitável é doze meses. Caso queira minimizar a incerteza, a companhia pode implementar somente parte do período de doze meses contido no plano.

6.2.1.2 AGREGAÇÃO DOS PRODUTOS E RECURSOS

O Planejamento da Capacidade, por trabalhar com horizonte de médio prazo, trata de questões gerais que visam orientar a modificação do volume de recursos da organização para fazer frente às necessidades futuras.

Para esse fim deve-se desprezar detalhes individuais dos produtos e recursos. A preocupação deve estar direcionada para a criação de modelos que façam uma agregação correta e sincrônica dos produtos e recursos produtivos. Deste modo, a avaliação da capacidade produtiva terá maior efetividade.

6.2.1.3 PREVISÃO DA DEMANDA

De acordo com VOLLMANN *et al.* (1992), geralmente o “*lead time*” total da produção (compras, fabricação e montagem) excede o tempo de entrega cotado pelos clientes da empresa. Neste caso, o plano de produção e o plano mestre de produção deve primariamente ser baseado nas previsões de vendas, ao invés de encomendas reais dos clientes.

A figura crucial, do ponto de vista do planejamento da manufatura, é a previsão de venda. A previsão de venda, por linha de produto, família de produto ou produto, será convertida em famílias de produto para a manufatura, com suas respectivas quantidades, e usada para produzir os planos de produção.

O plano de venda e o plano de produção devem ser re-elaborados período a período. Isto pressupõe que em todo período, o plano deve ser discutido e revisto, modificando-se as hipóteses assumidas. Ter um plano fixo, incapaz de se ajustar às condições reais é um sério problema. Isso porque é vital que o desempenho seja julgado contra as últimas revisões dos planos de vendas e planos de produção e não contra o plano histórico.

6.2.1.4 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE DINÂMICO

Um dos mais importantes aspectos deste modelo é a natureza dinâmica do processo de decisão. A decisão em curso é meramente uma das seqüências de decisões e portanto não está firmada para todo horizonte de planejamento. Um erro na previsão feito no período anterior, nas quais as decisões foram baseadas, pode ser compensado para as decisões feitas para o período atual.

Portanto uma decisão é perpetrada até somente o próximo período, quando uma nova decisão será tomada. Já, claramente compensando as tendências de erro da previsão passada para induzir o tipo de comportamento oscilatório nos níveis de produção e inventário, demonstrando uma conexão com sistema de inventário multi-estágio e capacidade que atendam os custos dessas flutuações.

Existem duas ferramentas que podem ser utilizadas no processo de planejamento da capacidade para diminuir os efeitos negativos da incerteza da demanda: frequência mensal e horizonte de tempo rolante.

A **frequência mensal** proporciona a oportunidade de rever e atualizar a previsão de demanda a cada mês, incorporando a experiência do passado recente e verificando se as suposições assumidas anteriormente validam a figura atual (MONASTERIO, 1994).

Fazendo esse processo mensalmente, aumenta-se a acuracidade da previsão de demanda para cada família de produtos. A tendência é ter a cada mês melhores previsões. Tal fato também ajuda a evitar mudanças dramáticas no chão-de-fábrica no curto prazo, proporcionando uma relativa estabilidade operacional, mas além desta muralha de tempo todas as mudanças podem ser feitas livremente.

O **horizonte de tempo rolante** é um recurso que mantém inalterada a amplitude do horizonte de planejamento. A característica rolante consiste na eliminação dos dados relativos aos períodos passados e acréscimo dos dados referentes ao mesmo período de tempo futuro no final do horizonte. Desta forma a visibilidade da previsão não diminui à medida que o tempo evolui.

Outra questão crítica no planejamento da produção ocorre quando são feitas mudanças no plano, o quão frequente elas são, e quão estável ficará o plano de período para período. Não há dúvida de que um plano de produção estável resulta em poucos problemas no detalhamento do MPS, MRP e outros sistemas de execução. A estabilidade proporciona que a empresa encontre a situação estável de operação onde a capacidade pode ser mais efetivamente utilizada.

Em algumas companhias, as mudanças no plano de produção são agrupadas até a próxima revisão, exceto se elas forem extremamente necessárias para prevenir maiores problemas. Outras companhias necessitam ter um plano mais flexível para adequar os inventários ou redimensionar a capacidade e assim absorver os desvios de demanda, dentro de algumas fronteiras de tempo.

6.2.2 DADOS NECESSÁRIOS PARA O MODELO

6.2.2.1 FAMÍLIA DE PRODUTOS

A alta proliferação de tipos de produtos e a importância de se focar a estratégia ao invés do detalhe, força a agregação de dados no processo de planejamento. Portanto, os produtos que possuem características e atributos similares devem ser agrupados em famílias, para facilitar a elaboração do plano macro de vendas, planejamento da produção e planejamento da capacidade.

Itens do mesmo tipo podem ser agregados para definir o tipo de produto. Dentro do tipo de produto, itens com a mesma estrutura podem ser industrializados numa mesma preparação e constituir uma família. Itens dentro da família de produto são distinguidos por características como cor, variação do material, opcionais, etc.

O ideal é que as famílias de produto apresentem o mesmo significado para as áreas de Marketing e Manufatura. Caso as peculiaridades do mercado, produtos e áreas funcionais não possibilitem o uso da mesma família de produtos (ROBINSON, 1998), a organização deve desenvolver modelos de sub-famílias para transformar as previsões de vendas num formato compatível com as necessidades da manufatura.

Se a família de produtos requer recursos comuns com pequenas diferenças não é necessário detalhar a previsão na configuração do produto específico. Esses recursos comuns incluem pessoas, máquinas, equipamentos, material, habilidades, etc (LANGFORD, 1994).

No modelo proposto as famílias ou sub-famílias de produtos formadas devem ser compatíveis com a estrutura da manufatura no tocante à **capacidade produtiva**. Esse requisito é necessário porque o modelo de horas anualizadas proposto é para ser aplicado na otimização do uso da mão-de-obra direta no decorrer do tempo. Para tanto, é imperativo comparar a capacidade produtiva com a carga dos vários setores fabris através do ano.

Este método de divisão reflete como o plano de vendas e de produção consumirá os recursos críticos. Além disso, ele pode ser útil para todos os demais propósitos de planejamento da produção.

6.2.2.2 HORAS DE FABRICAÇÃO

Todo o planejamento da capacidade é baseado no tempo necessário para realizar cada tarefa, operação, componentes, conjuntos e produtos finais. Dados de demanda multiplicados por dados de tempo de fabricação determinarão o perfil da carga de trabalho que a capacidade produtiva deve atender.

Neste trabalho os dados relativos às horas de fabricação serão estimados e consolidados por família de produtos e centros de recursos. Como o objetivo desta tese é planejar o uso das horas anualizadas dos funcionários, os centros de recursos são grupos de mão-de-obra direta responsáveis por fabricar determinadas famílias de produtos.

Em função do modelo manusear dados agregados, a unidade de tempo sugerida para planejar e controlar o sistema é horas, apesar de outras unidades de tempo serem factíveis de uso.

6.2.2.3 PREVISÃO DE VENDAS

É muito difícil obter previsões acuradas a respeito da demanda. Em ambientes “Make-to-Order” e “Assemble-to-Order”, onde a flexibilidade é um pré-requisito, a previsão torna-se mais relevante como ferramenta de planejamento.

A previsão de vendas deve ser elaborada para todas as famílias de produto, período por período, do horizonte de planejamento. Para todos os níveis de planejamento, incluindo planejamento da capacidade, é essencial que a previsão da demanda esteja correta. Logo, a acuracidade dos dados deve ser constantemente checada.

A agregação de produtos é influenciada pela acuracidade e facilidade com que a demanda da família pode ser prevista. A cada período de planejamento e grupo de produtos é necessário estimar o nível de recursos de manufatura requerido (usando a unidade de recursos comuns) para produzir o volume de bens finais previsto.

6.2.2.4 RELAÇÃO DE FUNCIONÁRIOS DIRETOS

Neste projeto os funcionários diretos são os fatores críticos, porque eles limitam a habilidade da empresa em aceitar novas ordens ou encomendas, sendo uma constante restrição do negócio. A estimativa do uso deste recurso crítico é que proporciona a realização do Planejamento da Capacidade Bruta (RCCP).

Este cadastro tem como função identificar, parametrizar e quantificar a quantidade de mão-de-obra utilizada na fabricação de produtos acabados ou intermediários por centro de recursos. O centro de recurso é um conjunto de pessoas que desempenham funções semelhantes e que possuem a mesma capacidade produtiva.

6.2.2.5 CAPACIDADE NOMINAL

Conforme definido no item 3.2.4, é capacidade produtiva assumindo utilização total dos recursos disponíveis, como instalações, turnos de trabalho, máquinas, equipamentos, entre outros. Tratando-se de horas anualizadas o recurso considerado é somente a mão-de-obra.

6.2.2.6 CORREÇÃO DA CAPACIDADE

Existem diversos fatores no chão-de-fábrica que reduzem o nível da capacidade produtiva. São perdas decorrentes da quebra de máquinas, manutenção preventiva, absenteísmo, treinamento, limpeza do equipamento, alterações constante no mix de produção, ineficiência industrial, entre outros. É necessário, então, estimar uma constante, que absorva essa inatividade, para proceder a correção da capacidade nominal.

6.2.2.7 CALENDÁRIO MESTRE DA PRODUÇÃO

O calendário industrial é um pré-requisito para a geração do cálculo de carga dos recursos e capacidade, pois nele é informado a disponibilidade de horas dos estágios e recursos, período a período.

Para elaborar o planejamento da capacidade, principalmente contando com a aplicação das horas anualizadas são necessárias diversas informações sobre o Calendário Mestre da Produção. Estes dados são diferentes de empresa para empresa.

Informações como:

- **Calendário**

É o conjunto de semanas de trabalho padrão, feriados (nacionais, estaduais e municipais) e dias compensados para o horizonte de planejamento utilizado.

- **Semana de trabalho padrão**

É a somatória das horas de trabalho normais de cada dia de trabalho padrão da semana.

- **Dia de trabalho padrão**

É o total de horas normais de trabalho de cada dia útil da semana.

6.2.3 MÉTODO E ALGORITMO

Foram desenvolvidos dois modelos representando matematicamente o problema. No primeiro modelo (seção 6.2.3.1) é permitido efetuar pequenas movimentações na carga de trabalho durante o transcorrer dos períodos do horizonte de planejamento. O segundo modelo (seção 6.2.3.2) não admite prorrogar ou antecipar carga de trabalho, devendo o plano de vendas ser cumprido na sua totalidade dentro de cada período de planejamento.

6.2.3.1 MÉTODO E ALGORITMO COM ALTERAÇÃO NA CARGA DE TRABALHO

Este modelo de programação linear foi formulado para minimizar o saldo de horas no sistema, determinando e otimizando a quantidade de horas a ser trabalhada, empregado por empregado, período a período, levando em consideração um determinado conjunto de restrições.

O número de horas trabalhadas por período que minimizará o saldo do banco de horas deve ser utilizado como base para se proceder alterações no plano de vendas. Cabe ressaltar que essas modificações são pontuais e de pequena intensidade, pois o sistema de horas anualizadas não permite grandes incrementos e decrementos de capacidade para atender a demanda.

Empresas que adotam a estratégia “Make-to-Stock” podem aplicar este modelo para nivelar a carga de trabalho à capacidade, antes de utilizar a formação de inventário para combater a sazonalidade. Também as empresas que seguem as estratégias “Assemble-to-Order” e “Make-to-Order” podem praticá-lo. Na maioria dos casos essa estratégia não é pura. Quase sempre existe(m) produto(s) ou linha(s) de produto(s) que apresentam maior acuracidade na previsão de demanda, maior volume de vendas e suportam uma alteração (antecipação) no plano de vendas.

6.2.3.1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Um problema de planejamento da capacidade multi-produto, multi-fábrica convencional é estudado. Foi considerado N famílias de produtos finais. Cada família de produto i ($i \in [1, N]$) consome H horas de fabricação nos centros produtivos durante os t períodos elementares do horizonte de planejamento. É permitido efetuar alterações na carga de trabalho dos períodos, e consequentemente no plano de vendas, para otimizar a utilização da mão-de-obra.

6.2.3.1.2 VARIÁVEIS DE DECISÃO

A variável de decisão deste modelo é o número de horas que os empregados devem trabalhar em cada período. A diferença entre o número de horas trabalhadas e as horas da jornada padrão transformam-se em horas credoras ou devedoras dos empregados no banco de horas, período a período. No final do horizonte de planejamento não deve haver saldo de horas credoras e devedoras. Horas credoras representam desembolso de dinheiro e horas devedoras representam ociosidade.

6.2.3.1.3 FUNÇÃO OBJETIVO

O modelo assume que o gerenciamento deseja minimizar, em módulo, o saldo de horas dos funcionários no banco de horas, reservando horas devedoras oriundas de períodos com ociosidade para cobrir picos de demanda dos próximos períodos, onde horas credoras serão necessárias, ou vice-versa.

Para tanto, a função objetivo calcula a diferença entre a carga e o trabalho alocado em um dado período. Essa diferença, que pode ser positiva ou negativa ao longo dos doze meses, deve ser o mais próximo possível de zero. O banco de horas é dado pela restrição 07 apresentada no modelo, calculando a diferença entre o trabalho alocado e a jornada de trabalho padrão.

6.2.3.1.4 AS RESTRIÇÕES

Os dois modelos desenvolvidos apresentam o mesmo conjunto de restrições legais e lógicas.

As **restrições legais** são oriundas da legislação trabalhista vigente a partir de Acordos Coletivos celebrados entre as Empresas e os Sindicatos dos Trabalhadores. Esse grupo de restrições tem o objetivo de assegurar a integridade física dos trabalhadores, principalmente no tocante a seu aproveitamento nas estações de alta demanda. São:

- **restrições do tipo 1:** estipulam a quantidade de horas máximas e mínimas permitida para o funcionário trabalhar **por dia**;
- **restrições do tipo 2:** estipulam a quantidade de horas máximas e mínimas permitida para o funcionário trabalhar **por semana**, segundo o regime do banco de horas.

- **restrições do tipo 3:** determinam o limite máximo do **saldo** de horas credoras ou devedoras permitida para cada funcionário.
- **restrições do tipo 4:** determinam o saldo do banco de horas dos funcionários em cada período t ;

As restrições lógicas são:

- **restrições do tipo 5:** referem-se a não negatividade das variáveis de decisão.

6.2.3.1.5 O MODELO

Antes de mostrar o modelo, é importante caracterizar as notações utilizadas:

i	índice da família de produtos;
I	número de famílias de produtos;
c	índice da unidade de produção;
C	número de unidades de produção;
e	índice do funcionário direto;
E	número de funcionários diretos;
t	índice do período;
T	número de períodos do horizonte de planejamento;
w	índice da semana de trabalho num certo período t ;
W_t	número de semanas no período t ;
d	índice do dia de trabalho numa certa semana w do período t ;
D_{tw}	número de dias de trabalho numa certa semana w no período t ;
D_t	número de dias de trabalho do período t ;
J	jornada padrão de trabalho diário;
S_t	saldo de horas no sistema Horas Anualizadas (HA) no final do período t ;
Q_{it}	previsão de demanda para a família de produto i no período t ;
G_{ic}	horas de fabricação prevista para fabricar uma unidade do produto i na unidade de produção c ;
H_{cetwd}	número de horas a serem trabalhadas no dia d , na semana w , do período t , para cada empregado direto e na unidade de produção c ;
F_{cet}	horas a serem trabalhadas pelo funcionário direto e para a unidade de produção c no período t ;
BH_{et}	banco de horas do funcionário direto e no final do período t
K_c	constante de correção das horas trabalhadas para a unidade de produção c ;
$R1$	máximo de horas trabalhadas por funcionário e por dia;
$R2$	mínimo de horas trabalhadas por funcionário e por dia;
$R3$	máximo de horas trabalhadas por funcionário e por semana;

- R4* mínimo de horas trabalhadas por funcionário *e* por semana;
- R5* máximo de horas credoras acumuladas por funcionário *e* após transcorrido um período de tempo *t*;
- R6* máximo de horas devedoras acumuladas por funcionário *e* após transcorrido um período de tempo *t*;

Função Objetivo:
$$\text{Min} \quad \left| \sum_{t=1}^T S_t \right| \quad (01)$$

Onde:

$$S_t = \sum_{i=1}^I \sum_{c=1}^C Q_{it} * G_{ic} - \sum_{c=1}^C \sum_{e=1}^E F_{cet} * K_c \quad (02)$$

$$F_{cet} = \sum_{w=1}^{W_t} \sum_{d=1}^{D_{tw}} H_{cetwd} \quad (03)$$

Sujeito a:

$$R2 \leq \sum_{c=1}^C H_{cetwd} \leq R1 \quad (\text{Restrições do tipo 1}) \quad (04)$$

$$R4 \leq \sum_{c=1}^C \sum_{d=1}^{D_{tw}} H_{cetwd} \leq R3 \quad (\text{Restrições do tipo 2}) \quad (05)$$

para $e = 1, \dots, E$; $t = 1, \dots, T$; $w = 1, \dots, W_t$;

$$R6 \leq \sum_{t=1}^T (S_t / E) \leq R5 \quad (\text{Restrições do tipo 3}) \quad (06)$$

$$BH_{et+1} = BH_{et} + \sum_{c=1}^C \sum_{w=1}^{W_t} \sum_{d=1}^{D_{tw}} H_{cetwd} - J * D_t * K_c \quad (\text{Restrições do tipo 4}) \quad (07)$$

para $e = 1, \dots, E$; $t = 1, \dots, T$; $w = 1, \dots, W_t$

com $BH_{e0} = 0$ para $e = 1, \dots, E$

$$H_{cetwd} \geq 0 \quad (\text{Restrições do tipo 5}) \quad (08)$$

para $c = 1, \dots, C$; $e = 1, \dots, E$; $t = 1, \dots, T$; $w = 1, \dots, W_t$; $d = 1, \dots, D_{tw}$.

Quanto aos parâmetros e constantes utilizadas na formulação do modelo têm-se as seguintes relações:

$$Q_{it} \geq 0 \quad \text{Para } i = 1, \dots, I; t=1, \dots, T.$$

$$G_{ic} \geq 0 \quad \text{Para } i = 1, \dots, I; c=1, \dots, C.$$

$$0 < K_c \leq 1 \quad \text{Para } c = 1, \dots, C.$$

Deve-se utilizar a linguagem de modelagem GAMS -“**General Algebraic Modeling System**” para resolver este problema. GAMS é um sistema composto por diversos “solvers” integrados de alta performance desenvolvidos para modelar problemas de programação linear, não linear e inteira mista.

Nos casos práticos, este modelo é geralmente de grande porte. Considerando a aplicação apresentada no capítulo 7, os dados reais são $C = 5$, $E = 87$, $T=12$, $W_t = 4$ e $D_w = 5$. Esses valores torna o número de **variáveis de decisão** igual a 100224 ($C \cdot E \cdot T \cdot W_t \cdot D_w$) e o número de **restrições** igual a 16705 ($E \cdot T \cdot W_t \cdot D_w$ mais a restrição 3). É recomendado uma “*workstation*” com memória RAM igual ou superior a 256 MB.

6.2.3.2 MÉTODO E ALGORITMO SEM ALTERAÇÃO NA CARGA DE TRABALHO

Para as empresas que operam no sistema de produção “Make-to-Order” e “Assemble-to-Order” puro, onde não é possível formar inventário de produtos acabados, é necessário produzir o plano de vendas na quantidade apresentada no período ou descartar algumas encomendas.

Assumindo a premissa de cumprir o plano de vendas pré-estabelecido, a quantidade de horas trabalhadas deixa de ser uma variável de decisão. Ela deve ser igual a quantidade de horas necessárias para atender a carga prevista, período a período. Para esse caso foi desenvolvido um outro modelo de programação linear, objetivando minimizar o resíduo de horas do sistema não absorvido pelas horas anualizadas.

6.2.3.2.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Um problema de planejamento da capacidade multi-produto, multi-fábrica convencional é analisado. Foi considerado N famílias de produtos finais. Cada família de produto i ($i \in [1, N]$) consome H horas de fabricação na linha de produção durante os t períodos elementares do horizonte de planejamento. A carga de trabalho dos períodos não pode ser modificada, devendo ser cumprida na íntegra dentro de cada período.

6.2.3.2.2 VARIÁVEIS DE DECISÃO

As variáveis de decisão são representadas pelas horas credoras ou devedoras que os funcionários devem ter no banco de horas, período a período, para que no final do horizonte de planejamento não haja resíduo de horas no sistema.

6.2.3.2.3 FUNÇÃO OBJETIVO

Este modelo visa minimizar a quantidade de horas não absorvidas pelo sistema de horas anualizadas, devido as restrições legais impostos pelo acordo feito com o Sindicato dos Trabalhadores. Esse valor é denominado de resíduo de horas (Y), sendo necessário tornar mínimo a soma do módulo dos resíduos de cada período.

Exemplificando através da situação hipotética abaixo:

- saldo do banco de horas no final do período $t = 1000$ h.;
- diferença entre carga e capacidade no período $t+1 = 200$ h.;
- horas máximas absorvidas pelo banco de horas no período $t+1$ (devido as restrições) = 180h.;
- resíduo de horas no período $t+1 = 20$ h.

6.2.3.2.4 AS RESTRIÇÕES

Os dois modelos possuem o mesmo conjunto de restrições legais e lógicas. Normalmente este conjunto de restrições é padrão para todos os tipos de empresas. Como neste caso algumas restrições estão agrupadas decidiu-se apresentá-las novamente, da forma como aparecem na modelagem matemática.

As restrições legais são:

- **restrições do tipo 1:** estipulam a quantidade de horas máximas e mínimas permitida para o funcionário trabalhar **por dia**;
- **restrições do tipo 2:** estipulam a quantidade de horas máximas e mínimas permitida para o funcionário trabalhar **por semana**, segundo o regime do banco de horas.
- **restrições do tipo 3:** determinam o limite máximo do **saldo** de horas credoras ou devedoras permitida para cada funcionário.

As restrições lógicas são:

- **restrições do tipo 4:** referem-se a não negatividade das variáveis de decisão.

As restrições do tipo 1 (limite diário) e tipo 2 (limite semanal) são utilizadas em conjunto, restringindo as horas credoras e as horas devedoras em cada período t do horizonte de planejamento.

6.2.3.2.5 MODELO

As notações utilizados e o modelo desenvolvido são mostrados a seguir:

i	índice da família de produtos;
I	número de famílias de produtos;
c	índice da unidade de produção;
C	número de unidades de produção;
t	índice do período;
T	número de períodos do horizonte de planejamento;
w	índice da semana de trabalho num certo período t ;
W_t	número de semanas no período t ;
d	índice do dia de trabalho numa certa semana w do período t ;
D_t	número de dias de trabalho do período t ;
D_{tw}	número de dias de trabalho numa certa semana w no período t ;
L_{tw}	limite de horas por funcionário que a semana w pode contribuir no Banco de Horas do período t no centro c ;
J	jornada padrão de trabalho diário;
E_{tc}	quantidade de funcionários diretos no centro de trabalho c no período t ;
Q_{it}	previsão de demanda para a família de produto i no período t ;
G_{ic}	horas de fabricação prevista para fabricar uma unidade do produto i na unidade de produção c ;
BH_{tc}	saldo acumulado do banco de horas na unidade de produção c no final do período t ;
Y_{tc}	horas residuais do centro de trabalho c no período t ;
K_c	constante de correção das horas trabalhadas para a unidade de produção c ;
$R1$	máximo de horas trabalhadas por funcionário por dia;
$R2$	mínimo de horas trabalhadas por funcionário por dia;
$R3$	máximo de horas trabalhadas por funcionário por semana;
$R4$	mínimo de horas trabalhadas por funcionário por semana;
$R5$	máximo de horas credoras acumuladas por funcionário após transcorrido um período de tempo t ;
$R6$	máximo de horas devedoras acumuladas por funcionário após transcorrido um período de tempo t ;

Função objetivo:
$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T \sum_{c=1}^C |Y_{tc}| \quad (01)$$

Onde:

$$BH_{(t+1)c} = BH_{tc} + \sum_{i=1}^I Q_{it} * G_{ic} - E_{tc} * J * D_t * K_c + Y_{tc} \quad (02)$$

para $t = 1, \dots, T$; $c = 1, \dots, C$.

$$BH_0 = 0 \quad (03)$$

$$D_t = \sum_{w=1}^{W_t} D_{tw} \quad (04)$$

para $t = 1, \dots, T$.

Sujeito a:

$$BH_{tc} - BH_{(t-1)c} \leq E_{tc} * \sum_{w=1}^{W_t} L'_{tw} \quad (\text{Restrições do tipo 1 e 2 p/ horas credoras}) \quad (05)$$

para $t = 1, \dots, T$; $c = 1, \dots, C$.

onde:

$$L'_{tw} = \text{Min} \left\{ (R1 - J) * D_t; \sum_{w=1}^{W_t} (R3 - D_{tw} * J) \right\} \quad (06)$$

para $t = 1, \dots, T$; $w = 1, \dots, W_t$.

$$-BH_{tc} + BH_{(t-1)c} \leq E_{tc} * \sum_{w=1}^{W_t} L''_{tw} \quad (\text{Restrições do tipo 1 e 2 p/ horas devedoras}) \quad (07)$$

para $t = 1, \dots, T$; $c = 1, \dots, C$.

onde:

$$L''_{tw} = \text{Min} \left\{ (J - R2) * D_t; \sum_{w=1}^{W_t} (D_{tw} * J - R4) \right\} \quad (08)$$

para $t = 1, \dots, T$; $w = 1, \dots, W_t$.

$$R6 \leq \sum_{c=1}^C [BH_{tc} / E_{tc}] \leq R5 \quad (\text{Restrições do tipo 3}) \quad (09)$$

para $t = 1, \dots, T$.

$$BH_{tc} \geq 0 \quad (\text{Restrições do tipo 4}) \quad (10)$$

para $t = 1, \dots, T$; $c = 1, \dots, C$.

Quanto aos parâmetros e constantes utilizadas na formulação do modelo têm-se as seguintes relações:

$$Q_{it} \geq 0 \quad \text{Para } i = 1, \dots, I; t=1, \dots, T.$$

$$G_{ic} \geq 0 \quad \text{Para } i = 1, \dots, I; c=1, \dots, C.$$

$$E_{tc} \geq 0 \quad \text{Para } t = 1, \dots, T; c=1, \dots, C.$$

$$0 < K_c \leq 1 \quad \text{Para } c = 1, \dots, C.$$

No modelo apresentado foi imposto que BH maior que zero para simplificar a formulação da modelagem. Logo, no caso do resíduo ser negativo num dado período t , o banco de horas acumulado é credor. Por outro lado, caso o resíduo seja positivo num determinado período t significa que o banco de horas acumulado no período t é devedor. É mais simples interpretar se o banco de horas é credor ou devedor em função do sinal do resíduo do que acrescentar outras variáveis ao modelo, tornando-o mais complexo. Isto explica porque nas tabelas do capítulo 7 aparecem BH_{tc} menores do que zero.

Na prática, em decorrência da falta de acuracidade da previsão da carga para um horizonte de 12 meses, é razoável resolver este modelo de forma seqüencial, minimizando o resíduo período a período. Respeitando-se o balanço de horas (diferença entre carga e capacidade) e as restrições estipuladas executa-se os seguintes passos:

- para o período $t=1$ aloca-se o máximo de horas permitidas no banco de horas e mínimo possível no resíduo, determinando, conseqüentemente, o valor de BH_1 ;
- tendo o valor de BH_1 procede-se da mesma forma, determinando-se BH_2 ;
- repete-se este processo até calcular o valor de BH_T , concluindo todo o ciclo.

Esse procedimento é simples, sendo factível sua operacionalização através de uma planilha de cálculo, como Excel. No capítulo 7 será apresentada a implantação desse algoritmo.

6.2.4 CONTROLANDO O PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

Uma vez que o plano é elaborado, o gerenciamento deve exercitar o controle. Raramente as quantidades da demanda e da capacidade planejada são iguais à da produção real. A comparação entre o saldo do sistema de horas anualizadas com a previsão de demanda possibilita verificar se a situação está sob controle. Tabular dados e elaborar gráficos tornam possível determinar se a diferença entre o planejado e o real requer uma ação imediata.

VOLLMANN *et al.* (1992) ressalta que os gráficos e as tabelas sempre oferecem alerta para os planejadores de operações informando se existe uma diferença significativa entre as horas anualizadas planejadas e realizadas. Esses números confrontados com dados de demanda e capacidade possibilitam explicitar as causas dessa diferença.

Por exemplo, se num período de baixa demanda, onde os débitos deveriam ser efetuados no banco de horas, os pedidos apresentarem-se maior do que o previsto em consequência de antecipação das vendas, nenhuma ação é requerida, pois a demanda será menor que a planejada no futuro próximo. Se por outro lado, a demanda foi igual ou menor do que a prevista e nenhum débito foi feito no banco de horas, ações pertinentes a revisão e implementação do plano devem ser tomadas.

Uma responsabilidade especial envolve o controle de desempenho do plano. Como um pré-requisito para o controle, o processo de planejamento da produção deve ser largamente entendido pela manufatura. É necessário que o processo seja transparente, com clara comunicação das expectativas, para controlar os resultados reais.

Período a período, ou quando um fato significativo ocorrer, as seguintes ações devem ser tomadas:

- revisão da previsão de vendas para todos os períodos futuros do horizonte de planejamento;
- cálculo da carga resultante desta nova previsão;
- atualização dos dados relativos ao quadro de funcionários diretos, caso ajustes tenham sido feitos para os próximos períodos;
- cálculo da capacidade produtiva, considerando os ajustes realizados e o saldo no sistema de horas anualizadas;
- reorganização da família de produtos;
- retificação dos valores de correção da capacidade;
- retificação das horas unitárias de fabricação por família de produto.

7. APLICAÇÃO DO MÉTODO DESENVOLVIDO

O método de planejamento da capacidade com utilização das horas anualizadas desenvolvido no capítulo 6, foi colocado em prática, para comprovar a viabilidade de aplicação do sistema proposto. Aplicou o algoritmo denominado Horas Anualizadas sem alteração na carga de trabalho. Deste modo, não era permitido alterar o plano de vendas para minimizar o resíduo no banco de horas.

7.1 A EMPRESA

O laboratório prático foi a Baldan Implementos Agrícolas, localizada na cidade de Matão, Estado de São Paulo. Fundada em 1928, é pioneira na fabricação de produtos para aplicação agrícola como arados, enxadas e bicos. Atualmente desenvolve, projeta e produz uma grande variedade de equipamentos agrícolas voltados para preparo de solo e plantio.

7.1.1 ÁREA FABRIL

A área fabril da empresa é formada por seis Fábricas Autônomas, conforme ilustra a figura 7.1.

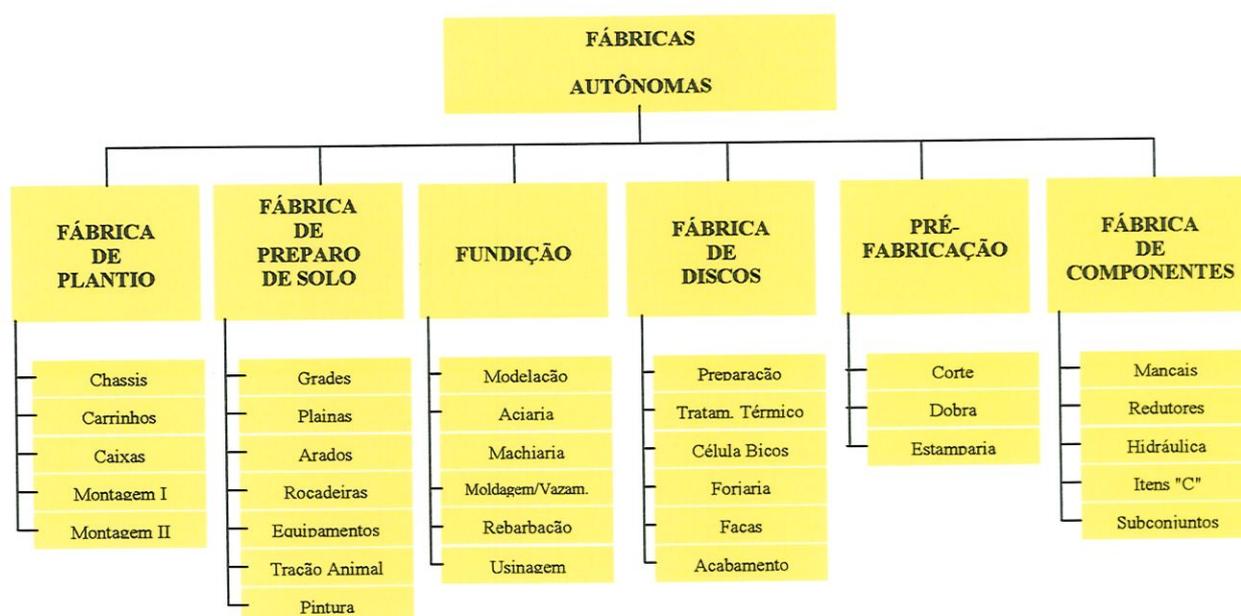


Figura 7.1 - Departamentalização da Área Fabril

As Fábricas Autônomas de Fundição, Discos e Pré-Fabricação são especializadas por processo. VASCONCELOS & HEMSLEY (1989) indicam esta forma de departamentalização quando existe diferença tecnológica significativa entre as várias fases do processo produtivo.

As Fábricas de Plantio, Preparo de Solo e Componentes estão organizadas em unidades produtivas especializadas por produto. Esta é a estrutura organizacional indicada quando ocorre alto nível de diferenciação tecnológica entre produtos, justificando a formação de unidades produtivas distintas (VASCONCELOS & HEMSLEY, 1989).

Para exemplificar este fato utilizou-se a Fábrica de Plantio, especializada na fabricação e montagem da linha de plantio direto e semi-direto. O “layout” de blocos mostrado na figura 7.2 apresenta as unidades produtivas e sua distribuição física na Fábrica de Plantio.

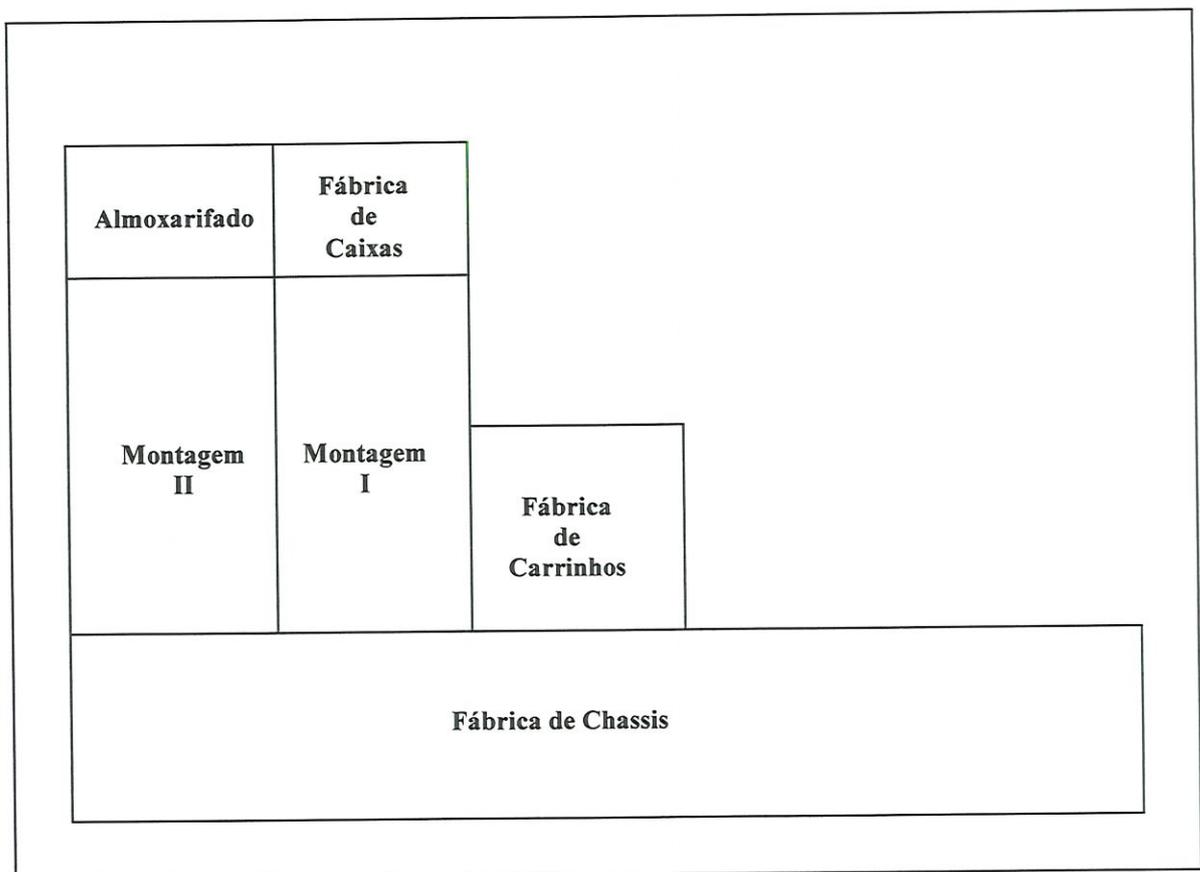


Figura 7.2 - Layout de Blocos da Fábrica de Plantio

A Fábrica Autônoma de Plantio, responsável final pela fabricação dos produtos, recebe peças, componentes e subconjuntos das demais áreas, executando posteriormente as operações de fabricação e montagem dos conjuntos e produtos acabados.

7.1.2 PRODUTOS

A Baldan possui duas grandes linhas de produto : Plantio e Preparo de Solo. A figura 7.3 apresenta os principais componentes destas linhas de produto.

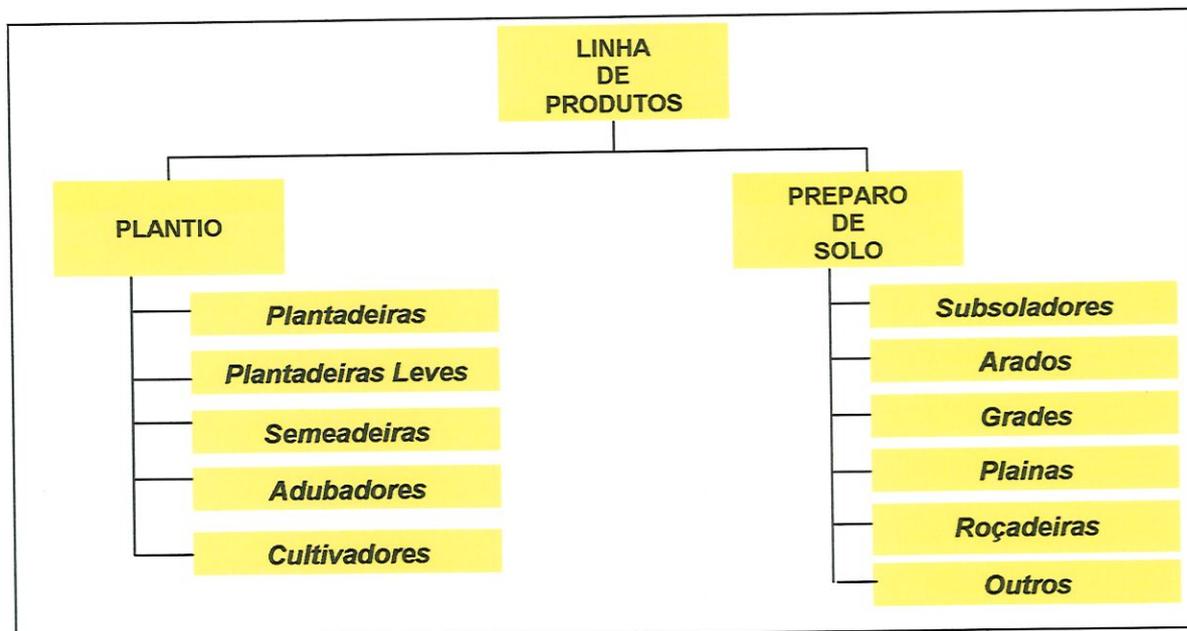


Figura 7.3 – Linha de produtos

A **linha de produtos de plantio** é voltada às operações de plantar, semear, adubar e cultivar as mais variadas culturas agrícolas, como soja, milho, arroz, amendoim, algodão, trigo, cevada, entre outras. Apresenta diversos modelos e versões, com especificações técnicas e características gerais distintas. A figura 7.4 é um exemplo de uma plantadeira .



Figura 7.4.- Plantadeira

A **linha de produtos de preparo de solo** tem como função trabalhar o solo para deixá-lo em condições de se efetuar o plantio. Os mais variados produtos desta linha executam serviços de desmatamento leve, erradicação de pomares, eliminação de ervas daninhas, descompactamento, nivelamento e revolvimento do solo, recuperação de pastagens, limpeza de capoeiras e pomares.

Além disso, outras operações de movimentação de terra são efetuadas, como abertura de canais de irrigação, curvas de nível, valetas rasas, nivelamento de estradas, conservação de estradas, nivelamento de solo e aterros, desvio de curso d'água e abertura de caminhos agrícolas, entre outros.

7.2 AMBIENTE DE MANUFATURA

Neste tópico serão apresentados alguns dados referentes à característica da demanda, mercado comprador e produtos. O objetivo é caracterizar o ambiente de manufatura onde foi implantado o método proposto.

7.2.1 DEMANDA

Foi feito um levantamento da demanda atendida de todos os equipamentos da linha de plantio para três anos (1996, 1997 e 1998), em bases mensais. Utilizando-se do tempo de processamento transformou-se esses dados em **unidades equivalentes**, conforme discutido no item 3.6.3. A tabela 7.1 mostra a demanda agregada atendida nesse período. Infelizmente, não foi possível recuperar e consolidar dados relativos à perda de demanda por falta de capacidade produtiva para atender o prazo de entrega, e deste modo, consolidar toda a demanda potencial ocorrida.

Tabela 7.1 - Demanda agregada atendida para implementos da linha de plantio

<i>Ano</i>	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Out</i>	<i>Nov</i>	<i>Dez</i>
<i>1996</i>	44	78	76	89	133	94	133	166	188	206	97	78
<i>1997</i>	76	100	107	125	150	170	214	235	335	333	86	77
<i>1998</i>	45	130	124	105	104	117	98	96	173	181	52	47

A figura 7.5 mostra a curva da demanda para as quantidades explicitadas na tabela 7.1 durante o período correspondente. Teoricamente pode-se afirmar que é uma curva de demanda de fase única, apresentando um pico na época de plantio, compreendido entre agosto e outubro. Às vezes, dependendo da política econômica, estoques e situação climática-meteorológica pode acontecer uma segunda época de plantio, nos meses de fevereiro e março.

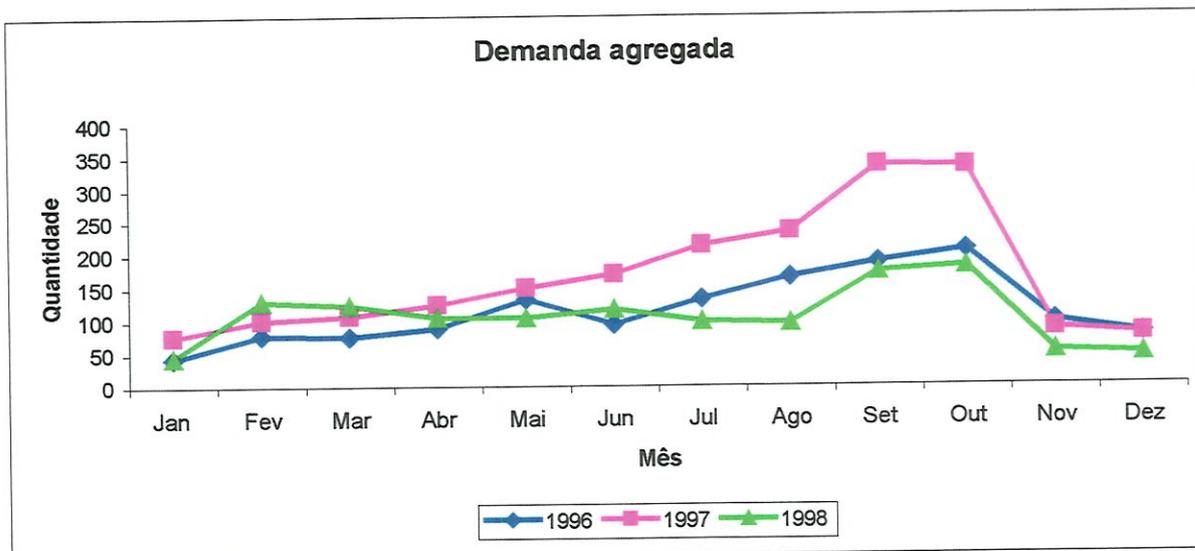


Figura 7.5 – Demanda agregada dos implementos da linha de plantio

A sazonalidade demonstrada é extremamente pronunciada. Como indica a tabela 7.2, no mês de pico a demanda é aproximadamente quatro vezes maior do que no mês de refluxo de vendas.

TABELA 7.2 – Relação existente entre o pico e vale da demanda

Ano	Demanda				Relação Pico/Vale
	Pico		Vale		
	Mês	Qte	Mês	Qte	
96	Outubro	206	Janeiro	44	4,7
97	Setembro	335	Janeiro	76	4,4
98	Outubro	181	Janeiro	45	4,0

7.2.2 MERCADO

O mercado de implementos agrícolas é bastante segmentado. Diversas variáveis, muitas delas interdependentes entre si, afetam o padrão de compra dos produtos. Variáveis técnicas, econômicas, temporais, geográficas, entre outras, podem ser citadas, como:

- (a) diferentes tipos de culturas agrícolas como milho, soja, feijão, arroz, trigo, centeio, amendoim, algodão, sorgo, entre outras.

Por exemplo, para as culturas de arroz e trigo são utilizadas semeadeiras de arrasto. Já para as culturas de milho e soja são indicadas plantadeiras.

(b) área da propriedade agrícola

No Brasil existe muita disparidade entre as áreas (m²) das propriedades, variando de grandes latifúndios até minifúndios. Propriedades agrícolas de grandes dimensões requerem máquinas pesadas, enquanto propriedades agrícolas pequenas solicitam máquinas leves.

(c) “lead time” do plantio

As estações do ano e as condições climáticas, juntamente com a cultura agrícola, definem o “lead time” disponível para efetuar a operação de plantio. Para um “lead time” pequeno é necessário máquinas mais potentes e produtivas. Para um “lead time” maior pode-se utilizar máquinas leves sem comprometer o processo.

(d) produtividade da operação

Quando alta produtividade for extremamente necessária, devido ao mercado amplamente seletivo, é imperativo utilizar máquinas precisas, eficientes e multifuncionais na operação de plantio, visando obter um melhor aproveitamento das sementes, adubos e área cultivável.

(e) tipo de solo

O tipo de solo e condições geográficas do terreno têm relação direta com o modelo da máquina e opcionais a serem selecionados.

(f) região

A região, além de estar intimamente relacionada com tipo de solo e cultura agrícola, exerce influência na escolha do equipamento, com tradições e costumes sendo transmitidos de geração a geração.

7.2.3 PRODUTOS

Para atender a esse mercado altamente segmentado, a empresa foi desenvolvendo, ano após ano, um mix de produtos com grande diversificação e variedade. A tabela 7.3 mostra a elevada quantidade de produtos acabados da linha de plantio existente no cadastro de produtos da empresa.

Tabela 7.3 – Produtos acabados da linha de plantio

PRODUTO	SIGLA	QTE VERSÕES
<i>Plantadeira Adubadeira de Precisão Hidráulica</i>	<i>PAH</i>	<i>50</i>
<i>Plantadeira Adubadeira de Linhas Baldan</i>	<i>PLB</i>	<i>20</i>
<i>Plantadeira de Precisão Solo</i>	<i>PPS</i>	<i>1139</i>
<i>Plantadeira Pneumática</i>	<i>SLM</i>	<i>201</i>
<i>Plantadeira Pantográfica</i>	<i>SLG</i>	<i>232</i>
<i>Semeadeira de Arrasto</i>	<i>SA</i>	<i>87</i>
<i>Semeadeira Adubadeira Hidráulica</i>	<i>SAH</i>	<i>36</i>
<i>Semeadeira Adubadeira de Plantio</i>	<i>SAP</i>	<i>15</i>
<i>Semeadeira Adubadeira de Planto Direto</i>	<i>SPD</i>	<i>185</i>
Total		1965

A existência de um número tão elevado de produtos finais deve-se à oferta de diversas configurações de modelos e opcionais, apesar de ambos apresentarem variedade controlada. Os consumidores podem efetuar a escolha segundo padrões e combinações pré-estabelecidos, sem afetar o funcionamento da máquina.

As configurações controladas dos múltiplos **modelos** oferecidos para o mercado comprador consideram:

- tamanho do chassis;
- número de linhas;
- número de rodas;
- espaçamento máximo entre linhas;
- espaçamento mínimo entre linhas;
- capacidade dos depósitos de adubo e semente;
- potência do motor do trator.

Quanto à oferta de **opcionais** para diferentes aplicações, a empresa disponibiliza aos clientes diversos acessórios, como:

- discos duplos no adubo;
- discos de corte lisos ou estriados em vários diâmetros;
- discos de cobertura;
- rodas compactadoras de ferro ou de borracha;
- rodas de profundidade de ferro ou de borracha;
- transmissão com corrente industrial;
- mecanismo dosador de precisão com discos de semente perfurados, específicos para cada cultura e tamanho de grão;
- linha de adubação lateral;
- conjunto para plantio de amendoim;
- conjunto para plantio de algodão.

7.3 ESTRATÉGIA DE RESPOSTA À DEMANDA

Qual estratégia de resposta à demanda deve ser adotada para competir nesse ambiente?

O ambiente caracterizado nos itens 7.1 e 7.2 permite que alguns fatos sejam realçados e algumas observações sejam feitas. Por exemplo:

- as flutuações de demanda são relativamente pronunciadas, o que significaria um alto investimento em inventário durante o curso do ano;

- a diversificação e multiplicidade dos produtos finais são elevadas, trazendo dificuldade para estabelecer quais produtos e respectivas quantidades fabricar para estoque, além do custo do investimento em inventário;
- espaço de armazenagem não é uma variável significativa, mas o controle e o custo de inventário podem torná-lo proibitivo;
- existe obsolescência de peças, conjuntos e produtos acabados, em consequência do desenvolvimento constante de novos produtos;
- o desempenho das entregas é prioridade competitiva chave para a agricultura; atrasos de pedidos podem comprometer todo o plantio e a safra;
- o “lead time” é curto, desde o recebimento do pedido até a entrega do produto ao cliente;
- como o processo de fabricação não requer profissionais altamente qualificados, é possível contratar os trabalhadores no centro de trabalho urbano sem muita dificuldade; logo variações da força de trabalho para absorver as flutuações da demanda são possíveis;
- a força de trabalho não é variável crítica no suprimento de curto prazo;

Neste tipo de ambiente não é recomendado a utilização do sistema “Make-to-Stock” (MTS) como Estratégia de Resposta à Demanda. Fatores como alta variedade dos produtos, ciclo de vida curto, expressiva sazonalidade e falta de confiabilidade na previsão da demanda inviabilizam a produção de estoques (mix e custo) para absorver as flutuações de demanda.

O sistema “Engineer-to-Order” (ETO) também não é aplicado. Neste ambiente não é desenvolvida uma nova solução para cada cliente. O cliente deve escolher o modelo e a versão do produto respeitando as especificações básicas oferecida pela empresa.

Os mesmos fatores que excluíram a aplicação da estratégia MTS validam a aplicação das estratégias MTO e/ou ATO. Neste caso, dado a similaridade dos produtos, uma combinação das estratégias “Make-to-Order” (MTO) e “Assemble-to-Order” (ATO) para atender a demanda é aconselhável. Quanto maior for a utilização dos componentes comuns nos produtos finais, mais próximo da classificação ATO estará o sistema. Já a baixa padronização dos componentes encaminhará a classificação para a estratégia MTO.

A utilização do sistema ATO proporcionará maior velocidade de resposta para atender o pedido do cliente. Deve ser empregado para:

- componentes comuns, quer sejam matérias-primas, peças, subconjuntos e conjuntos;
- itens que apresentam “lead time” de reposição longo;
- itens que apresentam grande demanda;
- itens de grande frequência;
- itens de baixo custo unitário de processamento;
- itens que ocupam uma área de armazenagem pequena.

O sistema MTO deve ser utilizado para:

- produtos acabados;
- itens de “lead time” de resuprimento curto;
- itens que apresentam pequena demanda;
- itens que apresentam baixa frequência;
- itens de alto custo unitário de processamento;
- itens que ocupam grande área de armazenagem.

A combinação adequada dessas duas estratégias de resposta à demanda auxiliará a empresa a tornar-se mais competitiva para oferecer aos clientes uma ampla gama de produtos num curto espaço de tempo.

7.4 ESTRATÉGIA DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO INDICADA

Na literatura pesquisada não foram encontrados trabalhos relacionando Estratégia de Resposta à Demanda e Estratégia de Planejamento da Produção. Na realidade, ao definir-se a Estratégia de Resposta à Demanda praticamente determina-se a Estratégia de Planejamento da Produção.

Logo, como a Balcan elegeu “Make-to-Order” como Estratégia de Resposta à Demanda, praticamente determinou o emprego da Estratégia de Acompanhamento da Produção ou Estratégia da Força de Trabalho Estável Variando as Horas Trabalhadas. No outro extremo, as empresas que adotam “Make-to-Stock” para responder as flutuações da demanda determinam que a Estratégia da Produção Nivelada será utilizada para efetuar o planejamento de materiais e da capacidade.

Entretanto, na grande maioria dos casos reais, as estratégias adotadas não são puras, como citado acima. A existência de múltiplos produtos, com diferentes componentes, fabricados em unidades produtivas distintas, utilizando as mais variadas tecnologias de processo faz com que uma combinação inteligente das estratégias puras seja buscada.

Esta fábrica produz 1965 itens finais distribuídos em nove categorias de produtos. O pico de produção ocorre nos meses de agosto, setembro e outubro, sendo em média quatro vezes maior do que o menor mês equivalente. O “lead time” de manufatura varia de três a cinco dias, dependendo da carga de trabalho na montagem e dos níveis de inventário de matéria-prima.

Esta grande quantidade de itens finais, aliados a sazonalidade da demanda, impossibilita a elaboração de uma previsão de vendas para produtos individuais. Além disso, a atitude da empresa sobre a demanda é sempre reativa, não exercitando as técnicas de produtos complementares, reservas com desconto de preço, promoções, entre outras, para adequar demanda e capacidade.

Para controlar as variações sazonais a empresa pratica a contratação de trabalhadores por prazo determinado, programação de horas extras e aumento da subcontratação de serviços durante os períodos de pico.

Logo, a Estratégia de Acompanhamento da Produção é a principal estratégia adotada pela Fábrica de Plantio da Baldan Implementos Agrícolas S.A. para atender as flutuações de demanda. Porém, o emprego das horas anualizadas possibilitará a utilização da Estratégia de Força de Trabalho Estável Variando as Horas Trabalhadas.

7.5. IMPLANTAÇÃO

A metodologia proposta foi validada através da aplicação dos dados reais derivados do sistema de manufatura descrito anteriormente. A seguir são seguidos, passo a passo, a proposta elaborada no capítulo 6 e algoritmo desenvolvido no item 6.5.3.2, onde a carga de trabalho e consequentemente o plano de vendas do período deve ser cumprido conforme estabelecido.

7.5.1 FORMAÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS

Em função da grande variedade de produtos os dados relativos à previsão de vendas já eram apresentados de forma agregada. Para formar a família de produtos da manufatura simplificou-se esse conceito, agrupando alguns produtos agregados, como ilustrado na figura 7.6. Para tanto considerou-se volume de horas, ocupação dos centros produtivos e amplitude da demanda.

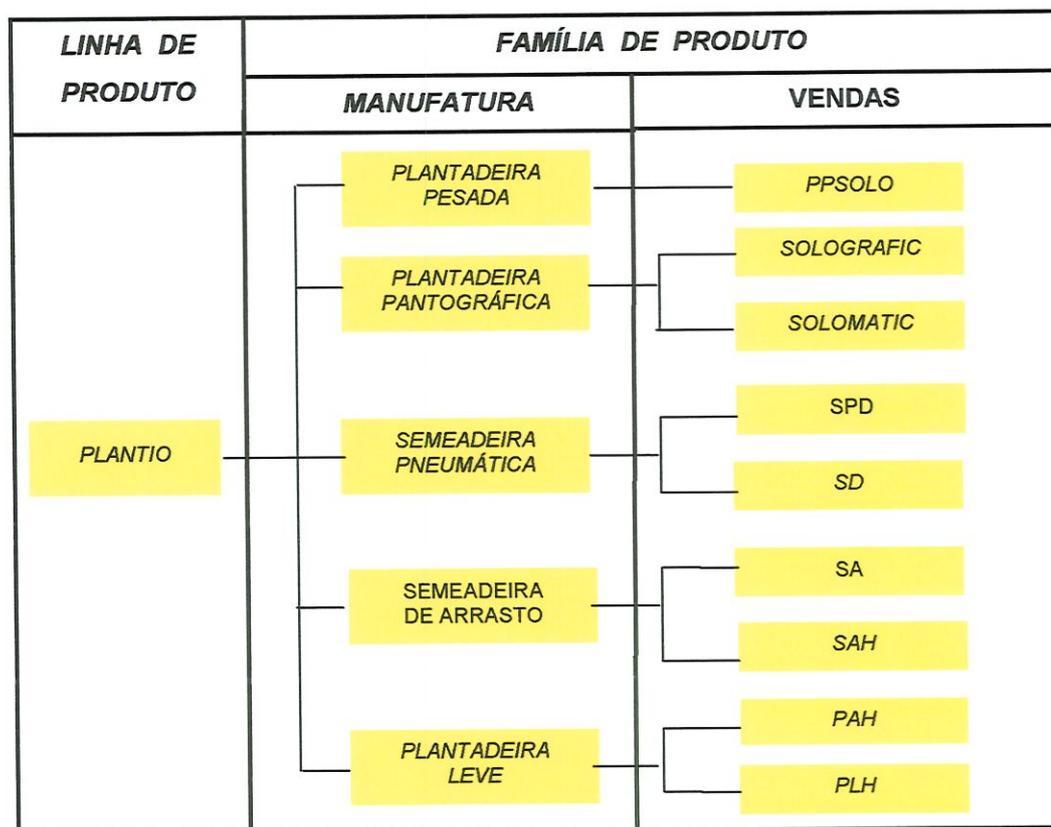


Figura 7.6 – Formação da família de produtos do plantio para a manufatura

7.5.2 HORAS DE FABRICAÇÃO

A tabela 7.4 mostra as horas de fabricação planejadas (G_{ic}) para produzir uma unidade de cada produto agregado (i) nos vários centros produtivos (c) da fábrica de plantio. Para compor este número determinou-se a participação percentual de cada membro da família de produto e calculou-se a média ponderada das horas de fabricação requerida por cada família de produto da manufatura.

Tabela 7.4 - Horas de fabricação por família de produto

Família de produtos	Horas					Total
	Célula Chassis	Célula Carrinhos	Célula Caixas	Montagem I	Montagem II	
P1 - Plantadeira Pesada	15	19	7	0	9	50
P2 - Plantadeira Pantográfica	23	36	9	0	14	82
P3 - Semeadeira Pneumática	13	15	11	0	12	51
P4 - Semeadeira de Arrasto	10	13	8	0	5	36
P5 - Plantadeira Leve	10	8	0	6	0	24

7.5.3 PREVISÃO DE VENDAS

A tabela 7.5 mostra os dados da previsão de demanda (Q_{it}), por família de produtos (i), mês a mês (t), para o ano de 1998, no início de janeiro, ou seja, no instante $t=1$.

Tabela 7.5 - Dados de demanda para $t=1$

Família de produtos	1998											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1 - Plantadeira Pesada	50	50	90	90	80	180	200	360	320	200	80	50
P2 - Plantadeira Pantográfica	2	2	5	5	2	10	10	20	40	40	5	0
P3 - Semeadeira Pneumática	10	30	30	20	20	20	20	20	20	20	0	0
P4 - Semeadeira de Arrasto	5	30	20	5	5	10	10	10	10	20	20	10
P5 - Plantadeira Leve	15	15	20	40	40	20	50	100	130	100	70	40

7.5.4 RELAÇÃO DE FUNCIONÁRIOS DIRETOS

Os dados relativos aos funcionários diretos que formavam o quadro de pessoal da Fábrica de Plantio no instante $t=1$, nos vários centros produtivos (c), são mostrados na tabela 7.6.

Tabela 7.6 - Funcionários diretos por centro produtivo no instante $t=1$

Centro Produtivo	Funcionários
Fábrica de chassis	16
Fábrica de caixas	12
Fábrica de carrinhos	29
Montagem I	11
Montagem II	19
<i>Total</i>	<i>87</i>

7.5.5 CONSTANTE DE CORREÇÃO DA CAPACIDADE

Na tabela 7.7 estão apresentados os dados pertinentes à constante de correção da capacidade para cada centro produtivo (K_c). Como o estudo dos métodos de trabalho é feito com base na experiência dos mestres de fábrica, e a empresa não utiliza técnicas de medição e apontamento do tempo, as constantes de correção da capacidade foram estimadas.

A Fábrica de Chassis apresenta, relativamente, a constante de correção mais pronunciada (80%). Isso porque é uma área de fabricação, onde solda é o processo predominante, sendo necessário fabricar uma grande gama de conjuntos, solicitando troca freqüente de dispositivos e muito manuseio.

A Fábrica de Carrinhos apresenta a constante de correção da capacidade menos intensa (90%). Nesta área, constituída por cinco linhas de montagem, a diversidade de conjuntos finais é significativamente menor, a movimentação é parcialmente automatizada e o fluxo uniforme.

Para a Fábrica de Caixas, Montagem I e Montagem II foi estimado uma constante de correção da capacidade mediana (85%). A Fábrica de Caixas é uma área de solda porém processa poucos tipos de conjuntos finais e apresenta fluxo regular. Já a Montagem I e Montagem II são as áreas de montagem final dos produtos, equipadas com diversos dispositivos modulares e fluxo constante.

Tabela 7.7 – Constantes de Correção da Capacidade

Centro Produtivo	Valor (%)
Fábrica de chassis	80
Fábrica de caixas	85
Fábrica de carrinhos	90
Montagem I	85
Montagem II	85
Média	85

7.5.6 CALENDÁRIO DE TRABALHO DA EMPRESA

O Calendário Mestre de Trabalho da empresa para o ano de 1998 é apresentado na tabela 7.8. Nele estão identificados os feriados nacionais, do Estado de São Paulo e da cidade de Matão, além do programa de férias coletivas agendado pela empresa.

Tabela 7.8 - Calendário de trabalho da empresa

1998																											
Janeiro							Fevereiro							Março							Abril						
D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S
					1	2	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7				1	2	3	4
3	4	5	6	7	8	9	8	9	10	11	12	13	14	8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11
10	11	12	13	14	15	16	15	16	17	18	19	20	21	15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18
17	18	19	20	21	22	23	22	23	24	25	26	27	28	22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25
24	25	26	27	28	29	30								29	30	31					26	27	28	29	30		
31																											
Maio							Junho							Julho							Agosto						
D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S
					1	2		1	2	3	4	5	6				1	2	3	4							1
3	4	5	6	7	8	9	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8
10	11	12	13	14	15	16	14	15	16	17	18	19	20	12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15
17	18	19	20	21	22	23	21	22	23	24	25	26	27	19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22
24	25	26	27	28	29	30	28	29	30					26	27	28	29	30	31	23	24	25	26	27	28	29	
31																					30	31					
Setembro							Outubro							Novembro							Dezembro						
D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S
		1	2	3	4	5				1	2	3	1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4	5	
6	7	8	9	10	11	12	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30				25	26	27	28	29	30	31	29	30						27	28	29	30	31		
Domingo							Feriados							Férias coletivas													

7.5.7 JORNADA DE TRABALHO E ACORDO ENTRE SINDICATO E EMPRESA

O Acordo Coletivo de Trabalho para a instituição do Sistema de Horas Anualizadas, firmado entre a Baldan Implementos Agrícolas S.A. e seus operários, representados pelo Sindicato dos Trabalhadores Metalúrgicos de Matão determinou:

- máximo de horas trabalhadas por funcionário por dia $R1 = 11$;
- mínimo de horas trabalhadas por funcionário por dia $R2 = 0$;
- máximo de horas trabalhadas por funcionário por semana $R3 = 55$;
- mínimo de horas trabalhadas por funcionário por semana $R4 = 0$;
- máximo de horas credoras por funcionário no sistema de horas anualizadas $R5 =$ não definido;
- máximo de horas devedoras por funcionário no sistema de horas anualizadas $R5 = 180$;
- realização do balanço do sistema de horas anualizadas no final dos doze meses, sendo necessário efetuar acerto do saldo de horas, sem a possibilidade de transportá-las para o próximo ano.

7.5.8 IMPLEMENTAÇÃO

Apesar do método desenvolvido ser multi-fábrica ou multi-centro produtivo, os dados e resultados serão apresentados de forma agregada, somente para a Fábrica de Plantio. Caso os quadros fossem mostrados para todos os centros produtivos, nos doze períodos, a quantidade de cálculos, tabelas e figuras seria muito extensa.

Além disso, a multifuncionalidade dos operadores, a proximidade do valor da constante de correção da capacidade e o pequeno número de funcionários diretos favorecem a agregação dos dados.

Optou-se por mostrar os resultados gerados pelo algoritmo período a período, na forma de tabelas. O objetivo é tornar visível o processo de planejamento e realização dos créditos e débitos das horas. A linha 1 mostra a *carga* ($Q_{it} * G_{ic}$). A linha 2 a *capacidade nominal corrigida* ($E_{tc} * J * D_t * K_c$). A linha 3 calcula a diferença total entre carga e capacidade. A linha 4 representa a diferença entre carga e capacidade dividida pelo número de funcionários (E_{tc}). A linha 5 mostra *saldo acumulado do banco de horas* (BH_{tc}) por funcionário. Linha 6 e 7 são utilizadas para realçar que no caso Baldan as horas credoras restringem o sistema de Horas Anualizadas. A linha 8 representa o *resíduo de horas* (Y_{tc}) não absorvido pelo sistema. E finalmente a linha 9 apresenta o saldo real médio existente no banco de horas por funcionário, considerando as restrições existentes e o perfil de carga e capacidade para todo o horizonte de planejamento.

Para o instante $t=1$, a tabela 7.9 exhibe os resultados obtidos. Apesar do acordo permitir que cada funcionário tivesse um saldo negativo de 180 horas no sistema de horas anualizadas, o perfil da demanda e as outras restrições legais da jornada de trabalho examinadas pelo algoritmo revelam que seria admissível somente 136,4 horas, frente as 279 horas

extraordinárias necessárias por funcionário, para cumprir o programa dos meses de pico (agosto, setembro e outubro). As diferenças não absorvidas pelas Horas Anualizadas são armazenadas no resíduo. Para todo o horizonte de planejamento o resultado mostra 16199 horas de ociosidade e 12563 horas de sobrecarga.

Tabela 7.9 – Resultados para t=1

Dados	L	1998											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Carga (xmil)</i>	1	3,7	5,6	7,6	7,1	6,3	11,7	13,4	23,4	23,8	17,4	6,8	3,8
<i>Capacidade nominal corrigida (xmil)</i>	2	6,5	12,4	13,7	13,0	13,0	13,7	15,0	13,0	13,7	13,7	13,0	8,5
<i>Ociosidade (-) ou Sobrecarga (+) (xmil)</i>	3	-2,8	-6,8	-6,0	-5,9	-6,7	-2,0	-1,6	10,4	10,1	3,7	-6,2	-4,7
<i>Ociosidade(-) / Sobrecarga(+) p/ func.</i>	4	-32,1	-77,5	-69,5	-68,5	-77,1	-23,1	-18,4	119,0	115,6	42,7	-71,5	-53,4
<i>Saldo acumulado BH p/ funcionário</i>	5	-32,1	-109,6	-179,1	-180,0	-180,0	-180,0	-180,0	-136,0	-89,8	-43,6	-115,1	-168,5
<i>Crédito permitido p/ funcionário</i>	6								44,0	46,2	46,2		
<i>Crédito acumulado permitido p/ func.</i>	7								44,0	90,2	136,2		
<i>Resíduo não absorvido pelo BH</i>	8				-5881	-6708	-2010	-1600	6525	6038			
<i>Saldo real médio p/ funcionário</i>	9												

A figura 7.7 exibe o relacionamento existente no decorrer do horizonte de planejamento entre carga versus capacidade e ociosidade/sobrecarga versus débito/crédito permitido. É possível verificar que somente parte das horas devedoras (ociosidade) poderá ser utilizada como horas credoras nos meses de pico (períodos 8, 9 e 10).

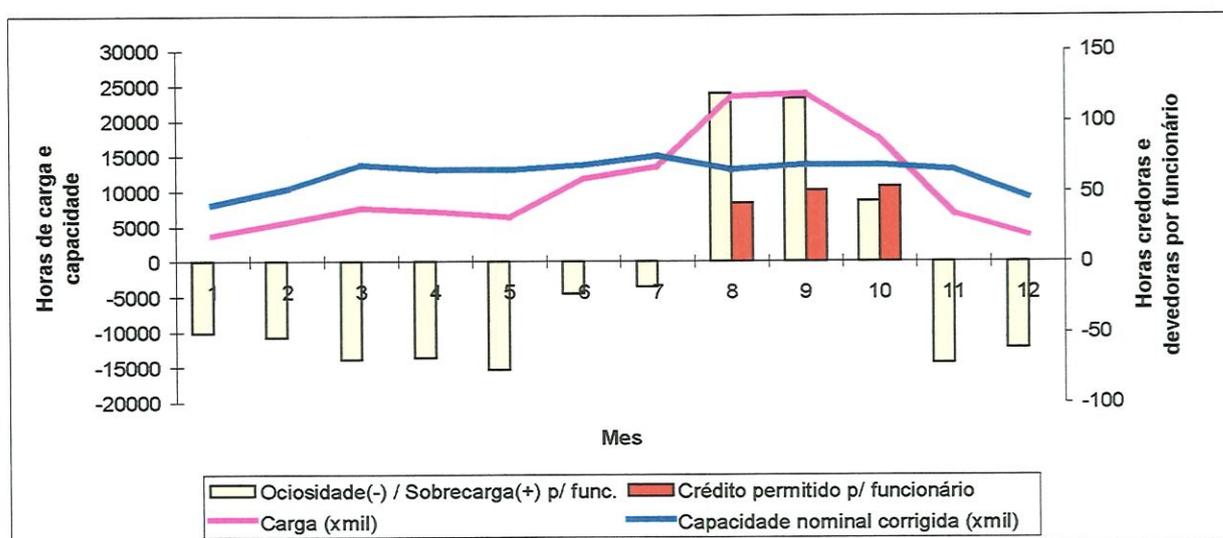


Figura 7.7 – Relacionamento de carga versus capacidade e ociosidade ou sobrecarga versus crédito horas permitido

A figura 7.8 ilustra os dados mostrados na tabela acima. Visualmente pode-se observar que as horas anualizadas resolvem a maior parte do problema de sobrecarga existente nos períodos 8, 9 e 10. Somente o período 9 apresenta uma sobrecarga de trabalho que excede os limites das horas anualizadas.

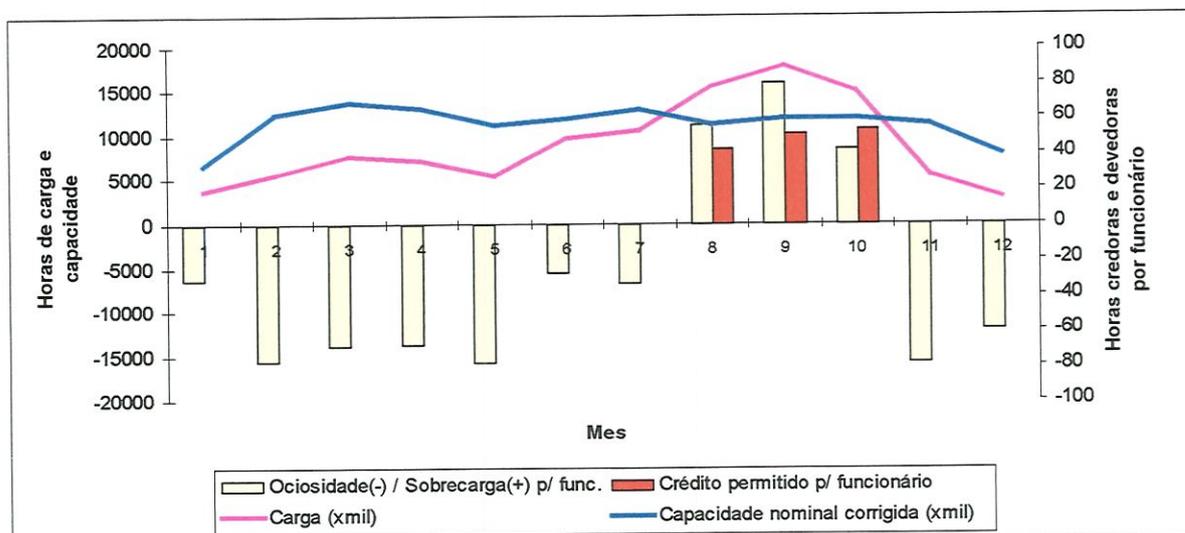


Figura 7.8 – Relacionamento de carga versus capacidade e ociosidade ou sobrecarga versus crédito horas permitido no instante t=5

7.5.9.5 Para t=6

A tendência de queda nas vendas de Plantadeiras Pesadas e Plantadeiras Leves persistiu durante o mês de maio (t=5). Resolveu-se diminuir as Plantadeiras Pesadas em 20 unidades e as Plantadeiras Leves em 110 unidades para os meses restantes. A previsão de demanda revisada é apresentada na tabela 7.18. O quadro de funcionários permaneceu com 75 operários.

Tabela 7.18 - Dados de demanda para t=6

Família de produtos	1998											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1 - Plantadeira Pesada	50	50	90	90	60	120	140	200	200	150	50	30
P2 - Plantadeira Pantográfica	2	2	5	5	2	10	10	20	40	30	10	5
P3 - Semeadeira Pneumática	10	30	30	20	20	20	20	20	20	20	0	0
P4 - Semeadeira de Arrasto	5	30	20	5	5	10	10	10	10	20	20	10
P5 - Plantadeira Leve	15	15	20	40	40	20	30	80	100	80	50	40

A tabela 7.19 mostra que somente 155,5 horas extraordinárias por funcionário, durante os meses de agosto, setembro e outubro são suficientes para execução do programa. Note que o saldo real de horas devedoras está no patamar de 62,9 horas. Os novos dados produziram somente resíduos de horas de sobrecarga, totalizando 2235 horas para o restante do horizonte de planejamento.

Tabela 7.19 – Resultados para t=6

Dados	L	1998											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Carga (xmil)</i>	1	3,7	5,6	7,6	7,1	5,3	8,7	9,9	14,9	17,1	14,4	4,8	2,8
<i>Capacidade nominal corrigida (xmil)</i>	2	6,5	12,4	13,7	13,0	11,2	11,8	12,9	11,2	11,8	11,8	11,2	7,3
<i>Ociosidade (-) ou Sobrecarga (+) (xmil)</i>	3	-2,8	-6,8	-6,1	-6,0	-5,9	-3,1	-3,0	3,7	5,3	2,7	-6,4	-4,5
<i>Ociosidade(-) / Sobrecarga(+) p/ func.</i>	4	-32,1	-77,5	-69,5	-68,5	-78,6	-41,3	-39,8	49,6	70,4	35,5	-85,2	-59,6
<i>Saldo acumulado do BH p/ funcionário</i>	5	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-104,2	-144,0	-100,0	-53,8	-7,6	-92,8	-152,4
<i>Crédito permitido p/ funcionário</i>	6								44,0	46,2	46,2		
<i>Crédito acumulado permitido p/ func.</i>	7								44,0	90,2	136,4		
<i>Resíduo não absorvido pelo BH.</i>	8								420	1815			
<i>Saldo real médio p/ funcionário</i>	9	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9							

7.5.9.6 Para t=7

A tendência de queda fez com que houvesse redução de 20 Plantadeiras Pesadas, 10 Plantadeiras Pantográfica e 5 Plantadeiras Leves. A tabela 7.20 mostra a previsão de vendas para os próximos períodos do ano. O quadro de funcionários conta com 78 colaboradores.

Tabela 7.20 - Dados de demanda para t=7

Família de produtos	1998											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1 - Plantadeira Pesada	50	50	90	90	60	120	120	200	200	150	50	30
P2 - Plantadeira Pantográfica	2	2	5	5	2	10	10	20	30	30	10	5
P3 - Semeadeira Pneumática	10	30	30	20	20	20	20	20	20	20	0	0
P4 - Semeadeira de Arrasto	5	30	20	5	5	10	10	10	10	20	20	10
P5 - Plantadeira Leve	15	15	20	40	40	20	25	80	100	80	50	40

A tabela 7.21 mostra os resultados para t=7. A redução da demanda tornou a amplitude do pico menos pronunciada. Os resultados mostram que seria necessário somente 110,5 horas extraordinárias por funcionário durante esses meses para atingir o plano de produção. O saldo de horas encontra-se agora em 70,1 horas. Os resultados apresentam um resíduo de 382 horas de sobrecarga para o período t=9.

Tabela 7.21 – Resultados para $t=7$

Dados	L	1998											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Carga (xmil)</i>	1	3,7	5,6	7,6	7,1	5,3	8,7	8,8	14,9	16,2	13,6	5,2	3,2
<i>Capacidade nominal corrigida (xmil)</i>	2	6,5	12,4	13,7	13,0	11,2	11,8	13,4	11,7	12,3	12,3	11,7	7,6
<i>Ociosidade (-) ou Sobrecarga (+) (xmil)</i>	3	-2,8	-6,8	-6,1	-6,0	-5,9	-3,1	-4,6	3,3	4,0	1,4	-6,4	-4,4
<i>Ociosidade(-) / Sobrecarga(+) p/ func.</i>	4	-32,1	-77,5	-69,5	-68,5	-78,6	-41,3	-59,2	41,9	51,1	17,5	-82,4	-55,8
<i>Saldo acumulado do BH p/ funcionário</i>	5	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1	-129,3	-87,4	-41,2	-23,7	-106,1	-161,9
<i>Crédito permitido p/ funcionário</i>	6								44,0	46,2	46,2		
<i>Crédito acumulado permitido p/ func.</i>	7								44,0	90,2	136,4		
<i>Resíduo não absorvido pelo BH.</i>										382			
<i>Saldo real médio p/ funcionário</i>	8	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1						

7.5.9.7 Para $t=8$

A tendência de declínio fez com que houvesse redução de 40 Plantadeiras Pesadas e 70 Plantadeiras Leves. A tabela 7.22 mostra a previsão de vendas para o restante do ano. O quadro de funcionários tem 76 operários.

Tabela 7.22 - Dados de demanda para $t=8$

Família de produtos	1998											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1 - Plantadeira Pesada	50	50	90	90	60	120	120	180	180	150	50	30
P2 - Plantadeira Pantográfica	2	2	5	5	2	10	10	20	30	30	10	5
P3 - Semeadeira Pneumática	10	30	30	20	20	20	20	20	20	20	0	0
P4 - Semeadeira de Arrasto	5	30	20	5	5	10	10	10	10	20	20	10
P5 - Plantadeira Leve	15	15	20	40	40	20	25	60	80	70	40	30

A tabela 7.23 mostra os resultados para $t=8$. A nova redução da demanda tornou a amplitude do pico ainda menor. Os resultados mostram que seria necessário somente 83,6 horas extraordinárias por funcionário durante esses meses para atingir o plano de produção. O saldo de horas reduziu-se para 55,3 horas. Os novos resultados não produzem resíduos. Vendas concentradas na última semana do mês de julho ocasionaram este fato.

Tabela 7.23 – Resultados para t=8

Dados	L	1998											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Carga (xmil)</i>	1	3,7	5,6	7,6	7,1	5,3	8,7	8,8	13,5	14,8	13,4	5,0	3,0
<i>Capacidade nominal corrigida (xmil)</i>	2	6,5	12,4	13,7	13,0	11,2	11,8	13,4	11,4	11,9	11,9	11,4	7,4
<i>Ociosidade (-) ou Sobrecarga (+) (xmil)</i>	3	-2,8	-6,8	-6,1	-6,0	-5,9	-3,1	-4,6	2,1	2,8	1,4	-6,4	-4,4
<i>Ociosidade(-) / Sobrecarga(+) p/ func.</i>	4	-32,1	-77,5	-69,5	-68,5	-78,6	-41,3	-59,2	27,5	37,1	19,0	-83,8	-57,9
<i>Saldo acumulado do BH p/ funcionário</i>	5	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1	-55,3	-27,8	9,3	28,3	-55,5	-113,4
<i>Crédito permitido p/ funcionário</i>	6								44,0	46,2	46,2		
<i>Crédito acumulado permitido p/ func.</i>	7								44,0	90,2	136,4		
<i>Resíduo não absorvido pelo BH</i>	8												
<i>Saldo real médio p/ funcionário</i>	9	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1	-55,3					

7.5.9.8 Para t=9

Uma grande redução de 110 Plantadeiras Pesadas foi providenciada para os próximos meses do ano. Os novos dados de demanda para os meses futuros são mostrados pela tabela 7.24. O quadro de funcionários reduziu-se. Agora existem 74 colaboradores.

Tabela 7.24 - Dados de demanda para t=9

Família de produtos	1998											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1 - Plantadeira Pesada	50	50	90	90	60	120	120	180	120	100	50	30
P2 - Plantadeira Pantográfica	2	2	5	5	2	10	10	20	30	30	10	5
P3 - Semeadeira Pneumática	10	30	30	20	20	20	20	20	20	20	0	0
P4 - Semeadeira de Arrasto	5	30	20	5	5	10	10	10	10	20	20	10
P5 - Plantadeira Leve	15	15	20	40	40	20	25	60	80	70	40	30

A tabela 7.25 apresenta os resultados para t=9. Teoricamente restariam somente dois meses de pico, mas os dados indicam que existirá ociosidade em outubro. A nova redução da demanda minimizou o pico e aumentou o vale de demanda em novembro e dezembro. Os resultados indicam que seria necessário somente 1,8 horas extraordinárias por funcionário durante o mês de setembro para atingir o plano de produção. O saldo de horas reduziu-se para 34,3 horas.

Tabela 7.25 – Resultados para t=9

Dados	L	1998											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Carga (xmil)</i>	1	3,7	5,6	7,6	7,1	5,3	8,7	8,8	13,5	11,8	10,9	5,0	3,0
<i>Capacidade nominal corrigida (xmil)</i>	2	6,5	12,4	13,7	13,0	11,2	11,8	13,4	11,4	11,6	11,6	11,1	7,2
<i>Ociosidade (-) ou Sobrecarga (+) (xmil)</i>	3	-2,8	-6,8	-6,1	-6,0	-5,9	-3,1	-4,6	2,1	0,1	-0,7	-6,1	-4,2
<i>Ociosidade(-) / Sobrecarga(+) p/ func.</i>	4	-32,1	-77,5	-69,5	-68,5	-78,6	-41,3	-59,2	27,5	1,8	-10,1	-82,0	-56,8
<i>Saldo acumulado do BH. p/ funcionário</i>	5	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1	-55,3	-34,3	-32,5	-42,6	-124,6	-181,4
<i>Crédito permitido p/ funcionário</i>	6								44,0	46,2	46,2		
<i>Crédito acumulado permitido p/ func.</i>	7								44,0	90,2	136,4		
<i>Resíduo não absorvido pelo BH</i>													104
<i>Saldo real médio p/ funcionário</i>	8	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1	-55,3	-34,3				

7.5.9.9 Para t=10

Novamente a família de Plantadeiras Pesadas apresenta desempenho inferior ao esperado. Decidiu-se fazer uma redução de 45 unidades para os próximos meses do ano. A tabela 7.26 mostra a previsão de demanda para os períodos restantes. Houve uma redução para 66 funcionários.

Tabela 7.26 - Dados de demanda para t=10

Família de produtos	1998											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1 - Plantadeira Pesada	50	50	90	90	60	120	120	180	120	80	30	25
P2 - Plantadeira Pantográfica	2	2	5	5	2	10	10	20	30	30	10	5
P3 - Semeadeira Pneumática	10	30	30	20	20	20	20	20	20	20	0	0
P4 - Semeadeira de Arrasto	5	30	20	5	5	10	10	10	10	20	20	10
P5 - Plantadeira Leve	15	15	20	40	40	20	25	60	80	60	40	30

A tabela 7.27 mostra os resultados para t=10. A nova redução da demanda minimizou o pico e aumentou o vale de demanda em novembro e dezembro. Os resultados mostram que seria necessário somente 0,3 horas extraordinárias por funcionário durante o mês de outubro para cumprir o plano de produção. O saldo de horas reduziu-se para 15,7 horas.

Tabela 7.27 – Resultados para t=10

Dados	L	1998											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Carga (xmil)</i>	1	3,7	5,6	7,6	7,1	5,3	8,7	8,8	13,5	11,8	9,6	4,0	2,7
<i>Capacidade nominal corrigida (xmil)</i>	2	6,5	12,4	13,7	13,0	11,2	11,8	13,4	11,4	11,6	10,4	9,9	6,4
<i>Ociosidade (-) ou Sobrecarga (+) (xmil)</i>	3	-2,8	-6,8	-6,1	-6,0	-5,9	-3,1	-4,6	2,1	0,1	-0,7	-5,9	-3,7
<i>Ociosidade(-) / Sobrecarga(+) p/ func.</i>	4	-32,1	-77,5	-69,5	-68,5	-78,6	-41,3	-59,2	27,5	1,8	-11,0	-89,0	-55,7
<i>Saldo acumulado do BH p/ funcionário</i>	5	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1	-55,3	-34,3	-15,7			
<i>Crédito permitido p/ funcionário</i>	6								44,0	46,2	46,2		
<i>Crédito acumulado permitido p/ func.</i>	7								44,0	90,2	136,4		
<i>Resíduo não absorvido pelo BH</i>	8												
<i>Saldo real médio p/ funcionário</i>	9	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1	-55,3	-34,3	-15,7			

7.5.9.10 Para t=11

A tabela 7.28 mostra a previsão de demanda quando t=11. Houve uma redução de 10 Plantadeiras Pesadas e 10 Plantadeiras Leves em relação a previsão anterior. Houve uma grande redução da mão-de-obra. Existem agora 54 funcionários.

Tabela 7.28 - Dados de demanda para t=11

Família de produtos	1998											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1 - Plantadeira Pesada	50	50	90	90	60	120	120	180	120	80	25	20
P2 - Plantadeira Pantográfica	2	2	5	5	2	10	10	20	30	30	10	5
P3 - Semeadeira Pneumática	10	30	30	20	20	20	20	20	20	20	0	0
P4 - Semeadeira de Arrasto	5	30	20	5	5	10	10	10	10	20	20	10
P5 - Plantadeira Leve	15	15	20	40	40	20	25	60	80	60	30	30

A tabela 7.29 mostra os resultados para t=11. A grande redução da mão-de-obra minimizou o vale de demanda em novembro e dezembro. O saldo de horas ficou credor em 8,7 horas por funcionário. É necessário reverter este quadro nos dois últimos meses do ano.



Tabela 7.29 – Resultados para t=11

Dados	L	1998											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Carga (xmil)</i>	1	3,7	5,6	7,6	7,1	5,3	8,7	8,8	13,5	11,8	9,6	3,5	2,5
<i>Capacidade nominal corrigida (xmil)</i>	2	6,5	12,4	13,7	13,0	11,2	11,8	13,4	11,4	11,6	10,4	8,1	5,3
<i>Ociosidade (-) ou Sobrecarga (+) (xmil)</i>	3	-2,8	-6,8	-6,1	-6,0	-5,9	-3,1	-4,6	2,1	0,1	-0,7	-4,6	-2,8
<i>Ociosidade(-) / Sobrecarga(+) p/ func.</i>	4	-32,1	-77,5	-69,5	-68,5	-78,6	-41,3	-59,2	27,5	1,8	-11,0	-84,6	-51,1
<i>Saldo acumulado do BH p/ funcionário</i>	5	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1	-55,3	-34,4	-15,7	8,7	-8,5	
<i>Crédito permitido p/ funcionário</i>	6								44,0	46,2	46,2		
<i>Crédito acumulado permitido p/ func.</i>	7								44,0	90,2	136,4		
<i>Resíduo não absorvido pelo BH</i>	8												
<i>Saldo real médio p/ funcionário</i>	9	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1	-55,3	-34,3	-15,7	8,7	-8,5	

7.5.9.11 Para t=12

A tabela 7.30 mostra a previsão de demanda quando t=12. Houve uma redução de 5 Plantadeiras Leves em relação a previsão anterior.

Tabela 7.30 - Dados de demanda para t=12

Família de produtos	1998											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1 - Plantadeira Pesada	50	50	90	90	60	120	120	180	120	80	25	20
P2 - Plantadeira Pantográfica	2	2	5	5	2	10	10	20	30	30	10	5
P3 - Semeadeira Pneumática	10	30	30	20	20	20	20	20	20	20	0	0
P4 - Semeadeira de Arrasto	5	30	20	5	5	10	10	10	10	20	20	10
P5 - Plantadeira Leve	15	15	20	40	40	20	25	60	80	60	30	25

A tabela 7.31 mostra os resultados para t=12. Fechou-se o ano com um saldo devedor de 18,4 horas por funcionário.

Tabela 7.31 - Resultados para t=12

Dados	L	1998											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Carga (xmil)</i>	1	3,7	5,6	7,6	7,1	5,3	8,7	8,8	13,5	11,8	9,6	3,5	2,4
<i>Capacidade nominal corrigida (xmil)</i>	2	6,5	12,4	13,7	13,0	11,2	11,8	13,4	11,4	11,6	10,4	8,1	5,3
<i>Ociosidade (-) ou Sobrecarga (+) (xmil)</i>	3	-2,8	-6,8	-6,1	-6,0	-5,9	-3,1	-4,6	2,1	0,1	-0,7	-4,6	-2,9
<i>Ociosidade(-) / Sobrecarga(+) p/ func.</i>	4	-32,1	-77,5	-69,5	-68,5	-78,6	-41,3	-59,2	27,5	1,8	-11,0	-84,6	-53,4
<i>Saldo acumulado do BH p/ funcionário</i>	5	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1	-55,3	-34,3	-15,7	8,7	-8,5	-61,9
<i>Crédito permitido p/ funcionário</i>	6								44,0	46,2	46,2		
<i>Crédito acumulado permitido p/ func.</i>	7								44,0	90,2	136,4		
<i>Resíduo não absorvido pelo BH</i>													
<i>Saldo real médio p/ funcionário</i>	8	-1,2	-13,7	-35,8	-40,8	-62,9	-70,1	-55,3	-34,3	-15,7	8,7	-8,5	-18,4

7.5.10 MOVIMENTAÇÃO DO SISTEMA DE HORAS ANUALIZADAS

A tabela 7.32 e a figura 7.9 mostram as movimentações ocorridas no sistema de Horas Anualizadas no decorrer do mês. As movimentações de crédito em período de baixa demanda foram feitas para combater sazonalidade de curto prazo (diária ou semanal) e recuperar atrasos de produção. As movimentações de débito em período de pico foram efetuadas para resolver problemas sociais do trabalhador.

Tabela 7.32 - Lançamentos de crédito e débito

Lançamentos	1998											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Débito</i>	234,6	1639,1	2423,0	664,2	1453,2	1137,8	200,8	185,3	251,6	309,6	1289,7	667,2
<i>Crédito</i>	128,3	555,6	499,8	226,0	286,3	528,1	1211,5	1893,6	1700,7	2042,9	259,0	130,7

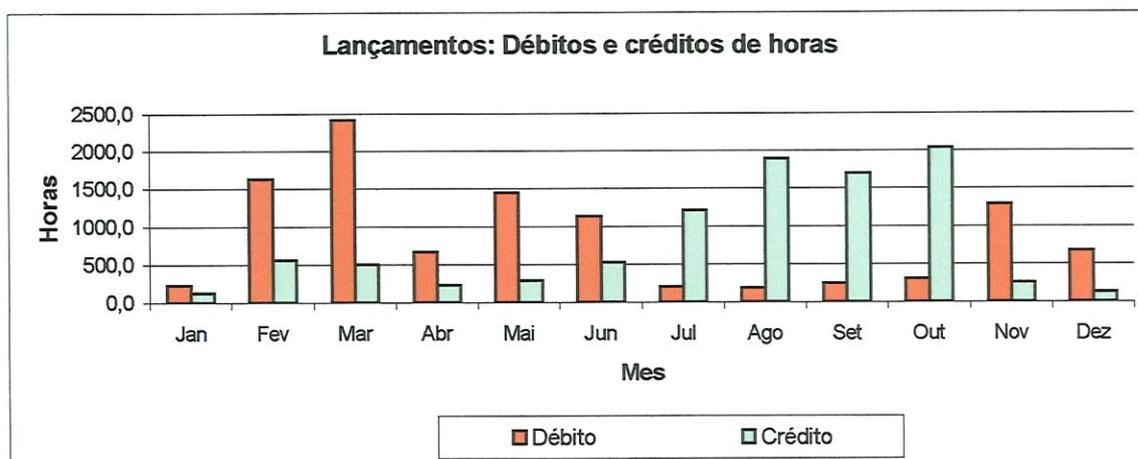


Figura 7.9 - Lançamentos de crédito e débito

8. RESULTADOS

Neste capítulo serão mostrados os resultados alcançados após a implantação do Sistema de Horas Anualizadas, fundamentado pelo modelo proposto no capítulo 6 e pelo algoritmo desenvolvido no item 6.5.3.2 e implementado na Baldan Implementos Agrícolas S.A. a partir de janeiro de 1998.

A seguir são apresentados resultados tangíveis ou intangíveis advindos da abordagem utilizada para efetuar a medição. Fazem parte dos resultados tangíveis os parâmetros passíveis de quantificação, como número de horas extras, rotatividade de pessoal, funcionários subcontratados, entre outros fatores. Por outro lado, resultados intangíveis são aqueles que não podem ser mensurados de maneira direta, entretanto são igualmente importantes para o sucesso da operação, como flexibilidade, competitividade, satisfação dos funcionários, entre outros.

8.1 RESULTADOS TANGÍVEIS

Até o final de 1996 os dados da empresa eram escassos e armazenados de forma global, não obedecendo a uma segregação por unidade de negócios e família de produtos. Logo, recuperou-se apenas os dados de 1997, comparando-os com 1998, ano de implantação do sistema de Horas Anualizadas.

Cabe ressaltar que as Horas Anualizadas tornaram factível a melhoria de diversos resultados operacionais, mas outros elementos auxiliaram-na neste processo. Fatores externos, como a menor variação da demanda ocorrida em 1998, e fatores internos, como a sedimentação das técnicas de gerenciamento da operação auxiliaram neste ponto. Em se tratando de um caso real, não foi possível isolar os fatores e identificar somente a influência das horas anualizadas sobre os resultados operacionais.

8.1.1 HORAS DEVEDORAS RESTANTES

O objetivo do algoritmo é minimizar o resíduo de horas existente no sistema de Horas Anualizadas no final do ano. É muito difícil tornar o saldo igual a zero no final do horizonte de planejamento, devido a erros de previsão de demanda, picos e vales de demanda localizados, valor das restrições, heterogeneidade da mão-de-obra, entre outros fatores.

Em virtude destas razões restaram 993,4 horas devedoras no sistema de Horas Anualizadas. Frente as horas extras realizadas no período anterior o valor é expressivamente baixo.

Além disso, sob o enfoque da produtividade, é indicado que os funcionários não fiquem inativos, ociosos ou ineficientes no chão-de-fábrica devido à inexistência de demanda. Por esse motivo, uma das orientações do sistema AH da Baldan Implementos Agrícolas S.A era receber essas horas devedoras caso houvesse demanda, não forçando o funcionário a pagá-las somente para zerar o saldo.

O algoritmo mostrou-se eficaz. Não foi necessário construir um saldo devedor de 180 horas, como permitido pelo acordo. Inicialmente, para $t=1$, projetou-se -136,4 horas, mas a retração da demanda diminuiu este número. Atingiu-se -70,1 horas para $t=6$.

Fatores negativos, como inércia da chefia da produção para ajustar diariamente a capacidade à carga e grandes oscilações na demanda de curto prazo (semana e/ou dia) influenciaram para que a meta não fosse atingida.

Fatores positivos também atuaram com elemento de ajuste no decorrer do período. Como empréstimos de funcionários para outros centros produtivos, programas de manutenção de máquinas e equipamentos, programas de arrumação, organização e limpeza, além de ênfase em treinamento operacional, como acompanhamento nos serviços de assistência técnica, cursos de medidas, medições, tolerâncias, procedimentos da qualidade, entre outros.

8.1.2 HORAS EXTRAS (HORAS CREDORAS)

O principal resultado advindo das Horas Anualizadas foi a redução das horas extras. Existia na empresa uma cultura de horas extras, utilizada pelos funcionários para compor o salário e aumentar o padrão de vida. O descontinuação dessa cultura foi propiciado pela introdução das Horas Anualizadas e pela transformação da chefia de fábrica em livre acesso, liberando-os de marcar cartão de ponto.

A tabela 8.1 mostra os dados reais relativos à evolução das horas extras no decorrer do ano e a tabela 8.2 ilustra dados comparativos entre os anos de 1998 e 1999. Em virtude de existir alteração no número de funcionários diretos entre os anos de 97 e 98, calculou-se a média dos índices para comparação e análise dos resultados.

Tabela 8.1 – Horas extras

Dados	Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Tot
Horas (h)	97	25	48	32	19	52	243	823	1213	2506	4015	640	84	9700
	98	13	12	0	13	27	0	23	0	34	21	0	0	143
Valor (R\$xmil)	97	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	1,2	3,8	5,0	11,2	17,9	3,6	0,5	44,1
	98	0,1	0,1	0	0,1	0,3	0	0,2	0	0,2	0,3	0	0	1,3

Tabela 8.2 – Análise comparativa dos dados de horas extras de 1997 e 1998

Dados	97 (A)	98 (B)	Diferença (A) – (B)	% Diferença
Quantidade de funcionários diretos	87	54	33	-38
Salário médio funcionários diretos (R\$xmil)	0,60	0,60	0	0
Total de horas extras anual (h)	9700	143	9557	98
Valor total horas extras no ano (R\$ x mil)	44,1	1,3	42,8	97
Média horas extras /funcionário/ano	111,5	2,7	108,8	98
Média salário extra /funcionário/ano (R\$xmil)	0,82	0,05	0,77	94
Salários extras	1,37	0,08	1,29	94

Pode ser observado que:

- houve uma redução de 108,8 horas extras por funcionário (de 111,5 h em 1997 para 2,7 h em 1998), representando uma diminuição de 98%, praticamente eliminando a figura da hora extra;
- houve uma economia de R\$ 770,00 por funcionário (de R\$ 820,00 em 1997 para R\$ 50,00 em 1998), representando uma redução de 94% dos gastos com horas extras;
- redução da quantidade de salários devido à hora extra em 94%; em 1997 os funcionários receberam 1,37 salários referentes à hora extra; em 1998 receberam somente 0,08 salários;
- as 143 horas extras do ano de 1998 não foram transformadas em horas anualizadas porque foram trabalhadas fora do limite imposto pelas restrições acordadas com os funcionários e o Sindicato dos Trabalhadores.

8.1.3 ABSENTEÍSMO

Ao permitir que o funcionário também faça uso das horas anualizadas para resolver situações inesperadas causadas por problemas familiares, razões sociais ou adoecimento momentâneo, o contrato de trabalho anual auxilia na redução do absenteísmo.

A tabela 8.3 mostra que ocorreu uma redução significativa de 42% no absenteísmo. Apesar da redução, este índice permanece num patamar elevado, demonstrando que diversas causas estruturais do absenteísmo não foram eliminadas com a implantação das Horas Anualizadas.

Tabela 8.3 – Percentual de absenteísmo

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Med
97	3,90	3,82	4,51	3,64	1,90	5,26	3,62	2,78	3,03	3,63	4,61	5,52	3,85
98	1,44	3,10	3,05	3,33	3,25	2,18	1,94	2,12	1,09	1,5	2,31	1,67	2,25

8.1.4 CONTRATO DE TRABALHO POR PRAZO DETERMINADO

Na medida que uma reserva de horas de capacidade é criada para ser utilizada num possível aumento da demanda, o emprego do Contrato de Trabalho por Prazo Determinado, como técnica para combater oscilações da demanda pode ser minimizado, ou até mesmo eliminado, principalmente em situações de pequena sazonalidade e restrições trabalhistas menos apertadas.

A tabela 8.4 demonstra este fato, com as horas anualizadas auxiliando na diminuição do Contrato de Trabalho por Prazo Determinado em 53% em 1998, comparativamente ao ano de 1997.

Tabela 8.4 - Funcionários contratados por prazo determinado

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Med	Red (%)
97								15	15	15			3,75	
98		3	3	3				4	4	4			1,75	53

8.1.5 ROTATIVIDADE DE FUNCIONÁRIOS

As horas anualizadas é uma técnica que facilita a realização de um pacto intra-empresarial entre a empresa e seus trabalhadores, pelo qual a empresa compromete-se a proporcionar uma maior segurança e estabilidade de empregos e os empregados a colaborar com a prática utilizada.

Infelizmente, devido a uma baixa realização da demanda planejada a Baldan Implementos Agrícolas S.A. demitiu alguns funcionários do seu quadro de pessoal, adequando a capacidade à nova realidade de mercado. Merece ser ressaltado que as horas anualizadas são realmente efetivas para pequenas alterações na demanda. Grandes alterações requerem outras práticas para ajuste de capacidade e demanda.

Tabela 8.5 – Rotatividade de funcionários

Dados	Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Tot
Contratação	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Demissão	7	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	27	3	37
Contratação	9	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Demissão	8	0	0	0	0	12	0	0	2	2	8	12	0	34

8.2 RESULTADOS INTANGÍVEIS

Diversos benefícios oriundos deste trabalho, que na sua forma final culminou no desenvolvimento de um sistema de horas anualizadas, são de natureza intangível.

8.2.1 FLEXIBILIDADE

Antes de investir em novas tecnologias de processo, que geralmente implicam em pesadas somas financeiras, a empresa deve extrair todos os frutos, ou pelo menos grande parte, dos métodos gerenciais. Somente após a obtenção de melhoria na qualidade e na produtividade, via métodos gerenciais, é que a empresa saberá onde estão as suas reais deficiências em hardware.

As horas anualizadas é uma técnica gerencial que traz flexibilidade a empresa. Ao flexibilizar a jornada de trabalho permite a adaptação do volume da força de trabalho à demanda requerida, atendendo melhor aos pedidos dos clientes.

8.2.2 PRAZO DE ENTREGA

A competição em prazo de entrega é um campo de importância crescente na medida em que os sistemas migram na direção ETO, que os clientes reduzem seus estoques e desejam operar “just-in-time”.

Isto implica que para ser competitivo é essencial reduzir os “lead times”, diminuir o intervalo entre as entregas e apresentar confiabilidade no prazo de entrega negociado. As horas anualizadas auxiliam na busca destes requisitos, além de criar uma reserva de capacidade para absorver novas vendas, muitas delas promissoras, pagando um prêmio extra para ter seus pedidos atendidos.

8.2.3 CAPACITAÇÃO DO PESSOAL

As horas anualizadas viabilizam que uma maior ênfase seja dada à capacitação técnica e treinamento do pessoal em decorrência de:

- implementar a estratégia da força de trabalho estável variando as horas trabalhadas, denotando que não é objetivo da empresa efetuar dispensa do pessoal;
- facilitar a permanência do pessoal, tornando realmente efetivo o retorno sobre o investimento feito em treinamento;
- ao buscar a homogeneização do saldo das horas anualizadas dos funcionários requer que os operadores desempenhem múltiplas funções na linha de produção.

8.2.4 TRANSFORMAR MÃO DE OBRA EM CUSTO FIXO

O custo da mão-de-obra sempre foi considerado variável, pois a quantidade de operários era alterada na proporção da oscilação do volume da produção. Contratava-se quando a produção precisava crescer; demitia-se quando as vendas caíam. Por isso a rotatividade dos operários sempre foi maior que a de funcionários administrativos.

Com uma certa estabilidade de emprego para grande parte do pessoal, este custo transforma-se em fixo e independe do volume de produção. Num ambiente de custo variável a preocupação da alta administração é reduzir despesa com pessoal. Agora, num ambiente de custo fixo é aumentar as vendas para poder amortizá-las. Essa mudança é fundamental.

8.2.5 MUDANÇAS CULTURAIS

A flexibilização da jornada de trabalho possibilitou a criação de uma cultura com ênfase no desenvolvimento pessoal, autonomia e aceitação da mudança. Pode-se citar:

- fim da cultura das horas extras;
- minimização do uso de estoques para atender demanda e/ou cobrir ineficiências operacionais;
- eliminação ou minimização da política de contratar e demitir constantemente;
- administração participativa na elaboração do programa de rodízio e compensações dentro de cada unidade produtiva;
- ênfase no ser humano como recurso fundamental para o sucesso da empresa.

8.2.6 MELHORIA DO PROCESSO

Como este sistema está integrado com outras partes do sistema de Planejamento Hierárquico da Produção uma de suas principais características é suportar o processo de decisão do planejamento da capacidade, servindo para investigar a estabilidade do plano de produção com respeito aos erros de previsão de demanda, assumindo diferentes perfis de demanda.

9. CONCLUSÃO

A revisão bibliográfica deste trabalho mostrou que a mudança constante nos padrões de demanda impele a manufatura na direção dos sistemas ETO. Logo é inviável a utilização de estoques para acomodação da demanda, agravando um dos eternos problemas do gerenciamento da produção: compatibilidade entre a demanda de produtos e a capacidade industrial.

Nesse cenário de freqüentes alterações nas configurações do mercado e consequentemente no ambiente de manufatura, os conceitos de flexibilidade e capacidade de produção tornam-se extremamente relevantes. Sua relação, interação e interdependência devem ser estudadas para implementar a estratégia de negócios definida pela alta administração.

Particularmente, para as empresas ATO e MTO a capacidade é o tema central do planejamento da produção. Já a flexibilidade habilita as companhias a reagirem rapidamente as alterações marginais ocorridas na demanda. Ambas desempenham um papel estratégico e relevante para a competitividade e sobrevivência das empresas.

Neste contexto, o planejamento da capacidade flexibilizado através das horas anualizadas demonstrou ter grande valor. Em função de possibilitar que pequenos incrementos ou decrementos de capacidade fossem executados de forma fácil, simples e não onerosa viabiliza a acomodação da demanda e um melhor desempenho das entregas com baixo custo.

O trabalho de pesquisa bibliográfica realizado mostra que o tema pode ser considerado ainda bastante incipiente e carente de pesquisas. Na pouca literatura obtida, a maioria dos autores ressalta apenas as vantagens de se utilizar o AH; alguns esclarecem os passos para o estabelecimento do sistema, mas não de forma detalhada; enquanto outros apenas mencionam a importância de ligar AH com planejamento da capacidade.

Este trabalho procurou estabelecer mecanismos que suportem a utilização das Horas Anualizadas, não somente como mais uma técnica aplicada de forma aleatória, pontual e reativa. Para extrair todas as vantagens advindas desta ferramenta é imprescindível que sua implantação, e posteriormente sua operação, sejam feitas de modo planejado, efetivando estratégias de negócios, realçando prioridades competitivas e respeitando peculiaridades operacionais.

Para se atingir esse objetivo, diferentes áreas de interesse da manufatura, como Planejamento Hierárquico da Produção, Estratégias de Planejamento da Produção, Estratégias de Resposta à Demanda e Planejamento da Capacidade foram pesquisados a fim de viabilizar a otimização da AH. Durante esta pesquisa foi observado que os trabalhos existentes abordam AH de forma isolada, como uma técnica circunstancial que traz flexibilidade à jornada de trabalho, ao estendê-la em períodos de pico e reduzi-la em períodos de refluxo.

É importante ressaltar que as metodologias de formulação e implementação do planejamento agregado da capacidade devem ser adequadas à realidade de cada empresa. Cada empresa deve desenvolver uma metodologia que contemple suas particularidades, como estratégia de produção, características dos produtos, perfil da demanda, concorrência, entre outros fatores.

Este trabalho preocupou-se em efetuar uma modelagem realística do problema, criando uma abordagem que auxiliasse o gerenciamento a efetuar o Planejamento da Capacidade Bruta (RCCP – Rough-Cut Capacity Planning) durante um determinado horizonte de planejamento.

O modelo desenvolvido, integrando o conceito de Horas Anualizadas dentro do planejamento da capacidade, demonstrou ser um elemento que:

- gera flexibilidade de capacidade de produção em termos de volume;
- contribui para nivelar a demanda e a capacidade durante um determinado horizonte de planejamento;
- conecta a estratégia de negócios e planejamento da capacidade com as decisões operacionais.

Validar um sistema complexo é um problema científico extremamente difícil. Em geral, a aceitação gerencial da validade do modelo é uma consideração significativa do ponto de vista de implementação. Em um ano, durante o qual este modelo foi desenvolvido, uma considerável interação entre os desenvolvedores e os gerentes de topo da empresa ocorreu. Para validar o modelo utilizou-se da experiência e conhecimento dos gerentes, de técnicas analíticas da ciência do gerenciamento e de sua implementação propriamente dita.

A lógica básica atrás do conceito de horas anualizadas é extremamente simples, fácil de aplicar e produz resultados rápidos e imediatos. Tal simplicidade não deve mascarar o poder e o escopo da técnica. Caso aplicada de forma integrada e sistêmica, ela pode auxiliar na busca permanente da competitividade e a efetuar profundas mudanças organizacionais.

Provavelmente as maiores contribuições de uma tese acadêmica devam ser suas sugestões para a realização de futuros trabalhos e pesquisas, a partir do trabalho nela desenvolvido. Com esse objetivo pode-se listar algumas sugestões, tanto de caráter genérico como de caráter específico:

- estudar qual a faixa de variação da capacidade sobre a qual as Horas Anualizadas obtêm seu melhor desempenho;
- estudar o inter-relacionamento entre diferentes padrões de demanda cíclica e não-cíclica, diferentes níveis de capacidade e múltiplas faixas de restrições para uso das horas anualizadas, analisando comparativamente os resultados;

- acrescentar o conceito de multifuncionalidade do operador no modelo, tornando-o uma variável de decisão, ao permitir que ocorram deslocamento de mão-de-obra entre os centros de trabalhos identificados;
- realizar trabalhos sobre qual estratégia de produção devem ser adotadas pelas empresas, nos diferentes tipos de sistemas produtivos;
- pesquisar os impactos da flexibilidade da jornada de trabalho sobre as atividades de Planejamento da Produção e Controle da Produção;
- comparar Estratégia de Resposta à Demanda versus Estratégia de Planejamento da Produção;
- definir famílias de produtos para planejamento da produção.

Como foi mencionado anteriormente, esta tese foi direcionada para empresas de manufatura pertencentes aos sistemas de produção ATO e MTO. No entanto, os conceitos aqui aplicados podem ser aproveitados para os sistemas de produção MTS e ETO e empresas do setor de serviços. Porém, cabe ressaltar, que algumas adaptações serão necessárias.

Em empresas MTS, numa primeira fase, o estoque é utilizado para absorver as flutuações da demanda. Caso variações expressivas ocorram pode-se aplicar o conceito de horas anualizadas, para evitar a formação excessiva de estoque. Logo, alterações devem ser efetuadas para cálculo da carga, agora balizado pelo plano de estoque, e acréscimo de restrições referentes ao estoque.

Em empresas ETO e de serviços é extremamente difícil prever as horas a serem consumidas pelos futuros projetos. Deste modo, os benefícios advindos da aplicação das Horas Anualizadas como técnica do planejamento da capacidade de médio prazo podem não se concretizar. Porém, é perfeitamente factível aproveitar a flexibilidade de curto prazo oferecida pelo sistema.

BIBLIOGRAFIA

- ADIL, G. K. (1998). Concurrent consideration of product design, process planning and production planning activities. Production Planning & Control, v. 9, n. 2, p. 167-175.
- AGHEZZAF, E.H.; ARTIBA, A. (1998). Aggregate planning in hybrid flowshop. International Journal of Production Research, v. 36, n. 9, p. 2463-2477.
- ALLEN, S.J.; SCHUSTER, E.W. (1994). Practical production scheduling with capacity constraints and dynamic demand: family planning and disaggregation. Production and Inventory Management Journal, v. 35, n. 4, p. 15-21.
- ALLORA, F.; ALLORA, V. (1995). Unidade de medida de produção: para custos e controles gerenciais da fabricação. São Paulo, Pioneira.
- ANON, A. (1999). Make it your way. Manufacturing Systems, v. 17, n.1, p. 78-83.
- ANTHONY, R. N. (1965). Planning and control systems: a framework for analysis. Cambridge, Harvard University, Graduate School of Business Administration, MA.
- ARER, M.M.; OZDEMIREL, N.E. (1999). Simulation of capacity expansion and sequencing alternatives for a sheet metal producer. Journal of the Operational Research Society, v. 50, n. 6, p. 596-607.
- ARONSO, J.E.; MORTON, T.E.; THOMPSON, G.L. (1984). A forward algorithm and planning procedure for the production smoothing problem without inventory. European Journal of Operational Research, v. 15, n. 3, p. 348-365.
- BAKER, K. (1977). An experimental study of the effectiveness of rolling schedules in production planning. Decision Sciences, v. 8, n. 1, p. 19-27.
- BANERJEE, S.K. (1997). Methodology for integrated manufacturing planning and control systems design. In A. ARTIBA, S.E. ELMAGHRABY (Eds). The planning and scheduling of production systems: methodologies and applications. Chapman & Hall, p. 54-87.
- BALAKRISHNAN, N., PATTERSON, J.W., SRIDHARAN, S.V. (1999). Robustness of capacity rationing policies. European Journal of Operational Research, v. 115, n.2, p. 328-338.
- BALAKRISHNAN, N., SRIDHARAN, S.V., PATTERSON, J.W. (1996). Rationing capacity between two product classes. Decision Sciences, v. 27, n. 2, p. 185-214.
- BEAN, J.C.; SMITH, R.L. (1985). Optimal capacity expansion over an infinite horizon. Management Science, v. 31, n. 12, p. 1523-1532.

- BEDWORTH, D.D., BAILEY, J.E. (1987). Integrated production and control systems. 2nd ed., New York, John Wiley.
- BEHNEZHAD, A.R., KHOSHNEVIS, B. (1996). Integration of machine requirements planning and aggregate production planning. Production Planning & Control, v.7, n.3, p. 292-298.
- BENJAAFAR, S.; GUPTA, D. (1998). Scope versus focus : issues of flexibility, capacity and number of production facilities. IIE Transactions, v. 30, n. 5, p. 413-425.
- BERGSTRON, G.L.; SMITH, B.E. (1970). Multi-item production planning – an extension of the HMMS rules. Management Science, v. 16, n. 10, p. B614-B629.
- BERRY, W.L., SCHMITT, T.G., VOLLMANN, T.E. (1982). Capacity planning techniques for manufacturing control systems: information requirements and operational features. Journal of Operations Management, v. 3, n. 1, p. 13-25.
- BERTERO, C.O. (1995). Rumos da Estratégia Empresarial. Revista de Administração de Empresas – Light, p. 20-25, mar-abr, Suplemento.
- BEVERSLUIS, W.S., JORDAN, H.H. (1995). Using a spreadsheet for capacity planning and scheduling. Production and Inventory Management Journal, v. 36, n. 2, p.12-16.
- BILLINGTON, P.; MC CLAIN, J.O; THOMAS, L.J. (1983). Mathematical programming approaches to capacity-constrained MRP systems: review, formulations and problem reduction. Management Science, v. 29, n. 10, p. 1126-1141.
- BISCHAK, D.P. (1996). Performance of a manufacturing module with moving workers. IIE Transactions, v. 28, n. 9, p. 723-733.
- BITRAN, G.R.; HAX, A.C. (1977). On the design of hierarchical production planning systems. Decision Sciences, v. 8, p. 28-55.
- BITRAN, G.R.; HAX, A.C. (1981). Disaggregation and resource allocation using convex knapsack problems. Management Science, v. 27, p. 431-441.
- BITRAN, G.R.; HAAS, E.; HAX, A.C. (1981). Hierarchical production planning: a single stage system. Operation Research, v. 29, n. 4, p. 717-743.
- BITRAN, G.R., TIRUPATI, D. (1993). Hierarchical Production Planning. In GRAVES, S.C., RINNOOY KAN, A.H.G., ZIPKIN, P.H. (Eds.) Handbook in operational research and management science. Amsterdam, Elsevier Science, v. 4, p. 523-568.
- BITRAN, G.R.; HAAS, E.A., MASTSUO, H. (1986). Production planning of style goods with high set-up costs and forecast revisions. Operations Research, v. 34, n. 2, p. 226-236.
- BLACKSTONE, J.H. (1989). Capacity management. Ohio, South-Western,.
- BLOIS, K.J. (1991). Trends in the marketing and their implications for manufacturing. International Journal of Technology Management :, v. 6, n. 3 / 4, p. 385-394. Special Issue on Manufacturing Strategy.
- BOWERS, M.R., JARVIS, J.P. (1992). A Hierarchical Production Planning and Scheduling Model. Decision Sciences, v. 23, p. 144-159.

- BRETTTHAUER, K.M. (1996). Capacity planning in manufacturing and computers networks. European Journal of Operational Research, v. 91, p. 386-394.
- BRETTTHAUER, K.M.; CÔTÉ, M.J. (1996). Nonlinear programming for multiperiod capacity planning in a manufacturing system. European Journal of Operational Research, v. b. 96, n. 1, p. 167-179.
- BUFFA, ELWOOD S. & SARIN, RAKESH K. (1987). Modern production / operations management. 8nd. ed., New York, John Wiley.
- BUSS, A.H., LAWRENCE, S.R., KROPP, D.H. (1994). Volume and capacity interaction in facility design. IIE Transactions, v. 26, n.4, p.36-49.
- BUXEY, G. (1993). Production planning and scheduling for seasonal demand. International Journal of Operations & Production Management, v. 13, n. 7, p. 4-21.
- BYRNE, M.D.; BAKIR, M.A. (1999). Production planning using a hybrid simulation – analytical approach. International Journal of Production Economics, v. 59, n. 1, p. 305-311.
- CHAKRAVARTY, A.K., BALAKRISHNAN, N. (1998). Reacting in real-time to production contingencies in a capacitated flexible cell. European Journal of Operational Research, v. 110, p. 1-19.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; MELLON, J.B. (1955). A model for optimizing production by reference to cost surrogates. Econometrica, v. 23, p. 307-323.
- CHASE, R.B; AQUILANO, N.J. (1995). Production and operations management: manufacturing and services. 7th ed., Chicago, McGraw-Hill.
- CHIAVENATO, I. (1994). Administração: teoria, processo e prática. 2^a ed., São Paulo, Makron Books.
- CIARALLO, F.W.; AKELLA, R.; MORTON, T.E. (1994). A periodic review, production planning with uncertain capacity and uncertain demand – optimality of extended myopic policies. Management Science, v. 40, n. 3, p. 320-332.
- CONTADOR, J.C. (1995). Recomendações sobre o processo de planejamento estratégico. Revista de Administração de Empresas, v. 35, n. 3, p.39-48.
- CONTADOR, J.C. (1996). Modelo para aumentar a competitividade industrial: a transição para a gestão participativa. São Paulo, Edgard Blücher.
- CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N. (1994). Just in Time, MRP e OPT: um enfoque estratégico. São Paulo, Atlas S.A.
- CRITTENDEN, V. (1992). Close the Marketing / Manufacturing Gap. Sloan Management Review, v. 33, p. 41-52.
- CURRAN, P. (1992). Annual hours brings productivity boost to spicers. Management Services, July, p. 32-33.
- DAMANPOUR, F., GOPALAKRISHNAN, S. (1998). Theories of organizational structure and innovation adoption: the role of environmental change. Journal of Engineering and Technology Management, v. 15, n. 1, p. 1-24.

- DAS, S.K., SARIN, S.C. (1994). An integrated approach to solving the master aggregate scheduling problem. International Journal of Production Economics, v. 34, n. 2, p. 167-178.
- DELLAERT, N.P.; MELO, M.T. (1996). Production strategies for stochastic lot-sizing problem with constant capacity. European Journal of Operational Research, v. 92, n.2, p. 281-301.
- DELLAERT, N.P., MELO, M.T (1998). Make-to-order policies for a stochastic lot-sizing problem using overtime. International Journal of Production Economics, v. 56-57, n. 20, p. 79-97.
- DILGER, K.A. (1999). A philosophical discussion. Manufacturing Systems, v. 17, n.1 , p. 68-76.
- DILLENBERGER, C., ESCUDERO, L.F., WOLLENSAK, A., ZHANG, W. (1994). On practical resource allocation production planning and scheduling with period overlapping setups. European Journal of Operational Research, v. 75., p. 275-286.
- DUBOIS, F.L., OLIFF, M.D. (1991). Aggregate Production Planning in practice. Production and Inventory Management Journal, v.32, n. 3, p. 26-30.
- DULLIN, E. (1998). Enterprise and plant- centric scheduling. IIE Solutions, v. 30, n. 2, p. 16-20.
- DZLIENLINSKI, B.P.; BAKER, C.T.; MANNE, A.S. (1963). Simulation tests of lot size programming. Management Science, v. 9, n. 2, p. 229-258.
- DZLIENLINSKI, B.P.; GOMORY, R.E. (1965). Optimal programming of lot sizes, inventory and labor allocations. Management Science, v. 11, p. 874-890.
- EASTON, F.F.; MOODIE, D.R. (1999). Pricing and lead time decisions for make-to-order firms with contingent orders. European Journal of Operational Research, v. 116, n.2, p. 305-318.
- EDSON, N. (1993). Enough is enough! Capacity Management in the 90's. In: APICS – ANNUAL AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY CONFERENCE, 36, San Antonio (Texas), October 10 - 15. Proceedings. Falls Church, p.475-478.
- ELIMAM, A.A. (1995) A Decision Support System (DSS0 for agricultural pesticide production planning. European Journal of Operational Research, v. 81, p.17-34.
- ELMAGHRABY, S. E. (1991). Manufacturing capacity and its measurement: a critical evaluation. Computers Operations Research, v. 18, n. 7, p. 615-627.
- EPPEN, G.D., MARTIN, R.K., SCHRAGE, L. (1989). A scenario approach to capacity planning. Operations Research, v.37, n. 4, p. 517-527.
- EVERSHEIM, W.; HACK, T. (1996). Managing multiple products variants in assembly control with a Fuzzy Pretinet Approach. Annals of the CIRP, v. 45, n. 1, p.45-48.
- FAZAKERLEY, J. (1996). Outsourcing maintenance. Manufacturing Engineer, p. 230-232, Oct.
- FERNANDES, F.C.F. (1991). Concepção de um sistema de controle da produção para a manufatura celular. São Carlos, Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 239 p.
- FLEURY, AC.C. (1978). Organização do trabalho industrial: um confronto entre a teoria e a realidade. São Paulo, Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 178 p.

- FOGARTY, D.W. BLACSTONE, J.H., HOFFMANN, T.R. (1991). Long Range Planning. In: Production & inventory management, 2 ed., Cincinnati (OH), South-Western, p. 30-71.
- FONTAN, G.; HETREUX, G., MERCE, C. (1994). Consistency of decisions in multi-level production planning: analysis and implementation. IEE Transactions, p.1183-1188.
- FOOTE, B.L.; RAVINDRAN, A ; LASHINE, S. (1988). Computacional feasibility of multi-criteria models of production, planning and scheduling. Computers and Industrial Engineering, v. 15, n. 1-4, p. 129-138.
- FRANSOO, J.C.; SRIDHARAN, V.; BERTRAND, J.W.M. (1995). A hierarchical approach for capacity coordination in multiple products single-machine production systems with stationary stochastic demands. European Journal of Operational Research, v. 86, p. 57-72.
- FRAZEE, V. (1996a). Insourcing saves jobs at Harman. Personnel Journal, n. 6, p. 85-89.
- FRAZEE, V. (1996b). Share thy neighbor's workers. Personnel Journal, n. 6, p. 81-84.
- FRY, T.D.; RUSSELL, G.R. (1993). Capacity allocation strategies in a hypothetical job-shop. International Journal of Production Research, v. 31, n. 5, p. 1097-1115.
- FUMERO, F.; VERCELLIS, C. (1996). Capacity management through Lagrangean Relaxation: an application to tyres production. Production Planning & Control, v.7, n. 6, p. 604-614.
- FUMERO, F.; VERCELLIS, C. (1994). Capacity analysis in repetitive assemble-to-order manufacturing systems. European Journal of Operational Research, v. 78, n. 2, p. 204-215.
- GELDERS, L.F.; VAN STEELANDT, F.V. (1980). Design and implementation of a production planning system in a rolling mill: a case study. American Institute Industrial Engineers Transactions, v. 12, n.1, p. 54-58.
- GETTMAN, K.E. (1988). Flextime: to work or not to work, now there's a dandy question. In: Engineering Management Conference: Engineering Leadership in the 90's, from AI to JZ, p. 130-137.
- GIANESI, I.G.N, CORRÊA, H.L. (1996). Integrating Marketing, Finance and Manufacturing Strategies in the Strategic Production Planning. International Conference of the European Operations Management Association, v. 3, p.249-254.
- GLASSERMAN, P. (1996). Allocating production capacity among multiple products. Operations Research, v. 44, n. 5, p. 724-734.
- GODDARD, W.E. (1993). RCCP – reality check for planners. Modern Materials Handling, v. 48, n. 2, p. 40.
- GOODSTEIN, J.; BOEKER, W.; STEPHAN, J. (1996). Professional interests and strategic Flexibility: a political perspective on organizational contracting. Strategic Management Journal, v. 17, p. 577-586.
- GORENSTEIN, S. (1970). Planning tire production. Management Science, v. 17, n.2, B72-B81.
- GOTTLIEB, B.H.; KELLOWAY, E.K.; BARHAM, E. (1998). Flexible Work Arrangements: managing the work-family boundary. England, John Wiley.

- GRAVES, S.C. (1982). Using Lagrangean techniques to solve hierarchical production planning problems. Management Science, v. 28, n. 3, p. 260-275.
- GUIDE, V.D.R.; SRIVASTAVA, R.; SPENCER, M.S. (1997). An evaluation of capacity planning techniques in a remanufacturing environment. International Journal of Production Research, v. 35, n. 1, p. 67-82.
- GUIDE, V.D.R.; SPENCER, M.S. (1997). Rough-cut capacity planning for remanufacturing firms. Production Planning & Control, v. 8, n.3, p. 237-244.
- GUNASEKARAN, A.; GOYAL, S.K.; MARTIKAINEN, T.; OLLI, P.Y. (1998). Production capacity planning and control in multi-stage manufacturing. Journal of Operational Research Society, v. 49, p. 625-634.
- HA, A.Y. (1997). Inventory rationing in a make-to-stock production system with several demand classes and lost sales. Management Science, v. 43, n. 8, p 1093-1103.
- HARRIS, F.H.B.; PINDER, J.P. (1995). A revenue management approach to demand management and order booking in assemble-to-order manufacturing. Journal of Operations Management, v. 13, n. 4, p. 299-309.
- HATCHUEL, A.; KABECHE, D.S.; SARDAS, J.C. (1997). Towards a new planning and scheduling approach for multistage production systems. International Journal of Production Research, v. 35, n. 3, p. 867-886.
- HATOUM, K.W.; CHANG, Y.L. (1997). Trade-off between quoted lead time and price. Production Planning & Control, v. 8, n. 2, p. 158-172.
- HAX, A.C.; MEAL, H.C. (1975). Hierarchical integration of production planning and scheduling. In: GEISLER, M. (ed.). TIMS Studies in Management Science, v. 1; Logistics, p. 53-69.
- HAX, A.C.; MAJLUF, N.S. (1984). Strategic management in integrative perspective. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- HENDRY, L.C.; KINGSMAN, B.G. (1989). Production planning systems and their applicability to make-to-order companies. European Journal of Operational Research, v. 40, p. 1-15.
- HIGGINS, P.; BROWNE, J. (1992). Master production scheduling: a concurrent planning approach. Production Planning & Control, v. 3, n. 1, p. 2-18.
- HOEY, J., KILMARTIN, B.R., LEONARD, R. (1986). Designing a material requirements planning system to meet the needs of low-volume, make-to-order companies (with case study). International Journal of Production Research, v. 24, p. 375-386.
- HOLT, C.C.; MODIGLIANI, F.; MUTH, J.F.; SIMON, H.A. (1960). Planning, production, inventories and work force. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- HSU, V.N., MATTA, R. (1997). An efficient heuristic approach to recognize the infeasibility of a loading problem. The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, v. 9, n. 1, p. 31-50.
- HUNG, R. (1997). Annualized Hours and Aggregate Planning. Production and Inventory Management Journal, v. 38, n. 4, p. 48-50.

- HUNG, Y.F.; SHIH, C.C.; CHEN, C.P. (1999). Evolutionary algorithms for production planning problems with setup decisions. Journal of the Operational Research Society, v. 50, n. 8, p. 857-866.
- HUNG, R. (1999). Scheduling a workforce under annualized hours. International Journal of Production Research, v 37, n. 11, 2419-2427.
- JORDAN, W.C.; GRAVES, S.C. (1995). Principles on the benefits of manufacturing process flexibility. Management Science, v. 41, n. 4, p. 577-594.
- KAMIEN, M.I., LI, L. (1990). Subcontracting, coordination, flexibility and production smoothing in Aggregate Planning. Management Science, v.36, n. 11, p. 1352-1363.
- KHMELNITSKY, E.; KOGAN, K. (1996). Optimal policies for aggregate production and capacity planning under rapidly changing demand conditions. International Journal of Production Research, v. 34, n. 7, p. 1929-1941.
- KHOUJA, M.; MEHREZ, A.; RABINOWITZ, G. (1994). A nonlinear model for capacity allocation and throughput determination in cellular manufacturing systems. Engineering Operational, v. 23, p. 125-129.
- KINGSMAN, B.; HENDRY, L.; MERCER, A.; SOUZA, A. (1996). Responding to customer enquiries in make-to-order companies: problems and solutions. International Journal of Production Economics, v. 46-47, p. 219-231.
- KOCHHAR, A.K.; MA., X.; KHAN, M.N. (1998). Knowledge-based systems approach to the development of accurate and realistic master production schedules. Proceedings of the Institution Mechanical Engineers, v. 212, part B, p. 453-460.
- KOGAN, K.; KHMELNITSKY, E. (1995). An optimal control method for aggregate production planning in large-scale manufacturing systems with capacity expansion and deterioration. Computers Industrial Engineering, v. 28, n. 4, p. 851-859.
- KOGI, K. (1991). Job content and working time: the scope for joint change. Ergonomics, v. 34, n. 1, p. 757-773.
- KORGAONKER, M.G. (1977). Production smoothing under piecewise concave costs, capacity constraints and nondecreasing requirements. Management Science, v. 24, n. 3, p. 302-311.
- LAABS, J.J. (1993). Partnerships benefit a grower and its workers. Personnel Journal, jun, p. 44-52.
- LASDON, L.D.; TERJERNG, R.C. (1971). An efficient algorithm for multi-item scheduling. Operational Research, v. 19, n. 4, p. 946-969.
- LAWRENCE, J.J. (1997). Involving temporary workers in process improvement activities. Quality Progress, v. 30, n. 2, p. 74-77.
- LIM, S.K.; KIM, Y.D. (1998). Capacity planning for phased implementation of flexible manufacturing systems under budget restrictions. European Journal of Operational Research, v. 104, n. 1, p. 175-186.

- LING, R.C. (1994). Making strategy work with sales and operations planning". In: APICS – ANNUAL AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY CONFERENCE, 37, San Diego (California), October 30 – November 4. Proceedings. Falls Church, p. 96-98.
- LUBER, A. (1990). Rapid modeling systems: a practical alternative MRP II rough cut capacity planning. Production and Inventory Management Journal, v. 10, n.3, p. 30-32.
- LUSS, H. (1982). Operations research and capacity expansion problems: a survey. Operational Research, v. 30, n. 5, p. 907-947.
- LYNCH, P. (1985). Annual hours: an idea whose time has come. Personnel Management, p. 46-50, nov.
- MALLET, E. (1998). Banco de horas: breves reflexões. Folha de São Paulo, 26 fev., Caderno 2, p.2.
- MARTINS, S.P. (1997). A terceirização e o direito do trabalho". São Paulo, Malheiros.
- MARUCHECK, A.S.; MCCLELLAND, M.K. (1986). Strategic issues in make-to-order manufacturing. Production and Inventory Management, v. 27, n.2, p. 82-95.
- MASSARO, T.; MUNROE, D.; SCHISLER, L.; WHITE, R.; STONE, A. (1996). A professional practice model: two key components. Nursing Management, v. 27, p. 43- 47.
- MATHER, H. (1993). Increase output 30% - for free. In: APICS – ANNUAL AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY CONFERENCE, 36, San Antonio (Texas), October 10-15. Proceedings. Falls Church, p. 413-415.
- MATSUO, H. (1990). Stochastic sequencing problem for style goods with forecast revisions and hierarchical structure. Management Science, v. 36, n. 3, p. 332-347.
- MAYHEW, C.; QUINLAN, M.; FERIS, R. (1997). The effects of subcontracting / outsourcing on occupational health and safety: survey evidence from four Australian industries. Safety Science, v. 25, n. 1-3, p. 163-178.
- MAZUR, L. (1995). Coming: the annual workweek. Across the Board, p. 42-45, Apr.
- MC AREAVEY, D.; HOEY, J.; LEONARD, R. (1988). Designing the closed loop elements of a material requirements planning system in a low-volume, make-to-order company (with case study). International Journal of Production Research, v. 26, p. 1141-1159.
- MC CLAIN, J.O.; THOMAS, L.J. (1977). Horizon effects in aggregate production planning with seasonal demand. Management Science, v. 23, n. 7, p. 728-736.
- MC CREERY, J.K.; KRAJEWSKI, L. J. (1999). Improving performance using workforce flexibility in an assembly environment with learning and forgetting effects. International Journal of Production Research, v. 37, n. 9, p. 2031-2058.
- MCKAY, K.N.; SAFAYENI, F.R.; BUZACOTT, J.A (1995). A review of hierarchical production planning and applicability for modern manufacturing. Production Planning & Control, v.6, n. 5, p.384-394.
- MEESTER, G.J. (1993). An expert system for local planning environments. International Journal of Production Economic, v. 30, p. 453-464.

- METTERS, R. (1998). General rules for production planning with seasonal demand. International Journal of Production Research, v. 36, n. 5, p. 1387-1399.
- MILLER, T.C. (1991). Integrating current end-item inventory conditions into optimization-based long-run aggregate production and distribution planning. Production and Inventory Management Journal, v. 32, n. 4, p. 74-80.
- MINTZBERG, H. (1994). The rise and fall of strategic planning. New York: Free.
- MODIGLIANI, F.; HOHN, F.E. (1955). Production planning over time and the nature of the expectation and planning horizon. Econometrica, v. 23, p. 46-66.
- MOLLEMAN, E.; SLOMP, J. (1999). Functional flexibility and team performance. International Journal of Production Research, v. 37, n. 8, p. 1837-1858.
- MONASTÉRIO, F.O. (1994). Disminuyendo el efecto negativo de los pronósticos de demandas inexactos. In: APICS – ANNUAL AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY CONFERENCE, 37, San Diego (California), October 30 – November 4. Proceedings. Falls Church, p.560-561.
- MURGIANO, C.J. (1993). Competitive advantage through cost effective, on-time delivery. In: APICS – ANNUAL AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY CONFERENCE, 36, San Antonio (Texas), October 10 - 15. Proceedings. Falls Church, p. 305-308.
- NEW, S.J.; LOCKETT, A.G.; BOADEN, R.J. (1991). Using simulation in capacity planning. Journal of Operational Research Society, v. 42, n. 4, p. 271-279.
- OBUKO, B. (1996). Reserve production capacity in a production inventory system. International Journal of Production Economics, v.44, p. 159-166.
- ODEN, HOWARD W. (1994). The demand response strategy: the neglected manufacturing strategy. In: APICS – ANNUAL AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY CONFERENCE, 37, San Diego (California), October 30-November 4. Proceedings. Falls Church, p. 208-212.
- OLIVEIRA, L.C.P.; RADHARAMANAN, R.; CUNHA, C. (1995). Comparação entre o gerenciamento pelas diretrizes e o planejamento estratégico. In: XV Congresso Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, setembro. Anais. São Carlos, v. 2, p. 663-668.
- ÖZDAMAR, L.; YAZGAÇ, T. (1997). Capacity driven due date settings in make-to-order production systems. International Journal of Production Research, v. 49, n. 1, p. 29-44.
- ÖZDAMAR, L., BOZUEL, M.A., BIRBIL, S.I. (1998). A hierarchical decision support system for production planning. European Journal of Production Research, v. 104, p. 403-422.
- ÖZDAMAR, L.; BIRBIL, S.I. (1998). Hybrid heuristics for the capacitated lot sizing and loading problem with setup times and overtime decisions. European Journal of Operational Research, v. 110, p. 525-547.
- PALMA, J.A. (1998). Contrato provisório e banco de horas: como admitir. São Paulo, LTR.

- PAREKH, R. (1990). Capacity / inventory planning using a spreadsheet. Production and Inventory Management Journal, v.31, n. 1, p. 1-3.
- PARK, C.; SONG, J.; KIM, J.G; KIM, I. (1999). Delivery date decision support system for the large scale make-to-order manufacturing companies: a Korean electric motor company case. Production Planning & Control, v. 10, n. 6, p. 585-597.
- PATTERSON, J.W.; BALAKRISHNAN, N.; SRIDHARAN, V. (1997). An experimental comparison of capacity rationing models. International Journal of Production Research, v. 35, n.6, p. 1639-1649.
- PICKARD, J. (1991). Annual hours: a year of living dangerously. Personnel Management, n. 8, p. 38-43.
- PINTO, M.M.; MELO, M.A.C.; MELO, L.M. (1995). O Planejamento Estratégico como instrumento para gestão de C&T: haverá alternativas melhores? In: XV Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, São Carlos, setembro. Anais. São Carlos, v. 3, p. 1515-1519.
- PIRES, S.R.I. (1994). Integração do Planejamento e Controle da Produção a uma estratégia da manufatura. São Carlos, Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 233 p.
- PIRTTILÄ, T.; SANDSTRÖM, R. (1996). A step-wise method for product range management and production control decisions : a case study at a board industry company. International Journal of Production Economics, v. 45, n. 1-3, p. 223-230.
- PLOSSL, G.; WIGHT, O. (1973). Capacity planning and control. Production and Inventory Management, v. 14, n.1, p. 31-67.
- QIU, M.M.; BURCH, E.E. (1997). Hierarchical production planning and scheduling in a multi-product, multi-machine environment. International Journal of Production Research, v. 35, n.11 , p. 3023-3042.
- RATURI, A.S., HILL, A.V. (1988). An experimental analysis of capacity sensitive setup parameters for MRP lot sizing. Decision Sciences, v. 19, p. 782-200.
- RENDER, B; HEIZER, J. (1997). Principles of operation management. New Jersey, Prentice Hall, Simon & Schuster.
- RESENDE, M.O. (1989). Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática na indústria mecânica do Brasil. São Carlos, Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 233p.
- RHO, B.H.; HAHM, Y.S.; YU, Y.M. (1994). Improving interface congruence between manufacturing and marketing an industrial-product manufacturers. International Journal of Production Economics, v. 37, n.1 , p. 27-40.
- RICE, D.R. (1990). Theoretical capacity: is it real?. In: APICS – ANNUAL AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY CONFERENCE, 33, New Orleans (Louisiana), October 8-12. Proceedings. Falls Church, p.200-201.
- ROBINSON, P. (1998). Business excellence: the integrated solution to planning and control. England, BPIC.

- ROLSTADAS, A. (1992). One-of-kind-production. Production Planning & Control, v. 3, n. 2, p. 117.
- ROSENFELD, D.B. (1996). Global and variable cost manufacturing systems. European Journal of Operational Research, v. 95, n. 2, p. 325-343.
- SAAD, G.H. (1990). Hierarchical production planning systems: extensions and modifications. Journal Operational Research Society, v. 41, n.7, p. 609-624.
- SACOMANO, J.B. (1991). Uma análise da estrutura funcional do Planejamento e Controle da Produção e suas técnicas auxiliares. São Carlos, Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 382 p.
- SAFIZADEH, M.H.; RITZMAN, L.P. (1997). Linking performance drivers in production planning and inventory control to process choice. Journal of Operations Management, v. 15, n. 4, p. 389-403.
- SCHMIDT, L.; NELSON, D. (1996). A seasonal staffing model. Journal of Nursing Administration, v. 26, n. 4, p. 52-56.
- SCHMITT, T.G.; BERRY, W.L.; VOLLMANN, T.E. (1984). An analysis of capacity planning procedures for material requirements planning systems. Decision Sciences, v. 15, p. 522-541.
- SHTUB, A.; KOGAN, K. (1998). Capacity planning by the dynamic multi-resource generalized assignment problem (DMRGAP). European Journal of Operational Research, v. 105, n.1, p. 91-99.
- SILVA, A.L ; BATALHA, M.O. (1997). Marketing estratégico aplicado a firmas agroindustriais. In BATALHA, M. O. (Ed.). Gestão Industrial, São Paulo, v. 1, p. 83-138, Atlas.
- SILVER, E.A.; PETERSON, R. (1984). Decisions systems for inventory management and production planning. New York, John Wiley.
- SIMPSON, N.C. (1999). Multiple level production planning in rolling horizon assembly environments. European Journal of Operational Research, v. 114, n. 1, p. 15-28.
- SLACK, N. (1993). Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo, Atlas.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. (1997). Administração da Produção. São Paulo, Atlas.
- SMUNT, T.L. (1996). Rough Cut Capacity Planning in a learning environment. IEEE Transactions on Engineering Management, v. 43, n.3, p. 334-341.
- SOUZA, S.A. (1990). Implementing an effective capacity management process?. In: APICS – ANNUAL AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY CONFERENCE, 33, New Orleans (Louisiana), October 8-12. Proceedings. Falls Church, p.184-186.
- SRIDHARAN, S.V. (1998). Managing capacity in tightly constrained systems. International Journal of Production Economics, v. 56-57, n. 20, p. 601-610.
- SRIDHARAN, S.; BERRY, W.; UDAYABHANU, V. (1988). Measuring master production schedule stability under rolling planning horizons. Decision Sciences, v. 19, n. 1, p. 147-166.

- SRIDHARAN, V.; LAFORGE, R.L. (1995). Freezing the master production schedule: implications for fill rate. Decision Sciences, v. 25, p. 461-469.
- STAHLMAN, E.J.; COCHRAN, J.K. (1998). Dynamic metamodelling in capacity planning. International Journal of Production Research, v. 36, n. 1, p. 197-209.
- STEELE, D.C.; SHIELDS, K.E.P. (1993). Capacity slack: strategic alternative to lead time. Production and Inventory Management Journal, p. 1-5.
- STOCKTON, D.J.; QUINN, L. (1995). Aggregate production planning using genetic algorithms. Proceedings of Instrumental Mechanical Engineers, v. 209, p. 201-209.
- TAAL, M.; WORTMANN, J.C. (1997). Integrating MRP and finite capacity planning. Production Planning & Control, v.8, n3, p. 245-254.
- TARDIF, V.; SPEARMAN, M.L. (1997). Diagnostic scheduling in finite-capacity production environments. Computers Industrial Engineering, v. 32, n. 4, p. 867-878.
- TERIET, B. (1977). Flexiyear schedules – only a matter of time? Monthly Labor Review, v. 100, p. 62-65.
- TERSINE, R.J. (1985). Production / operations management: concepts, structure and analysis. New York, Elviesier Science.
- THOMAS, L.P.; MC CLAIN, J.O. (1993). An overview of Production Planning. In GRAVES, S.C., RINNOOY KAN, A.H.G., ZIPKIN, P.H. (Eds.) Handbook in operational research and management science. Amesterdan, Elsevier Science, v. 4, p. 333-371.
- THOMPSON, S.D.; WATANABE, D.T.; DAVIS, W.J. (1993). A comparative study of aggregate productions planning strategies under conditions of uncertainty and cyclic product demands. International Journal of Production Research, v.31, n. 8, p.1957-1979.
- TOWILL, D.R.; DAVIES, A.; NAIM, M.M. (1989). The dynamics of capacity planning for flexible manufacturing system startup. Engineering Costs and Production Economics, v. 17, p. 55-64.
- VASCONCELOS, E.; HEMSLEY, J.R. (1989). Estrutura das organizações: estruturas tradicionais, estrutura para a inovação e estrutura matricial, 3rd ed., São Paulo, Editora Pioneira.
- VEATCH, M.H.; WEIN, L.M. (1996). Scheduling a make-to-stock queue: index policies and hedging points. Operations Research, v. 44, n. 4, p. 634-647.
- VERCELLIS, C. (1991). Multi-criteria models for capacity analysis and aggregate planning in manufacturing systems. International Journal Of Production Economics, v. 23, p. 262-272.
- VOLLMANN, T.E. (1973). Capacity planning: the missing link. Production and Inventory Management, v. 14, n. 3, p. 61-73.
- VOLLMANN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C. (1992). Manufacturing planning and control systems. 2nd ed., Homewood (Illinois), Dow Jones-Irwin.
- VÖROS, J. (1999). On the risk-based aggregate planning for seasonal products. International Journal of Production Economics, v. 59, n.1, 195-201.

- WEMMERLOV, U. (1986). Assemble-to-Order manufacturing: implication for Material Management. In: Production Planning, Scheduling and Inventory Control. Atlanta, Industrial Engineering and Management Press, 282 p.
- WENG, Z.K. (1996). Manufacturing lead times, system utilization rates and lead-time-related demand. European Journal of Operational Research, v. 89, n. 2, p. 259-268.
- WENG, Z.K. (1998). Managing production with flexible capacity deployment for serial multi-stage manufacturing systems. European Journal of Operational Research, v. 109, n. 3, p. 587-598.
- WENG, Z.K. (1999). Strategies for integrating lead time and customer-order decisions. IIE Transactions, v. 31, n.2, p. 161-171.
- WIJNGAARD, J.; MILTENBURG, G.J. (1997). On the cost of using capacity flexibility – a dynamic programming approach. International Journal of Production Economics, v. 53, n. 1, p. 13-19.
- WISNER, J.D., SIFERD, S.P. (1995). A survey of U.S. manufacturing practices in make-to-order machine shops. Production and Inventory Management Journal, v. 3, n. 1, p. 1-7.
- WORTMANN, H. (1995). Comparison of information systems for engineer-to-order and make-to-stock situations. Computers in Industry, v. 26, n. 3, p. 261-271.
- WORTMANN, J.C.; EUWE, M.J.; TAAL, M.; WIERS, V.C.S. (1996). A review of capacity planning techniques within standard software packages. Production Planning & Control, v. 7, n. 2, p. 117-128.
- YEH, C.H. (1997). Schedule based production. International Journal of Production Economics, v. 51, n. 3, p. 235-242.
- ZACCARELLI, S.B. (1990). Administração Estratégica da Produção. São Paulo, Atlas.
- ZACCARELLI, S.B. (1995). A moderna estratégia nas empresas e o velho planejamento estratégico. Revista de Administração de Empresas - Light, v. 2, n. 5, p. 21-26.
- ZAPFEL, G.; MISSBAUER, H. (1993). New concepts for production planning and control. European Journal of the Operational Research, v. 67, p. 297-320.
- ZAPFEL, G. (1996). Production planning in the case of uncertain individual demand extension for an MRPII concept. International Journal of Production Economics, v. 46-47, p. 153-164.
- ZHAO, X.; LAM, K. (1997). Lot-sizing rules and freezing the master production schedule in material requirements planning systems. International Journal of Production Economics, v. 53, n. 3, p. 281-305.
- ZIJM, W.H.M.; BUITENHEK, R. (1996). Capacity planning and lead time management. International Journal of Production Economics, v. 46-47, p. 165-179.

ANEXO A

QUESTIONÁRIO BÁSICO UTILIZADO NA PESQUISA DE CAMPO

1. DADOS GERAIS DA INDÚSTRIA

1.1 Nome da empresa: _____

1.2 Endereço : _____

1.3 Bairro : _____ 1.4 CEP: _____

1.5 Município : _____

1.6 Segmento industrial : _____

1.7 Produtos principais: _____

1.8 Faturamento anual médio : _____

1.9 Funcionários diretos : _____ 1.10 Funcionários indiretos: _____

1.11 Existe sazonalidade? _____

1.12 Meses de pico: _____

1.13 Meses de vale: _____

1.14 Como é atendida a demanda final (cliente) e demanda interna? Identifique com um X.

	Produto acabado	Conjunto	Componentes	Matéria-prima
Estoque				
Sob pedido				

1.15 Qual técnicas de médio prazo mais utilizadas para acomodar a demanda. Numere em ordem crescente de prioridade.

() horas extras () subcontratação () terceirização () trabalho temporário () banco de horas

2. DADOS DO BANCO DE HORAS

2.1 Quem e como decidiu implantar o banco de horas?: _____

2.2 Porque decidiu implantá-lo?: _____

2.3 Em que data foi implantado?: _____

2.4 O processo para tomada de decisão foi:

() emocional (impulsivo) () parcialmente racional () racional (avaliação criteriosa)

Caso parcialmente racional cite alguns prós, contras, custos e benefícios foram considerados antes da implantação? _____

2.5 Quais as dificuldades ocorridas para aprová-lo e implementá-lo?: _____

2.6 Explique como o banco de horas foi operacionalizado o banco de horas no chão-de-fábrica quanto:

(a) responsabilidade do planejamento dos créditos e débitos

() Gerência Industrial () Gerência de PCP () supervisores de 1ª linha () encarregados

(b) periodicidade do planejamento dos créditos e débitos

() mensal () quinzenal () semanal () diário () _____

(c) responsabilidade do controle dos créditos e débitos

() Gerência Industrial () Gerência de PCP () supervisores de 1ª linha () encarregados

(d) periodicidade do controle dos créditos e débitos

() mensal () quinzenal () semanal () diário () _____

(e) tipos de relatórios gerados para informação e controle, tanto da empresa quanto do funcionário:

