

LUCIANO DOZÓL MACHADO

**O PLANEJAMENTO DE RECURSOS DE MANUFATURA NA CADEIA
PRODUTIVA TÊXTIL**

Florianópolis

2004

LUCIANO DOZÓL MACHADO

**O PLANEJAMENTO DE RECURSOS DE MANUFATURA NA CADEIA
PRODUTIVA TÊXTIL**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Oscar Ciro López Vaca.

Florianópolis

2004

LUCIANO DOZÓL MACHADO

**O PLANEJAMENTO DE RECURSOS DE MANUFATURA NA CADEIA
PRODUTIVA TÊXTIL**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de "Mestre em Engenharia", Especialidade em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Prof. EDSON PACHECO PALADINI, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. OSCAR CIRO LÓPEZ VACA, Dr.
Orientador

Prof. ANTONIO CEZAR BORNIA, Dr.

Prof. DALVIO FERRARI TUBINO, Dr.

Dedico a todos que acreditam e perseguem a realização dos seus sonhos.

Aos meus pais, por tudo e por acreditarem que o maior bem é a educação dos seus filhos.

À minha esposa Sandra, pela compreensão, amor e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Oscar Ciro López Vaca, pelas valiosas sugestões e orientações que contribuíram para o desenvolvimento e enobrecimento do trabalho.

Ao professor Osmar Possamai, pelas oportunas sugestões e motivações dadas para a conclusão deste trabalho.

A todos os amigos que contribuíram, em especial ao Sr. José Maria Fort, Sr. Nilton Rodrigues da Silva e à Sra. Regiani Folster, pela troca de experiências e conhecimentos que contribuíram para a aplicação prática desta pesquisa e enriquecimento deste trabalho.

À diretoria da Operacional Têxtil Consultoria e Sistemas de Gestão, representada pelo Sr. Alexandre José Silva, e demais colegas de trabalho.

À minha esposa Sandra, pelo amor e compreensão nos momentos difíceis e, também aos demais familiares que, de alguma forma, contribuíram e me incentivaram nesta caminhada.

E a Deus, presente em todos os lugares e momentos, por me ter dado capacidade, determinação e inteligência necessárias para o desenvolvimento deste trabalho e para a vida como um todo.

RESUMO

Esta pesquisa analisa a aderência das principais metodologias de planejamento da produção ao planejamento para cadeia produtiva têxtil. Nem todos os procedimentos definidos na literatura disponível referente ao planejamento da produção aplicam-se às indústrias têxteis. Assim sendo, necessita-se de uma análise das metodologias para aplicação prática neste segmento industrial. Esta análise é necessária, devido às características específicas do processo produtivo da cadeia têxtil, descritas nesta pesquisa, que tornam complexo o processo de planejamento da produção para indústria têxtil. São comuns estoques excessivos de matérias-primas, produtos em processo e acabados, que implicam perdas por deterioração, pelo capital imobilizado e, não menos relevante no setor, pela defasagem em relação à moda. Entre as práticas adequadas de gestão não utilizadas ou pouco utilizadas pela maioria das empresas do setor, está o planejamento da produção. Dentro deste contexto, é proposto um modelo de planejamento de recursos produtivos que utiliza as principais metodologias de planejamento da produção adequadas às características da cadeia produtiva têxtil. Esta metodologia foi aplicada em um caso prático.

Palavras-chave: Planejamento, Produção e Têxtil.

ABSTRACT

This research analyses the attachment of the main methodologies of the production planning to the textile production chain. Not all procedures defined in the literature available regarding to production planning may be applied for the textile industry. In such case there is a need for a specific methodology for practical application in this industrial area. This analysis is necessary due to the specific features of the textile chain production process reported in this research. These characteristics make the production planning process for the textile industry complex. It is usual to find excessive inventory of raw material, products still being produced and finished; Implied losses because of the finished products deterioration and capital assets and not least relevant the difference in phase towards fashion. Among the proper administration practices not or less used by most of the companies comes the production planning. In this context, it is proposed a productive resource planning model using the main methodologies of production planning fitting the characteristics of the textile production chain. This methodology was applied for a practical case.

Key-words: Planning, Production and Textile

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Níveis de Estratégia	25
Figura 2.2	Forças Competitivas	27
Figura 2.3	Definição de uma Estratégia Produtiva	29
Figura 2.4	Dinâmica de um Processo de Planejamento	41
Figura 2.5	O Processo de POV	48
Figura 2.6	Os Erros de Previsão Crescem com o Horizonte para um Mesmo Nível de Agregação	61
Figura 2.7	Aspectos de uma Série Temporal	63
Figura 2.8	Fatores que Influenciam Séries Históricas	64
Figura 2.9	Quantidade Disponível <i>versus</i> Tempo: Item de Demanda Independente	71
Figura 2.10	MPS e FAS	76
Figura 3.1	A Cadeia Têxtil	97
Figura 3.2	Principais Segmentos do Complexo Têxtil	99
Figura 3.3	Fluxo do Processo de Fiação	100
Figura 3.4	Fluxo do Processo de Beneficiamento	106
Figura 4.1	Macro-Fluxo do Planejamento de Recursos Produtivos Têxteis	110
Figura 4.2	Etapas da Aplicação da Estratégia Produtiva	111
Figura 4.3	Macro-Fluxo do Planejamento de Operações e Vendas	114
Figura 4.4	Etapas da Aplicação do Modelo de Planejamento dos Recursos a Longo Prazo Têxtil	116
Figura 4.5	Período de Congelamento para a Indústria Têxtil (<i>Time Fence</i>)	118
Figura 4.6	Etapas do Processo de POV Proposto	120
Figura 4.7	Etapas de Aplicação do Modelo de Planejamento dos recursos a Médio e Curto Prazo Têxtil	131
Figura 4.8	Macro-fluxo FAS de Beneficiamento com Tingimento por Esgotamento	135
Figura 4.9	Elos da Cadeia Produtiva Têxtil e o Fluxo de Informações da Cadeia Têxtil Vertical	137
Figura 4.10	“Explosão” das Necessidades Entre os Planos Mestres Setoriais	144

Figura 4.11	Logística de Produção.....	148
Figura 5.1	Macro-Fluxo Planejamento de Recursos Produtivos Têxteis Aderidos à Empresa Pesquisada	156
Figura 5.2	Planos Mestres Setoriais com Data de Início e Fim conforme <i>lead</i> <i>Time Setor</i>	162
Figura 5.3	“Explosão” das Necessidades entre os Planos Mestres Setoriais para Empresa Pesquisada.....	165
Figura 5.4	Logística da Produção da Empresa Pesquisada.....	167

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Fatores Globais de Utilização de Recursos por Etapa Produtiva - Família A	53
Tabela 2.2	Fatores Globais de Utilização de Recursos por Etapa Produtiva – Família B	53
Tabela 2.3	Exemplo de Plano de Operações e Vendas Definido para Análise de Capacidade	54
Tabela 2.4	Cálculo de Capacidade de Longo Prazo para as Etapas Produtivas	55
Tabela 2.5	Exemplo de MPS Preliminar	83
Tabela 4.1	Exemplo de Cálculo de Rentabilidade por Família com Histórico de Vendas	126
Tabela 5.1	Planos Mestres Setoriais com Data Início e Fim Conforme <i>Lead Time</i> Setor	162

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Prioridades Competitivas	30
Quadro 2.2	Áreas de Decisão Envolvidas com o Sistema Produtivo	32
Quadro 2.3	Comparação das Técnicas de Previsão de Demanda.....	66

LISTA DE SIGLAS

ABIT	-	Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção
APS	-	Advanced Planning and Scheduling Systems
ATP	-	Available to Promise
CID	-	Conselho de Desenvolvimento Industrial
CNI	-	Confederação Nacional da Indústria
CRP	-	Cálculo da Necessidade de Capacidade
ERP	-	Enterprise Resource Planning
EUA	-	Estados Unidos da América
FAS	-	Final Assembly Schedule
FGV	-	Fundação Getúlio Vargas
GE	-	General Electric Company
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEL	-	Instituto Euvaldo Lodi
IPEA	-	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPT	-	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
JIT	-	Just in Time
MPS	-	Master Production Schedule
MRP	-	Material Requirements Planning
MRP II	-	Manufacturing Resources Planning
OB	-	Ordem de Beneficiamento
OFP	-	Ordens Firmes Planejadas
OP	-	Ordens Planejadas
OPM	-	Ordem de Produção de Malharia
OPT	-	Optimized Production Technology
P&D	-	Pesquisa e Desenvolvimento
PCP	-	Planejamento e Controle da Produção
POV	-	Planejamento de Operações e Venda
PPCP	-	Planejamento, Programação e Controle da Produção
RH	-	Recursos Humanos
RPM	-	Rotações por Minuto
S&OP	-	Sales and Operation Planning

- SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
- SFC - Shop Floor Control
- TOC - Theory of Constraints
- VAT - Análise da Estrutura Lógica do Produto

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE QUADROS	xiv
LISTA DE SIGLAS	xv
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Origem do Trabalho	16
1.2 Justificativa	16
1.3 Objetivo Geral	18
1.4 Objetivos Específicos	18
1.5 Metodologia	18
1.6 Limitações do Trabalho	19
1.7 Estrutura do Trabalho	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – ESTRATÉGIAS E	
 METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO	21
2.1 Ambiente Corporativo no Setor Têxtil	21
2.2 Estratégias Adotadas no Ambiente Operacional de uma Empresa	24
2.3 O Planejamento da Produção	33
2.3.1 O Planejamento da Produção no Setor Têxtil	34
2.3.2 Sistemas de Planejamento e Controle da Produção.....	37
2.3.3 O Processo de Planejamento	40
2.3.4 Planejamento de Recursos de Manufatura de Longo Prazo.....	42
2.3.5 Previsão de Demanda	59
2.3.6 Planejamento de Recursos de Manufatura de Médio e Curto Prazo.....	70
2.4 Considerações Finais	91
3 A INDÚSTRIA TÊXTIL	92
3.1 A Indústria Têxtil no Brasil	92

3.1.1	Fase de Consolidação	92
3.1.2	A Fase Atual	93
3.1.3	Consumidor e Mercados	95
3.2	O Processo Produtivo da Cadeia Têxtil	96
3.2.1	Fios Têxteis	99
3.2.2	Tecidos	103
3.2.3	Malhas	105
3.2.4	Beneficiamento e Acabamento de Tecidos e Malhas	106
3.3	Considerações Finais	108
4	O MODELO PROPOSTO PARA A INDÚSTRIA TÊXTIL	109
4.1	O Planejamento de Recursos de Manufatura de Longo Prazo	112
4.1.1	Etapas para Aplicação do Modelo de Longo Prazo	115
4.2	O Planejamento de Recursos de Manufatura de Médio e Curto Prazo	130
4.2.1	Etapas para a Aplicação do Modelo de Médio e Curto Prazo	130
4.3	Considerações Finais	151
5	APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO	152
5.1	A Empresa Onde Foi Aplicada a Metodologia de Planejamento Proposta	152
5.1.1	Apresentação da Empresa	152
5.1.2	Descrição do Processo	153
5.1.3	Situação Antes da Aplicação da Metodologia Proposta	153
5.2	Aplicação do Modelo Proposto à Empresa Pesquisada.....	155
5.2.1	O Modelo Proposto Aderido à Empresa Pesquisada.....	155
5.3	Os Resultados Obtidos	169
6	CONCLUSÃO DA PESQUISA E RECOMENDAÇÕES	177
6.1	Relacionamento com a Proposta Inicial	172
6.2	Sugestão para Novas Pesquisas Referentes ao Tema	173
7	REFERÊNCIAS	174

1 INTRODUÇÃO

1.1 Origem do Trabalho

Conforme a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confeção (ABIT), entidade que representa toda a cadeia produtiva têxtil, existe no Brasil atualmente 30 mil empresas têxteis e de confecções, entre elas: fiações, tecelagens, malharias, tinturarias, estamparias. Estas empresas geram em torno de 1,5 milhão de empregos diretos e apresentaram, em 2002, um faturamento aproximado de US\$ 22 bilhões, de acordo com a ABIT (2003). O setor têxtil é o segundo maior gerador de empregos e o quarto setor industrial mais importante do mundo.

Ainda segundo a ABIT (2003), o Brasil é o 7º maior produtor têxtil mundial, com uma produção anual de 1,3 milhão de toneladas de fios e filamentos. O Brasil apresentou um *superávit* de US\$ 157 milhões (em 2002), após sair de um *déficit* de US\$ 1,15 bilhão em 1997, exportações de US\$ 1,3 bilhão e de ter criado 120 mil novos postos de trabalho nos últimos quatro anos.

No mercado interno, um dos maiores do mundo, com cerca de 170 milhões de consumidores, a meta é elevar as vendas através da substituição dos artigos importados pelos nacionais e de uma ampla campanha de valorização dos produtos têxteis *made in Brazil*, que têm qualidade reconhecida internacionalmente e preços competitivos.

Para atingir estas metas, é de vital importância a utilização de metodologias que venham a contemplar o planejamento da cadeia produtiva têxtil e que definem *como*, *onde* e *a que custo* um determinado produto deverá ser produzido. Oliveira & Ribeiro (1996) concluem que o setor têxtil e do vestuário necessita passar por uma reestruturação, apontando, dentre outras medidas, a implantação de modernas técnicas organizacionais, principalmente as que envolvam o processo produtivo e os controles gerenciais que favorecem o planejamento de recursos de produção de longo, médio e curto prazo da cadeia têxtil.

1.2 Justificativa

Planejar é olhar para frente e escolher alternativas. Para tanto, são fixados planos que devem conter a decisão tomada para comandar o sistema produtivo. Associada à função de planejar está a função de controle, que significa detectar os desvios em relação ao

planejado e assegurar que ações sejam tomadas para corrigi-los. Por esse motivo, essas funções são imprescindíveis para a sobrevivência das empresas no mercado atual, competitivo e globalizado.

Contudo, nem todos os procedimentos definidos na literatura referentes a planejamento aplicam-se às indústrias têxteis, conforme afirmação de Karacapilidis & Pappis (2003), devido às características especiais dessa indústria que, em seu processo de planejamento, possui várias fases, com múltiplas variações em cada uma delas; diferentes horizontes de planejamento e diferentes requisitos de produção, o que torna o processo de planejamento para cadeia têxtil extremamente complexo.

A maioria das empresas têxteis é de origem familiar, ou seja, o dono administra e determina os procedimentos adotados pelos departamentos da empresa, algumas vezes em detrimento da utilização de práticas de gestão adequadas. Isto pode ser comprovado por Gorini (1997) que afirma que a grande carência da maioria das empresas do setor têxtil está na gestão empresarial. São comuns estoques excessivos de matérias-primas; produtos em elaboração e acabados, que implicam perdas por deterioração, pelo capital imobilizado e, não menos relevante no setor, pela defasagem em relação à moda.

Entre as práticas adequadas de gestão que não são utilizadas pela maioria das empresas do setor, está o planejamento da produção.

Para Strumiello (1999), em sua pesquisa referente ao planejamento, controle da produção e custos nas indústrias têxteis, procedimentos referentes ao planejamento de longo prazo, em sua maioria, não são praticados.

A não utilização, pelas empresas do setor, de técnicas estatísticas de previsão de demanda, comprovada por Elias (1999), em sua pesquisa, onde afirma que a ausência de técnicas estatísticas de previsão de vendas foi comum a todas as empresas pesquisadas, contribui para tornar frágil o planejamento da produção. O autor afirma, ainda, que isso se deve ao fato da demanda, nesse segmento, ter características sazonais, com produtos que mudam suas características em função da moda, e da produção estar baseada, em parte, na carteira de pedidos confirmados. Esse contexto propicia o aumento acentuado do inventário de produtos acabados e em processo e o conseqüente aumento das despesas operacionais da empresa. Portanto, esse é outro fator que compromete o desempenho das indústrias têxteis, o qual deve ser estudado para que seja delimitada a aderência de técnicas de planejamento de recursos de manufatura às características das empresas do setor têxtil.

Com relação aos *softwares* especialistas em planejamento da produção, Alvarez (1988) afirma que existem no mercado várias soluções para realizar planejamento e controle

da produção, porém, em geral, estas soluções foram desenvolvidas para uma vasta gama de aplicações e não levam em consideração as características técnicas da indústria têxtil. Em consequência disto, é necessária grande customização destes sistemas, que, mesmo assim, não cobrem a maioria das características e procedimentos do fluxo produtivo têxtil. Atualmente, existem poucas soluções especialistas para esse tipo de indústria, e, mais restritamente ainda, soluções com módulo de planejamento.

1.3 Objetivo Geral

O objetivo principal desse trabalho é propor um modelo de Planejamento de Recursos de Manufatura que atenda às características da indústria têxtil e que possibilite maior aderência na implantação do planejamento da produção de longo, médio e curto prazo para cadeia produtiva têxtil.

1.4 Objetivos Específicos

- Identificar as particularidades que devem ser tratadas no planejamento de recursos de produção da indústria têxtil e como devem ser tratadas.
- Desenvolver a estrutura e a dinâmica do modelo de planejamento da produção com grande aderência à indústria têxtil.
- Aplicar o modelo de planejamento proposto em uma empresa do ramo.

1.5 Metodologia

Para que os objetivos propostos fossem atingidos, algumas etapas foram seguidas.

A primeira constituiu-se na pesquisa bibliográfica sobre estratégias juntamente com as principais metodologias de planejamento de recursos de manufatura MRP II, JIT, OPT, APS e do processo produtivo que engloba a cadeia produtiva têxtil composta pelos setores de fiação, malharia, tecelagem plana e beneficiamento.

A segunda foi a proposição de um modelo de planejamento em função da pesquisa bibliográfica e da experiência do autor.

A terceira foi a aplicação prática do modelo proposto, através da metodologia de estudo de caso em uma empresa têxtil da região de Americana, no estado de São Paulo. Neste estudo, foi analisada a aderência da metodologia proposta ao caso estudado.

1.6 Limitações do trabalho

Esta dissertação utilizou a pesquisa bibliográfica para fazer suas análises e conclusões. Utilizou, também, uma configuração padrão dos elos da cadeia produtiva têxtil que não abrangeu a área de confecções do vestuário. Deste modo, os resultados ficaram restritos a este universo.

O trabalho foi centrado na proposição de um modelo de planejamento de recursos de manufatura e não na modelagem de um *software* para este fim; Desta maneira, não serão abordados detalhes de *software*.

1.7 Estrutura do trabalho

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos:

▶ Capítulo 1 - Trata da introdução do trabalho, onde constam a contextualização, a justificativa, os objetivos, a metodologia aplicada e a divisão do trabalho.

▶ Capítulo 2 - Contém uma revisão bibliográfica sobre O Ambiente Corporativo do Setor Têxtil, Estratégia Corporativa, Estratégia de Produção e as Metodologias de Planejamento de Recursos de Manufatura.

▶ Capítulo 3 - Aborda o processo produtivo da cadeia têxtil, os produtos de cada etapa da cadeia, as características técnicas (fiação, malharia, tecelagem plana e beneficiamento).

▶ Capítulo 4 – Propõe o modelo de planejamento em função das características estudadas da indústria têxtil apresentadas no Capítulo 3 e a revisão de literatura do Capítulo 2.

▶ Capítulo 5 – Apresenta a empresa na qual foi aplicada a metodologia proposta. Neste capítulo, são identificados os produtos, porte, mercado, entre outros dados. É apresentada, também, a análise de aderência do modelo proposto na empresa.

▶ Capítulo 6 – Apresenta as conclusões da pesquisa e o seu relacionamento com a proposta inicial. São sugeridas novas pesquisas a partir dos resultados alcançados, o que

possibilitará o aprofundamento dos temas que se mostrarem relevantes e que não puderam ser abordados neste trabalho em função do escopo do mesmo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – ESTRATÉGIAS E METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO

Neste capítulo, será abordado o ambiente no qual as empresas estão inseridas, em especial a indústria têxtil, os sistemas de produção, as estratégias empresariais, a estratégia de produção, a integração da estratégia empresarial com a estratégia de produção e as metodologias de planejamento de recursos de manufatura de longo, médio e curto prazo.

Iniciará com a identificação do ambiente operacional que faz parte das empresas na atualidade, em especial o ambiente das empresas têxteis.

2.1 Ambiente Corporativo do Setor Têxtil

Globalização → A competição se faz acirrada por mercados consolidados como América do Norte e Europa e os mercados considerados emergentes, alvos dos conglomerados industriais com grande poder de fogo e acostumados a atuar em mercados mais abertos e com o conseqüente convívio diário com oportunidades e ameaças ao seu desempenho. As empresas com atuação regional que, no caso do Brasil, estavam acobertadas com o protecionismo nacionalista até a década de 1990 têm sofrido com a abertura do mercado. Entre elas, está a indústria têxtil que teve grande diminuição de empresas no setor devido à abertura do mercado e à importação de produtos têxteis, em especial dos produtos chineses.

Segundo Tubino (1999, p.18), nos EUA, a média de sobrevivência de empresas de capital aberto é de quarenta e cinco anos; de empresas familiares, é de vinte e quatro anos. Somente duas entre as vinte e cinco maiores empresas que atuavam no início do século XX na economia americana sobrevivem até hoje (a GE e a *US Steel*).

Conforme dados anuais das “Melhores e Maiores”, da Revista Exame, Kanitz (*apud* Tubino, 1999, p.18), o Brasil acompanha a tendência americana das quinhentas maiores empresas que operavam no país, em 1973, ano da primeira publicação deste anuário. Apenas duzentas e vinte e três empresas (44,6%) sobreviveram na lista dos vinte anos, ou seja, até o ano de 1992. Das empresas que sobreviveram, apenas noventa e cinco delas (19%) melhoraram de posição entre as quinhentas primeiras empresas.

O conjunto de fatores que levou a estes resultados é bastante vasto, porém o autor supra citado afirma que a forma de administração, por parte das empresas, de seus recursos financeiros, tecnológicos e de gestão para fazer frente às ameaças do mercado está relacionada a estes resultados.

A indústria têxtil brasileira apresenta algumas características peculiares. Entre elas, pode-se citar a grande incidência de empresas familiares, onde o dono é o principal executivo da empresa junto com outros membros da família. Por esta razão, na maioria das vezes, a forma de gestão adotada fica limitada às práticas ortodoxas com uma subutilização de ferramentas e práticas de gestão atualizadas. Outro aspecto causador da difícil sobrevivência das indústrias têxteis é a incerteza sobre a demanda dos produtos desta cadeia, que aumenta cada vez mais à medida que se aproxima do varejo onde é sentida com maior intensidade. Esta incerteza da demanda é influenciada pelas mudanças de moda, sazonalidade, clima e turbulências na conjuntura política e econômica do país e dos mercados onde a empresa atua.

Para Tubino (1999, p.18), a administração ou não dos preços dos produtos é fator determinante para venda dos produtos. Ele afirma ainda que, em economias fechadas, citando a brasileira até início da década de noventa do século passado, os preços dos produtos eram determinados a partir da imposição de uma margem de lucro sobre seus custos, conforme a seguir:

$$\text{Preço} = \text{Custo} + \text{Lucro}$$

Dessa forma, todo e qualquer aumento nos custos era repassado ao preço do produto, ficando a cargo do consumidor final o pagamento da conta que passava despercebida em função dos altos índices inflacionários da época.

Com a globalização da economia e a estabilização da economia brasileira, as empresas se viram diante de uma nova situação: dificuldade para administrar os preços. Não era mais possível negociar com todas as empresas do mercado e os preços dos produtos começaram a ser estabelecidos pela lei da oferta e procura. A partir daí, a equação de formação de preços, apesar de manter as mesmas variáveis, transformou-se na equação de formação do lucro, de acordo com Tubino, (1999, p.19).

$$\text{Lucro} = \text{Preço} - \text{Custo}$$

Tubino ainda afirma que para empresa obter lucro conforme a equação apresentada o custo do produto tem que ser inferior ao preço de venda, caso contrário, o produto não será rentável e inviabilizará a sua comercialização.

Dentro deste contexto de concorrência, aconteceram algumas mudanças do comportamento do mercado, como fusões entre empresas concorrentes, que propiciaram a redução dos custos, principalmente dos custos fixos e indiretos e a conseqüente redução das margens de lucro. Em geral, a indústria têxtil, por sua própria natureza de atuação no mercado da moda, tem focado a diferenciação dos produtos como forma de obter uma maior margem de lucro, porém tem esbarrado na complexidade cada vez maior do lançamento de novos produtos centrados em coleções que, há alguns anos atrás, eram criadas duas vezes no período de um ano (coleção verão e inverno) e, hoje, são criadas mensalmente, exigindo um tempo desenvolvimento cada vez mais curto.

De acordo com Arnold (1999, p.20), “o ambiente operacional de uma empresa manufatureira é complexo e afetado por muitos fatores. Entre os mais importantes, estão as regulamentações governamentais, a economia, a competição, as expectativas dos clientes e a qualidade”, que têm grande influência no ambiente de uma empresa.

→ **Governo** - Regulamenta os negócios através dos níveis de governo. A regulamentação aplica-se a áreas como ambiente, segurança, confiabilidade de produtos e tributação. A indústria têxtil é altamente influenciada pela conjuntura econômica e política, sendo um dos primeiros setores a decrescer e um dos primeiros a crescer quando as condições econômicas melhoram.

→ **Economia** - As condições econômicas gerais influenciam a demanda por produtos ou serviços das empresas, bem como a disponibilidade de insumos. Durante uma recessão econômica, a demanda de diversos produtos diminui, enquanto a de outros pode crescer. O mercado têxtil tem influência direta das condições econômicas que podem deixar o mercado têxtil interno em condições adversas, com influência direta sobre a moda.

→ **Concorrência** - A concorrência hoje é intensa, empresas fabricantes enfrentam competição advinda do mundo todo. Encontram concorrentes estrangeiros vendendo em seus mercados, embora elas mesmas talvez não estejam vendendo em mercados estrangeiros.

- O transporte e a movimentação de materiais estão relativamente mais baratos do que costumavam ser.

- As comunicações mundiais são rápidas, eficazes e baratas. Informação e dados podem ser transmitidos quase instantaneamente pelo mundo e até fora dele.

→ **Clientes** - Tanto os clientes de bens de consumo como os industriais têm se tornado muito mais exigentes e os fornecedores têm respondido melhorando a gama de características que oferecem. Algumas das características de seleção que os clientes esperam encontrar nos produtos e serviços que compram são:

- preço justo;
- maior qualidade de produtos e serviços;
- baixo *lead time* de entrega;
- serviços pré e pós-venda melhores;
- flexibilidade em tipos e volumes de produtos.

→ **Qualidade** - Como a concorrência é internacional e agressiva, as empresas bem-sucedidas fornecem qualidade que não apenas atende às altas expectativas dos clientes, mas também as excede.

Conforme os fatores citados que afetam o ambiente operacional de uma empresa, conclui-se que o melhor caminho é a análise desses sob a ótica da empresa para formulação da estratégia corporativa.

2.2 Estratégias Adotadas no Ambiente Operacional de uma Empresa

Segundo o dicionário Aurélio, estratégia significa a “arte de aplicar os meios disponíveis com vistas à execução de objetivos específicos” (FERREIRA, 1988, p.278).

Afirma ainda Ferreira, que no meio empresarial, estratégia significa “identificar ações ou padrões de ações necessários para se atingir objetivos previamente definidos”.

De acordo com os conceitos apresentados, serão abordados, a seguir, os três níveis hierárquicos de estratégias adotadas no ambiente operacional de uma empresa: o nível da estratégia corporativa, o das unidades de negócio e o nível funcional.

Dentro do nível funcional, é definida a estratégia de manufatura ou de produção (ilustrado na Figura 2.1).

Figura 2.1 – Níveis de Estratégia



Fonte: Tubino (1999, p.21)

➔ Estratégia Corporativa

Entende-se Estratégia Corporativa como sendo a definição de competências que a corporação ou grupo adota para transformar-se em uma organização cada vez mais competitiva. Geralmente é composta de várias unidades de negócio. A estratégia corporativa é definida a partir da missão do grupo.

Conforme Tubino (1997,p.34), a estratégia corporativa define as estratégias globais da empresa, as áreas de negócios de que a empresa participa, sua organização e distribuição de recursos para as áreas, ao longo do tempo, com decisões centralizadas.

Segundo Porter (*apud* Pires, 1995, p.27), “a estratégia corporativa refere-se a duas questões principais: em que negócios a corporação deveria atuar e como deveria administrar o conjunto de negócios”.

Na indústria têxtil brasileira, a estratégia corporativa é fundamental para o sucesso da empresa, constituindo-se em uma característica marcante. Em geral, os grupos têxteis brasileiros possuem várias unidades de negócio, onde cada uma é uma parte da cadeia produtiva. A produção, em parte, atende a demanda do próprio grupo e a outra parte, a demanda do mercado que, com frequência, é o excedente da demanda interna do grupo.

Esta é uma forma estratégica utilizada pelas empresas têxteis brasileiras para otimizar a capacidade produtiva disponível. Um exemplo disso é o grupo Vicunha Têxtil que possui unidades de negócio de produção e comercialização. Tem unidades de produção de índigo jeans, de tecidos e malhas sintéticas, de fios utilizados para produção de malhas, tecidos e fios (linhas para tricô), unidades de negócio que produzem e comercializam fibras sintéticas que abastecem o grupo. O excedente é vendido para o mercado.

Um exemplo de aplicação da estratégia corporativa é citado por Mano (2003), em seu artigo publicado na Revista Exame, onde descreve que a Vicunha começou, em 2002, a revisar sua estratégia corporativa, focalizando as áreas de negócios têxteis de produção e comercialização de índigo jeans, malhas e tecidos sintéticos, por serem os negócios de maior volume e rentabilidade do grupo.

➤ **Estratégia das Unidades de Negócio**

De acordo com Pires (1995, p.31), “uma unidade de negócio, em geral, é representada por uma divisão, uma empresa, uma unidade fabril ou por uma linha de produtos dentro de uma corporação”.

Conforme Tubino (1999, p.21), “a unidade de negócio é uma subdivisão do nível corporativo, onde cada unidade deve ter sua estratégia de negócio, também chamada de estratégia competitiva, direcionando como a unidade de negócio compete no mercado”.

Fontes externas (clientes, concorrentes, ambiente econômico) devem orientar alguns objetivos da estratégia do negócio; por outro lado, as fontes internas como a análise dos pontos fortes e fracos do negócio devem orientar outros. Complementa Beckman (*apud* PIRES, 1995, p.32), que a estratégia do negócio deve:

- “definir os métodos de competição, aproveitando nichos de mercado não explorado pelos concorrentes;
- determinar a contribuição de cada produto e das funções em relação aos objetivos da unidade de negócio;
- alocar os recursos necessários para os produtos e funções da unidade de negócio”.

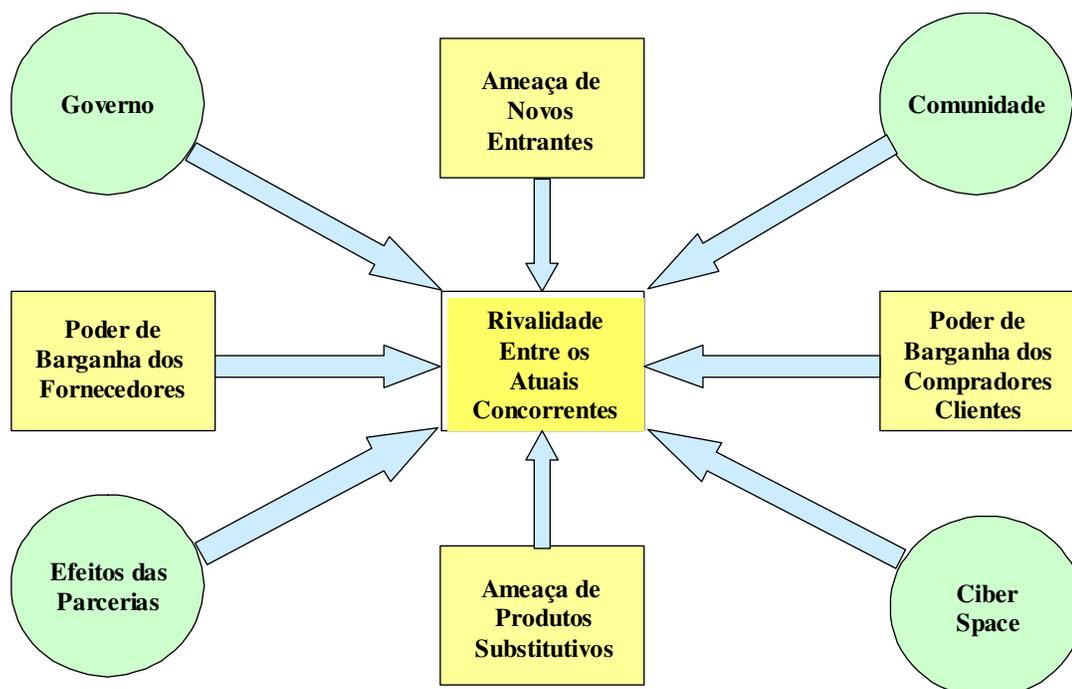
Pires (1995, p.32), ressalta a seguinte questão: “por que os clientes irão comprar certos produtos da empresa ao invés de comprar dos concorrentes?”

Os clientes fazem isso baseados em um dos seguintes critérios:

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

Estes critérios levam a uma análise competitiva proposta por Porter (*apud* PIRES, 1995, p.33), com interação das forças competitivas, conforme figura 2.2.

Figura 2.2 – Forças competitivas



As forças competitivas são: ameaças de novos competidores, rivalidade entre os atuais concorrentes, ameaça de produtos substitutos, poder de barganha dos compradores clientes e o poder de barganha dos fornecedores. A habilidade em tratar com estas forças competitivas é fundamental para determinar a estratégia das unidades de negócios.

Liderança de custo, diferenciação e foco são os principais tipos de estratégia que os negócios de uma empresa podem ter para contemplar habilmente as forças competitivas. Desta forma, a vantagem competitiva de uma empresa que adota a estratégia de liderança de custo é seu menor custo de produção e venda, que possibilita um menor preço de venda, com maior participação de mercado, resultando numa maior lucratividade com a economia de escala.

Para as empresas que têm uma estratégia de diferenciação, a vantagem competitiva é seu melhor desempenho em serviços, qualidade ou outro item que seja relevante aos clientes. Esta diferenciação lhe proporcionará maior lucratividade e participação no mercado.

Nas empresas com estratégia de foco, o objetivo é ter uma estratégia de liderança de custo ou diferenciação para um nicho de mercado e não para o mercado como um todo.

Conforme Gonçalves (2001, p.31), não existe uma melhor estratégia a ser utilizada para as empresas têxteis, o importante é que seja coerente com o ambiente externo e a cultura da empresa, maximize as oportunidades e diminua as ameaças.

No último e terceiro nível, está a estratégia funcional, onde se concentram as políticas de operações das diversas áreas funcionais da empresa que devem estar consolidadas com as estratégias corporativas e competitivas.

Afirma Tubino (1999, p.22) que o resultado da definição de uma estratégia funcional é a definição de planos de ação dentro das três áreas básicas da empresa: o plano financeiro, o plano de *marketing* e o plano de produção.

Ainda de acordo com este autor, “os planos devem ser dissecados e desmembrados taticamente para determinar a direção e os métodos que os setores da empresa necessitam para por em praticar tal estratégia”.

Dentro da estratégia funcional, está a estratégia produtiva, com a qual o plano de produção deve estar coerente.

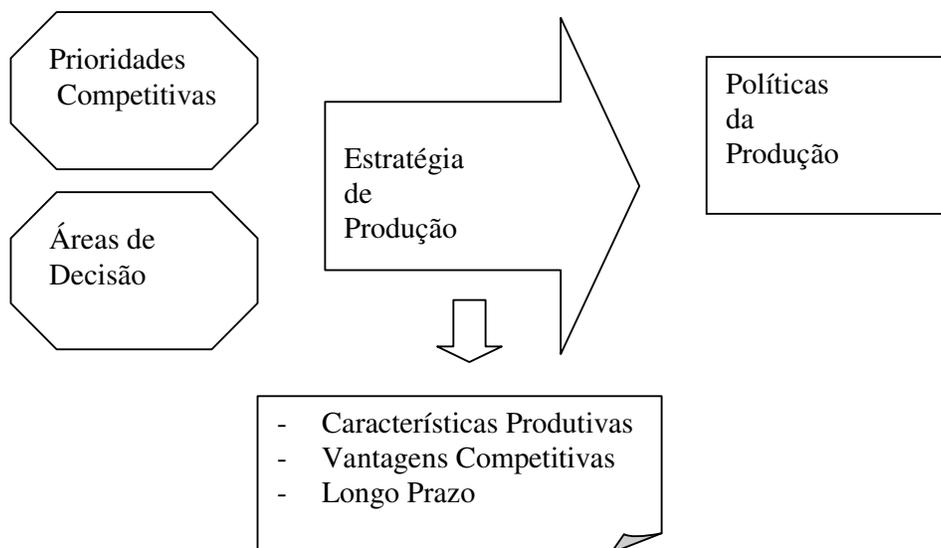
➤ Estratégia Produtiva

Segundo Pires (1995, p.47), “o principal objetivo de uma estratégia funcional é suportar e viabilizar a estratégia da unidade de negócios, ou seja, ela deve especificar como a função irá suportar uma vantagem competitiva e como irá complementar as outras estratégias funcionais”.

A estratégia produtiva deve ser coerente com todos os outros níveis acima de estratégia da empresa.

De acordo com Tubino (1999, p.22), “a definição de uma estratégia produtiva é baseada em dois pontos principais: as prioridades competitivas e a política para as diferentes áreas de decisões da produção”. Conclui ainda que uma estratégia de produção consiste em determinar as prioridades competitivas e definir políticas consistentes com esta priorização para as áreas de decisão.

Figura 2.3 – Definição de uma Estratégia Produtiva



Fonte: Tubino (1997, p.39)

Numa estratégia de produção, estão as prioridades competitivas, ou seja, os critérios que os clientes querem dos produtos e serviços e que podem ser utilizados como

ferramenta para aumentar participação no mercado. Como prioridades competitivas, Tubino (1999, p.22) cita:

- custo;
- qualidade;
- desempenho nas entregas;
- flexibilidade.

Gaither (2001, p.40), define cada uma das prioridades competitivas no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Prioridades Competitivas

Prioridades Competitivas	Definição	Maneiras de Criar
Baixos custos de produção	- Custo unitário do produto ou serviço, inclusive custos de mão-de-obra, materiais, etc..	- Reprojeto do produto ou serviço. - Nova tecnologia de produção. - Aumento nos índices de produção. - Redução do desperdício. - Redução dos estoques.
Desempenho de entrega	- Entrega rápida	- Maior estoque de produtos acabados. - Maior índice de produção. - Métodos de entrega rápida.
	- Entrega no tempo correto	- Promessas mais realistas. - Melhor controle de produção e compra. - Melhores sistemas de informação.
Produtos e Serviços de Alta Qualidade	- Percepções dos clientes quanto ao grau de excelência exibido pelos produtos e serviços.	Melhorar nos produtos e serviços: - Aparência; - índice de defeito; - desempenho e função; - durabilidade; - serviço de pós-venda.
Flexibilidade	- Capacidade de mudar rapidamente a produção conforme os produtos e serviços da encomenda e volumes de produção	- Mudança no tipo de processo de produção usado. - Uso de CAD/CAM. - Aumento da capacidade de produção. - Aplicação da Produção enxuta JIT.

Fonte: Gaither (2001, p.40)

Uma forma de determinar as prioridades competitivas é através da definição dos critérios qualificadores e ganhadores de pedido.

De acordo com Slack (1997), *critérios ganhadores* de pedidos são os que contribuem diretamente para realização de um negócio, ou seja, para conseguir um pedido. São diferenciadores para vencer a concorrência. Já os *critérios qualificadores*, como o próprio nome diz, são critérios ou exigências mínimas impostas pelo mercado, devem ser cumpridos para serem considerados pelos clientes.

Um exemplo de critério ganhador de pedido é citado por Estratégia (2002), num relato de que para indústrias têxteis de tecelagem e malharia que produzem artigos voltados ao mercado de confecções de moda, onde há grande variedade de cores e padrões, são comuns pedidos com vários artigos diferentes e pequenas quantidades e prioritários.

Afirma o autor que as empresas precisam ter como item de qualificação de mercado a entrega do pedido no prazo estabelecido pela necessidade das confecções em lançar suas coleções. Como critério ganhador de pedido, considera-se o preço final de venda. Situações como esta são muito freqüentes nas empresas têxteis, onde, em geral, o não cumprimento dos prazos estabelecidos gera o cancelamento do pedido que, por sua vez, origina estoques de produtos acabados, muitas vezes, artigos exclusivos e com difícil recolocação no mercado. Tal situação pode ocasionar, ainda, o pior: a perda do cliente para a concorrência.

Depois de definidas as prioridades competitivas, o próximo passo, dentro de uma estratégia de produção, é definir as políticas de ação em cada uma das áreas dentro do sistema produtivo, onde o planejamento estratégico da produção deve agir. “Ao serem priorizados o critério de flexibilidade, as políticas de instalações, capacidade de produção e tecnologia devem privilegiar o *setup* rápido e os pequenos lotes, com focalização da produção, e a política de recursos humanos privilegiar a polivalência”, de acordo com Tubino (1999, p.24)

Na Tabela 2.1, são ilustradas as principais áreas de decisão envolvidas com o sistema produtivo.

Quadro 2.2 – Áreas de Decisão Envolvidas com o Sistema Produtivo

Áreas de Decisão	Descrição
Instalações	Local, tamanho, volume, mix, especialização;
Capacidade de Produção	Nível, como incrementar.
Tecnologia	Equipamentos, sistemas, automação, flexibilidade, atualização;
Integração vertical	O que produzir, o que comprar, política a adotar com os fornecedores.
Organização	Estrutura, centralização, formas de comunicação, atividades.
RH	Recrutar, selecionar, contratar, desenvolver, avaliar, motivar, remunerar.
Qualidade	Responsabilidades, controles, normas, ferramentas de decisão, padrões, comparações.
Planejamento e Controle da Produção	Que sistema empregar, políticas de compras, de estoque, nível de informatização, ritmo de produção, formas de controle.
Novos produtos	Freqüência de lançamentos, desenvolvimento, relação produtos / processos.

Fonte: Tubino (1997, p.42)

Segundo Tubino (1999, p.25), “estas áreas são interdependentes e deve haver coerência entre as decisões a serem tomadas nas diversas áreas”. Ressalta, ainda, que existe uma relação constante entre o sistema produtivo e o meio ambiente onde ele está inserido. Desta forma, as decisões estratégicas fazem parte de um processo dinâmico que sofre alterações conforme o mercado e a concorrência se comportam.

As indústrias têxteis, na sua maioria, são empresas fornecedoras para as indústrias de confecções que existem, em grande número, no Brasil. Desta forma, as prioridades competitivas para as indústrias têxteis são custo e desempenho nas entregas.

As políticas de capacidade de produção e recursos humanos devem privilegiar a produtividade e maiores lotes de produção. A área de Planejamento da Produção deve definir planos de ação de longo, médio e curto prazo para produção; privilegiar o controle da

produção por setor; procurar maior sincronismo da cadeia produtiva têxtil, maior nível de informatização das informações do processo produtivo, desde o Planejamento e Controle da Produção (PCP) até o chão de fábrica.

Com relação à área de Qualidade, esta deve diminuir o reprocesso, aumentar o índice de artigos de primeira qualidade, diminuir os desperdícios de matérias-primas, insumos e utilidades (vapor, água, ar comprimido, entre outros). Fica clara, então, a importância do planejamento da produção na indústria têxtil como área essencial para viabilizar as estratégias produtivas, do negócio e das corporações têxteis brasileiras.

2.3 O Planejamento da Produção

Para alcançar seus objetivos e aplicar de maneira adequada seus recursos, as empresas não produzem ao acaso e nem funcionam de improviso. Elas precisam planejar antecipadamente e controlar adequadamente sua produção. Para isto, existe o Planejamento e Controle da Produção (PCP), também chamado de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP). O PCP ou PPCP visa aumentar a eficiência (fazer as coisas corretamente, adequadamente) e a eficácia (fazer as coisas que são importantes, os objetivos propostos pela empresa), obedecendo à estratégia de manufatura adotada pela empresa que, por sua vez, deve estar alinhada com a estratégia do negócio e da corporação.

Brito (2000, p.18), afirma que “planejamento é um conjunto de ações relacionadas de planejar e controlar, pois associada à função de planejar está a função de controlar. Desta forma, controlar consiste em detectar os desvios em relação ao planejado e tomar ações corretivas”.

Conforme Tubino (1997, p.23), para atingir seus objetivos, o planejamento da produção utiliza informações de diversas áreas. Da Engenharia do Produto, utiliza informações das listas de materiais e desenhos técnicos; da Engenharia de Processo, os roteiros de fabricação e os *lead times*; do *Marketing*, os planos de vendas e pedidos firmes; a Manutenção fornece os planos de manutenção; do Suprimentos, as movimentações dos materiais; dos Recursos Humanos, os programas de treinamento, das Finanças, o plano de investimentos e o fluxo de caixa, entre outros.

Fica claro que o Planejamento precisa estar integrado *on-line* com outras áreas da empresas e que esta integração é imprescindível para o correto funcionamento do Planejamento de recursos de manufatura.

Alguns autores, entre eles Arnold (1999, p.34), afirmam que um bom sistema de planejamento deve responder a quatro questões básicas:

- 1 – “O que se pretende fabricar?”
- 2 – “O que é necessário para fabricar o que se pretende?”
- 3 – “O que a empresa possui?”
- 4 – “De que a empresa precisa?”.

Brito (2000) acrescenta ainda as seguintes questões:

- A - “Quem deve fazer?”
- B - “Quanto deve ser feito?”
- C - “Onde deve ser feito?”.

Em suma, para produzir, é necessário saber quais produtos serão fabricados, que recursos serão necessários, o que a empresa disponibiliza e, ainda, as decisões de fabricar ou comprar, quanto comprar ou fabricar, onde será fabricado, caso exista mais de uma planta industrial. Estas são questões que devem ser respondidas pelo Planejamento da Produção e que serão abordadas a seguir.

2.3.1 O Planejamento da Produção no Setor Têxtil

O planejamento é muito importante para a produção de bens ou serviços de qualquer segmento de mercado, principalmente para o têxtil, que está intimamente ligado à moda. As melhores condições de resposta aos imprevistos que possam ocorrer na evolução de um mercado são conseguidas através de ações planejadas. Sendo assim, pode-se dizer que quanto melhor for o processo de planejamento, melhores serão os resultados.

Através de um cenário previamente definido, o planejamento busca formar um conjunto de informações para a tomada de possíveis decisões, algumas delas em diferentes horizontes e com diferentes previsões.

Conforme Shwitzky (2001), nesse sentido, é interessante que se separem os horizontes de tempo, visto que o planejamento em diferentes horizontes busca diferentes decisões.

Planejar é entender como a consideração conjunta da situação presente e da visão de futuro influencia as decisões tomadas no presente para que se atinjam

determinados objetivos no futuro. Planejar é projetar um futuro que é diferente do passado, por causas sobre as quais se tem controle. (CORREA, 2000, p.33)

Conforme as questões citadas anteriormente, para a cadeia produtiva têxtil estão presentes as questões: “O que se pretende produzir?”, “O que é necessário para produzir o que se pretende?”, “O que a empresa possui?”, “De que a empresa precisa?”, “Quem deve fazer?”, “Quanto deve ser feito?”, “Onde deve ser feito?”; perguntas estas que, em geral, para indústria têxtil são respondidas conforme a seguir.

A questão “o que se pretende produzir”, é determinada pelas coleções que, geralmente, são definidas à proporção de uma para cada estação do ano, em função das tendências da moda, cópia de artigos de marcas famosas de alto custo e prestígio, desenvolvidos nos mercados europeu e americano, e pela não desprezada criatividade dos estilistas brasileiros e ditadores de moda. Raramente são utilizadas ferramentas para realizar previsão de demanda. Com frequência, esta atividade é desenvolvida somente no *feeling* da alta direção da empresa para determinar o plano de ação dos artigos que não são novos e que continuarão a ser produzidos.

Para determinar “o que é necessário para fabricar o que se pretende” nas indústrias têxteis, são definidas as necessidades de insumos e matéria-prima através dos dados contidos nas fichas técnicas dos produtos em cada etapa produtiva envolvida. Através dessas fichas, são calculadas as necessidades de matéria-prima e insumos, de uma forma descentralizada, ou seja, cada unidade produtiva determina o que será necessário baseado no que foi combinado informalmente com a área comercial. Em geral, estas fichas são armazenadas em planilhas, sem uma integração entre produtos e insumos, e as necessidades são calculadas manualmente.

Para conhecer “o que a empresa possui”, são realizados inventários manuais de estoques de insumos, matérias-primas e produtos em processo, quais máquinas estão instaladas por setor, quais os artigos que podem ser produzidos em cada máquina, quais as regulagens da máquina para cada artigo.

Estabelecendo o que a empresa possui tem-se “o que a empresa precisa” para fabricar os artigos, definindo o que é necessário a mais como insumos, matérias-primas, máquinas (capacidade excedente a disponível). Essa dedução geralmente é realizada com dados estáticos agrupados em planilhas que norteia decisões a partir de informações não muito realistas.

A questão “quem deve fazer”, muitas vezes, é determinada em cima da hora, principalmente quando envolve terceirização, ocasionando grandes custos pela urgência,

devido ao curto horizonte da análise adotado para planificação da produção na cadeia produtiva têxtil.

O “quanto deve ser feito” é um item que afeta diretamente o desempenho financeiro das indústrias têxteis brasileiras para pior ou para melhor, por se tratar de produtos altamente sazonais, influenciados pelo clima e conjuntura econômica e estação do ano, conforme afirma Gonçalves (2001, p.37). Um inverno em que não faz frio desde os primeiros dias da estação provocará o acúmulo de estoques de peças acabadas por um longo período, geralmente até o próximo inverno.

A questão “onde deve ser feito” acontece, comumente, nas indústrias têxteis com mais de uma unidade produtiva que faz o mesmo processo, muitas vezes gerando um mesmo artigo em unidades diferentes, não focalizando a produção em filiais ideais para a fabricação desses artigos.

Depois deste paralelo referente às questões básicas a serem respondidas e à indústria têxtil, conclui-se com a afirmação de Karacapilidis & Pappis (2003, p.2), que a indústria têxtil caracteriza-se por várias restrições envolvendo a integração de várias áreas produtivas, que tipicamente são caracterizadas por setores múltiplas fases no processo com múltiplas unidades de produção por fase, ou seja, *flow-shop* e outros setores caracterizados por processos do tipo repetitivo em lote *job-shop*, fazendo com que o gerenciamento total do processo de produção seja muito complexo.

Acrescenta, ainda, o autor que a seqüência depende das operações envolvidas, dos diferentes horizontes de planejamento e das características dos setores produtivos inseridos no processo. Conseqüentemente, são necessárias diferentes lógicas de planejamento da produção para cada um desses setores.

Uma configuração da cadeia têxtil contém tecelagem e preparação à tecelagem (produção de urdumes). Na tecelagem, tem-se um longo horizonte de planejamento e baixas velocidades de produção média, altos tempos de *setup*, lotes grandes de produção em lotes com um misto de produção por ordens e produção para estoque. Já na etapa preparação, a tecelagem ou setor de produção de urdume é o processo caracterizado por horizonte de planejamento curto e altas velocidades das máquinas, curtos tempos de *setup*, pouca produção em lotes e somente produção por ordem (KARACAPILIDIS & PAPPIS, 2003, p.2)

Em função destas deficiências, dificuldades e variações descritas no planejamento dos recursos produtivos deste segmento industrial, tem-se uma situação bastante complexa no que diz respeito ao planejamento e controle da produção. A seguir, serão abordados os processos de planejamento e as metodologias de planejamento da produção aplicadas no modelo.

2.3.2 Sistemas de Planejamento e Controle da Produção

As atividades envolvidas no processo de planejamento dependem do tipo de sistema de planejamento utilizado (GAITHE, 2001,p.236). Serão descritas as quatro principais abordagens do planejamento e controle da produção: estoque de reserva, sistema de empurrar, sistemas de puxar e a abordagem dos gargalos. Na seqüência, serão descritos os métodos de planejamento da produção derivados destas abordagens.

☒ **Estoque de Reserva**

O planejamento da produção baseado nesta abordagem intensifica a manutenção de estoques de materiais e insumos para sustentar a produção. “É considerado o mais simples dos sistemas de planejamento e controle da produção”, segundo Gaither (2001, p.259). O sistema produtivo opera com pouca informação, utilizando a cadeia do sistema de produção, informações dos clientes para a produção e desta para os fornecedores. Conforme os produtos acabados são expedidos, inicia-se a produção para reposição destes itens no estoque. São repostas as quantidades em processo, e das matérias primas.

De acordo com Production (2003), a produção opera com produtos em estoque entre os estágios do processo de produção, requer o mínimo de comunicação para coordenar e seqüenciar as estações de trabalho e forte controle do inventário. Esta abordagem ainda é muito utilizada pelas empresas, sendo bastante comum nas empresas têxteis de médio e pequeno porte, devido à baixa organização do processo produtivo e pouca mão-de-obra qualificada no processo de gestão.

Conforme Gaither (2001, p.259), “este sistema pode ser usado com melhores resultados nos casos em que a produção é focalizada no produto ou focalizada no processo, que exija poucas informações referentes aos clientes, fornecedores e produção. Tende a funcionar melhor quando a demanda de produtos é muito aleatória”.

☒ **Sistema de Empurrar**

No Sistema de Planejamento e Controle de empurrar, a ênfase está na utilização de informações referente aos clientes, fornecedores e da produção para administrar o fluxo de informações. Matérias-primas são planejadas para chegar na produção no prazo para se fabricar as peças e sub-montagens. As peças e sub-montagens são fabricadas e entregues à

montagem final prevendo quando serão necessários ao consumidor. Os produtos acabados são montados e embarcados aproximadamente quando os clientes necessitam deles. Desta forma, “as matérias primas são empurradas do início do processo produtivo que, por sua vez, empurram outros lotes pelas etapas do processo produtivo” (GAITHER, 2001, p.259).

Segundo Production (2003), no sistema de empurrar, o fluxo de materiais (tempo, quantidade, etc..) é planejado e controlado por uma série de programas que requerem grande acurácia dos dados para programar. Entre os dados, pode-se citar informações sobre demanda por cliente e os *lead-times*. Gaither complementa afirmando que “Os sistemas de empurrar têm atingido boa redução nos estoques de matérias primas e maior utilização de trabalhadores e máquinas, em relação aos sistemas de Estoque Reserva”.(GAITHER, 2001, p.260)

Por dedução, conclui-se que o método de planejamento MRP II é baseado nesta abordagem. Este sistema tem uma boa aderência para realizar o primeiro nível de planejamento da produção para indústria têxtil, ou seja, no planejamento de longo e médio prazo (MPS), favorece realizar simulações para análises futuras, permitindo determinar o comportamento da capacidade produtiva por setor conforme o cenário projetado.

Outro fator relevante desta abordagem importante para indústria têxtil é a possibilidade de determinar as necessidades de matéria prima e insumos com antecedência, através da previsão de demanda e pedidos em carteira. Entretanto, no curto prazo, apresenta algumas deficiências no planejamento de curto prazo. Adiante será abordado o método de planejamento MRP II.

☒ Sistema de Puxar

A ênfase deste sistema de planejamento está na redução dos níveis de estoque em cada etapa de produção. Nos sistemas de empurrar, o programa determina o que será produzido em seguida, já nos sistemas de puxar, determina-se o que será feito em função da próxima etapa, ou seja, o que será necessário em função da próxima fase. De acordo com (Gaither, 2001, p.261), “O material é requisitado do final do processo de acabamento até o nível de matéria prima; desta forma só é produzido o que é requisitado pelo comercial ou programação de expedição”. “Tem forte enfoque na produção de pequenos lotes, onde o último estágio do processo ativa a produção implantada com o princípio do *Just-in-time* (JIT). Apresenta bons resultados em fábricas menores, mais focalizadas e com processo de produção repetitivo, ou seja, que produz produtos padronizados” (Production, 2003, p.2).

Na indústria têxtil, esta abordagem pode ser utilizada para o planejamento de alguns setores produtivos. Na seqüência desta dissertação, será abordada em mais detalhes esta aderência.

☒ **Análise dos Gargalos**

Esta abordagem de Planejamento e Controle da Produção concentra-se nos gargalos de produção. Um gargalo pode ser uma operação manual, uma máquina ou etapas de produção que impedem o processo porque têm menos capacidade do que a montante e a jusante. Está baseada na *Theory of Constraints* (TOC), abordagem de administrar gargalos ou gerenciamento das restrições, popularizada pelo Dr. Eliyahu Goldratt. O conceito de gerenciamento das restrições baseia-se no princípio de que não importa a rapidez de outras operações do fluxo produtivo do *mix* de produtos, a capacidade do recurso gargalo é que determina a capacidade do fluxo produtivo. O sistema de controle baseia-se nos conceitos de tambor, pulmão e corda. Através da determinação dos pontos de controle, ou seja, dos gargalos, conjuntamente chamados de tambores, é estabelecida a cadência do fluxo produtivo. O tambor determina a quantidade a produzir coerente com os gargalos de produção. O pulmão é o estoque mantido antes de um recurso gargalo, para que sempre exista material a ser processado. Desta forma, os pulmões garantem a segurança de que as promessas de entrega aos clientes possam ser realizadas com confiabilidade. A corda pode ser qualquer forma de comunicação, por exemplo, uma programação no sentido contrário ao processo para impedir a elevação dos estoques antes do recurso gargalo, coordenando as atividades necessárias para cumprir a quantidade a produzir. “A corda garante que todas as etapas de produção estejam sincronizadas com a quantidade a produzir” (Gaither, 2001, p.262).

A abordagem da TOC é implementada com a utilização de *Software*. O mais conhecido é o OPT, que programa a produção de acordo com os princípios defendidos pela filosofia da TOC. Esta abordagem pode ser aplicada em setores específicos da cadeia produtiva têxtil, que possuem múltiplas fases e várias opções de fluxo produtivo.

Foram descritas as quatro abordagens principais do planejamento e controle da produção. Na seqüência, será abordado o processo de planejamento.

2.3.3 O processo de planejamento

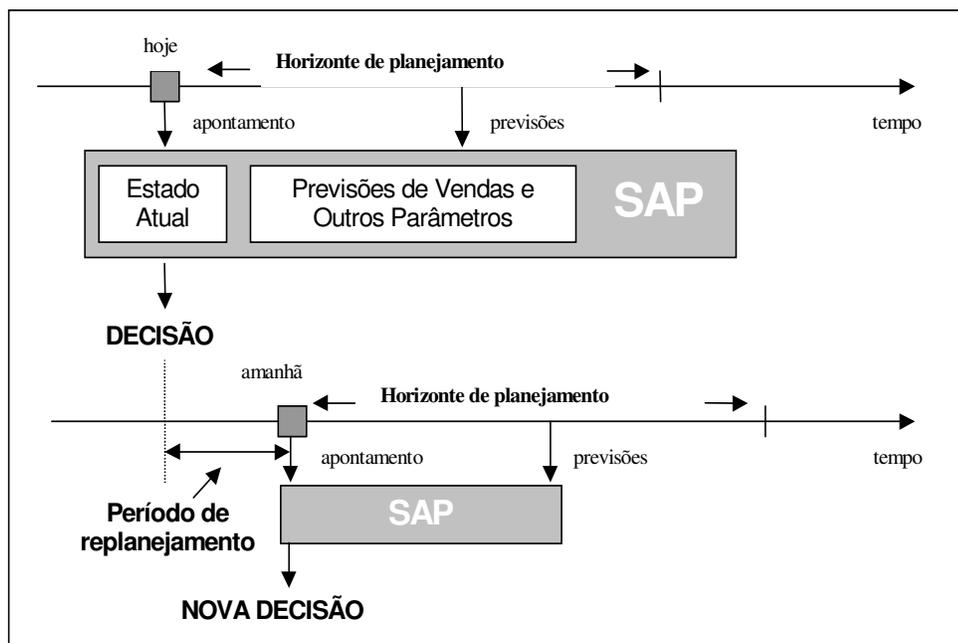
O processo de planejamento da produção pode ser realizado com base num Sistema de Planejamento da Produção ou na combinação de mais de um Sistema de Planejamento da Produção. O processo de planejamento deve ser contínuo: a partir do registro da situação presente, estabelecer uma visão futura. Os objetivos a serem alcançados devem ser bem claros.

Com o passar do tempo, a visão de futuro deve ser deslocada de forma que o horizonte fixado se mantenha constante. Corrêa (2000, p. 33), sugere a seguinte dinâmica:

- **passo 1:** levantar a situação presente, registrar a situação em que se encontram as atividades e os recursos para que esta esteja presente no processo de planejamento;
- **passo 2:** desenvolver e reconhecer a visão de futuro;
- **passo 3:** tratamento conjunto da situação presente e da visão de futuro, por alguma lógica que transforme os dados coletados em informações para tomada de decisão;
- **passo 4:** tomada de decisão gerencial: o que, quanto, onde, quando produzir e comprar e com que recursos produzir;
- **passo 5:** execução do plano: período em que as decisões vão tomando efeito.

A Figura 2.4 (na página seguinte) ilustra a dinâmica do processo de planejamento.

Figura 2.4 – Dinâmica do Processo de Planejamento



Fonte: Corrêa (2000, p.34)

Como nem sempre as coisas acontecem como foram planejadas, em determinado momento, é necessário registrar a situação presente e voltar ao passo 1.

Não existe uma receita pronta para a definição do horizonte de planejamento. Uma forma é utilizar a prática de considerar um ponto no futuro onde as decisões do presente têm pouca ou nenhuma influência.

O horizonte de planejamento pode ser subdividido em diferentes espaços de tempo. Isso é possível porque as decisões têm diferentes inércias (tempo necessário para que as decisões tenham efeito). Num primeiro nível, estão as decisões de longo prazo (maior inércia), onde se procura trabalhar com famílias de produtos. Em um segundo nível, estão as decisões de médio prazo, limitadas pelas decisões de longo prazo, onde existe um nível a mais de desagregação, em que se trabalha com os produtos de forma individualizada. Em um terceiro nível, têm-se as decisões de curto prazo, onde se trabalha com os componentes que formam os produtos acabados.

Relacionando à cadeia produtiva, conclui-se que, com relação ao primeiro nível de planejamento, deve-se utilizar a análise por família de artigos, ou seja, agrupar os artigos em famílias, relacionando as mesmas a coleções, realizando desta forma uma análise ampla por coleção.

No médio prazo, já com análise artigo por artigo, é importante re-analisar a previsão de demanda para cada um dos artigos componentes da família através de técnicas como séries temporais e sazonalidade, redistribuindo a demanda total da família por esta nova análise, devido às grandes variações de demanda que acontecem no mercado têxtil e pela frequência de lançamentos de novos artigos e coleções.

No terceiro nível, a preocupação maior é com as matérias-primas e insumos necessários para cada ordem de produção, eventuais quebras de máquina e os indesejáveis cancelamentos de pedido que podem prejudicar o desenrolar do dia-a-dia na produção de uma indústria têxtil.

Para cada um dos níveis hierárquicos, foram identificadas, brevemente, algumas características pertinentes ao planejamento de recursos de manufatura. Na seqüência deste trabalho, serão abordadas as características de cada nível citado, iniciando com o Planejamento de recursos de longo prazo..

2.3.4 Planejamento de Recursos de Manufatura de Longo Prazo

Será utilizada a metodologia de planejamento *Manufacturing resources planning (MRP II)*, como base para o planejamento de recursos de manufatura de longo prazo. A seguir, será abordado o MRP II, conceitos e abrangência. Após, será exposto o módulo do MRP II específico para o planejamento de recursos de manufatura de longo prazo.

Manufacturing resources planning (MRP II)

O MRP II é baseado no sistema de empurrar. Trabalha com o princípio de interação em todos os níveis em que atua, de cima para baixo, ou seja, do nível mais estratégico até o nível de chão de fábrica. Possui *feedback* de baixo para cima. Referente ao MRP II, Arnold cita a necessidade de utilização de recursos computacionais ...

Por causa da grande quantidade de dados e do número de cálculos necessários, o sistema de planejamento e controle de produção provavelmente terá de ser computadorizado. Se não for utilizado um computador, o tempo e a força de trabalho requeridos para fazer os cálculos manualmente, por serem extensivos, forçam a empresa a fazer acordos. Em vez de programar as encomendas pelo sistema de planejamento, a empresa pode ter de estender seu *leadtime* e construir estoques para compensar a inabilidade de programar rapidamente o que é necessário e para quando. (ARNOLD, 1999, p. 42)

O MRP II parte do cálculo da necessidade de produção de produtos acabados, passa pelo cálculo de capacidade ou análise de capacidade em função da necessidade de produção, permitindo realizar alguns ajustes na capacidade instalada por meio de horas extras, turnos adicionais ou sub-contratações, quando as restrições de capacidade não forem muito grandes, ou seja, é uma técnica de planejamento que permite realizar simulações.

Como é um sistema hierárquico de planejamento, parte-se do planejamento estratégico de negócios que integra as áreas de *marketing*, finanças e produção, sendo que cada área certifica-se de que seus planos sejam realistas e exeqüíveis, rentáveis e que possam atender à demanda requerida.

Conforme Ballestero (2001, p.383), “o MRP II possibilita um controle em *looping*, ou seja, um ciclo fechado de perguntas que são repetidas até que determinada condição exista, que, no caso, pode ser a capacidade que transforma a aplicação em um sistema de planejamento completo”.

Para Corrêa, as características hierárquicas do MRP II são:

- O conjunto dos módulos, forma uma estrutura de planejamento hierárquica, onde as decisões tomadas em níveis superiores, condiciona as decisões de níveis inferiores;
- Permite vincular o planejamento de longo prazo às decisões detalhadas em curtíssimo prazo, garantindo alto grau de coerência vertical entre os níveis de tomada de decisões na produção. (CORRÊA, 2000, p.146).

Conforme o autor, os níveis mais altos utilizam horizontes de planejamento mais longos, com períodos de re-planejamento maiores e dados agregados, já os níveis inferiores utilizam horizontes de planejamento e períodos mais curtos, com dados mais desagregados.

Ressalta Corrêa que “parte da coerência vertical é garantida pela utilização de um *software* que vincula a produção de produtos acabados à produção e compra de componentes e matérias primas”.

Através de informações armazenadas em um arquivo de estrutura de produtos, relacionadas a informações referente a como devem ser produzidos os componentes, a execução das operações de fabricação (roteiro), são geradas as necessidades de recursos. Essas informações devem ser armazenadas na base de dados do sistema (CORREA, 2000, p.147). Ressalta ainda que a coerência entre os níveis contidos no bloco de comando do MRP II, o S&OP e o MPS, geralmente não é garantida com o uso do *software*, mas por um

conjunto de procedimentos diários não triviais que devem ser realizados e que necessita de um sistema de planejamento muito bem desenhado.

O MRP II é composto de módulos, sendo os principais:

- S&OP (longo prazo);
- MPS (médio prazo);
- MRP (curto prazo);
- Compras / SFC (curtíssimo prazo).

S&OP (*Sales and Operations Planning*) – Planejamento de Operações e Vendas

Segundo Corrêa (2000, p.152), “*Sales and Operations Planning* é o módulo do MRP II responsável por atuar no nível mais estratégico do planejamento, integrando as áreas de produção, vendas e financeiro com uma perspectiva de longo prazo”. Já Arnold (1999, p.41), chama este módulo de “planejamento de operações e de vendas”. De uma maneira geral, este nível de planejamento hierárquico é identificado como planejamento agregado de produção. O nome com que um ou outro autor identifica este módulo é diferente, porém os conceitos e princípios são os mesmos. Será adotado o nome de Planejamento de Operações e Venda (POV) para fins de padronização de nomenclatura.

[...] o planejamento de operações e vendas é um processo de revisão contínua do plano estratégico de negócios e dos planos de coordenação das várias áreas. [...] enquanto o plano estratégico de negócios é atualizado anualmente, o planejamento de operações e vendas constitui um processo dinâmico em que os planos da empresa são atualizados em uma base regular, geralmente ao menos uma vez por mês. (ARNOLD, 1999, p. 41)

Verifica-se que este conceito de planejamento de longo prazo vem ao encontro das necessidades de planejamento da indústria têxtil. Esta necessidade é justificada, porque favorece a tomada de decisão através de uma integração vertical juntamente com a integração horizontal, envolvendo as áreas necessárias para tomada de decisão e planejamento neste nível. Essa tomada de decisão se refere, principalmente, às decisões de análise das coleções que serão trabalhadas durante um determinado horizonte de planejamento, sua rentabilidade, impacto com novos produtos, relação com os fornecedores, capacidade produtiva, novos produtos, demanda confirmada e previsão de demanda, sendo esta última um dos principais problemas da indústria têxtil, por se tratar de produtos intrinsecamente lançadores de moda, ou seja, que devem estar sempre à frente da moda confirmada.

O processo de planejamento de vendas e operações possibilita a integração de estratégias de *marketing*, manufatura, finanças e P&D, que são consideradas estratégias funcionais, com a estratégia do negócio, favorecendo o alcance dos objetivos da corporação. As decisões de cada estratégia funcional devem ser coerentes, ou seja, se for adotada como estratégia de manufatura produzir para estoque determinada família de produtos, a estratégia financeira deve estar alinhada com esta situação, prevendo maiores recursos financeiros para investir em ativos. (CORRÊA, 2000, p.153)

Afirma Arnoldo que :

este planejamento possibilita vários benefícios:

- Possibilita atualizar o plano estratégico de negócio à medida que as condições se modificam;
- Assegura que os planos das diversas áreas sejam realísticos, coordenados e coerentes com o plano de negócios.. (ARNOLD,1999, p.41)

Segundo Correa (2000, p.166), os objetivos do POV são:

- Suportar o planejamento estratégico do negócio, ou seja, garantir através de análises periódicas, que o planejamento estratégico através da estratégia de manufatura seja viável e que está sendo cumprido;
- Garantir que os planos sejam possíveis de serem cumpridos por todas as áreas envolvidas;
- Gerenciar as mudanças de forma eficaz e proativa;
- Gerenciar o nível de atendimento / entregas;
- Avaliar o desempenho, analisando o desempenho real versus o planejado;
- Desenvolver a integração funcional e trabalho em equipe.

► Pré-requisitos do POV

De acordo com Corrêa,

- Entendimento do processo: todos os participantes devem compreender o que é e quais os benefícios do POV.
- Comprometimento dos participantes: a empresa deve disponibilizar os recursos, entre eles o tempo para o processo. A equipe deve ser formada pelo diretor geral e os representantes das áreas de vendas, marketing, engenharia, produção, finanças e recursos humanos. (CORRÊA, 2000, p.167).

Tubino define os passos básicos para gerar um plano de longo prazo como sendo:

1. Agrupar os produtos em famílias afins;
2. estabelecer o horizonte e os períodos de tempo a serem incluídos no plano;
3. determinar a previsão da demanda destas famílias para os períodos, no horizonte de planejamento;
4. determinar a capacidade de produção pretendida por período, para cada alternativa disponível (turno normal, turno extra, subcontratações, etc.);
5. definir as políticas de produção e estoque que balizarão o plano;
6. determinar os custos de cada alternativa de produção disponível;
7. desenvolver planos de produção alternativos e calcular os custos decorrentes;
8. analisar as restrições de capacidade produtiva;
9. eleger o plano mais viável estrategicamente (TUBINO, 1997, p.53)

Porém Corrêa (2000, p.167), cita a “necessidade de definir uma política do POV antes de gerar as opções de planos”. Segundo ele, deve-se criar um documento contendo os principais parâmetros que definirão as características do processo de planejamento. Estes parâmetros podem e devem ser alterados quando existir necessidade e consenso.

A política do POV consiste na definição de uma lista com as fases mais importantes, identificando as responsabilidades de cada área. Correa cita as seguintes fases:

- Objetivo
- Processo
- Cronograma
- Participantes
- Famílias de Produtos
- Horizonte de Planejamento
- *Time Fences*
- Responsabilidades
- Resultados
- Revisão Crítica (CORREIA, 2000, p.168)

Para que se possa realizar o aprimoramento contínuo do POV, é importante realizar uma revisão crítica do que pode ser melhorado no final de cada período ou ciclo de planejamento. Entre eles, Corrêa (2000, p.173), cita como exemplo:

- Adição novos participantes;
- Aprimoramento ferramentas de planejamento;
- Preparação de informações para reuniões;
- Alterações no processo de reunião;

- Alteração da seqüência de itens da discussão, entre outros.

A utilização de ferramentas de planejamento de longo prazo

Conforme Corrêa (2000, p.173), “a ferramenta utilizada para POV não precisa ser sofisticada”. Afirma ainda que os pacotes **ERP** (*Enterprise Resource Planning*) não figuram como adequados para a integração necessária dos dados importantes para este nível de planejamento, muito menos flexíveis para promover o aprimoramento contínuo do processo.

Já Tubino (1997, p.53), afirma que “os planos de produção podem ser desenvolvidos em planilhas que facilitam o cálculo e o resumo das alternativas pesquisadas e permitem mostrar os resultados com recursos gráficos avançados para visualização e tomada de decisão”.

O mais importante é que, de uma forma geral, as informações estejam disponíveis para a tomada de decisão, a fim de que as reuniões de POV sejam produtivas, sem perda de tempo garimpando informações desnecessárias, mas tomando decisões com base nelas.

Três conjuntos de informações são vitais para a tomada de decisão:

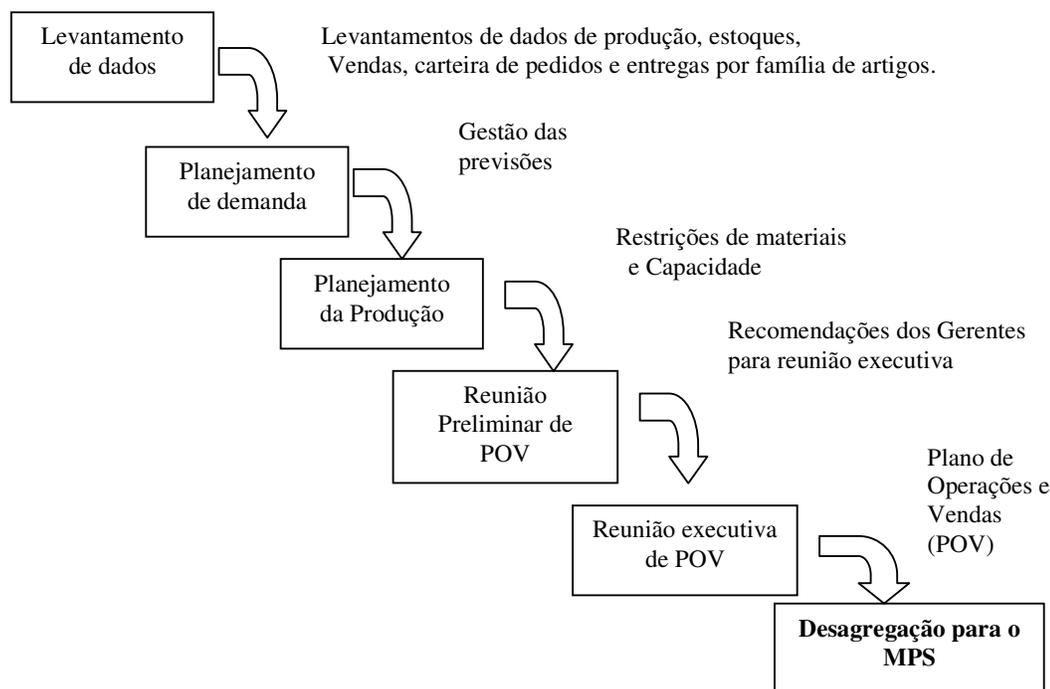
- o desempenho passado;
- a situação atual;
- os planos para o futuro.

⇒ O Processo de Planejamento de Operações e Vendas:

De acordo com Corrêa (2000, p.182), e Gaither (2001, p.237) o processo de Planejamento de Operações e Vendas consiste em cinco etapas principais e sucessivas:

- levantamento dos dados históricos;
- planejamento da demanda;
- planejamento da produção;
- reunião preliminar do POV;
- reunião executiva do POV.

Figura 2.5 – O Processo de POV



Fonte: Corrêa (2000, p.182)

Conforme a figura 2.5, vendas e *marketing* comparam a demanda real passada ao plano de vendas, verificando o potencial de mercado e projetando as demandas futuras. O plano atualizado de demanda, por sua vez, é comunicado à manufatura, que analisa e elabora o plano de produção, verificando as necessidades de capacidade, bem como as necessidades de materiais críticos.

Levantamento e preparação dos dados históricos

Os dados de vendas, estoques e produção devem ser agregados em famílias; deve ser registrado também o percentual de cada artigo na composição da família, em representatividade no *mix*, como também nos tempos de utilização dos recursos. Para indústria têxtil, uma alternativa é utilizar o artigo médio, ou seja, um artigo específico que poderá representar uma família, principalmente quando os artigos desta família não tiverem histórico de vendas, quando for de uma nova coleção. Este artigo médio representará a família para fins de utilização de recursos.

Planejamento de demanda

Responsabilidade da área de vendas e *marketing* e consiste na elaboração de um plano de vendas, indicando o que a empresa deseja oferecer ao mercado para cada família de produto, período a período, ao longo do horizonte de planejamento. O dado inicial do planejamento da demanda é a previsão de vendas gerada com base no histórico de vendas, tratada estatisticamente somadas às informações provenientes do pessoal de contato com clientes (fornecedores, representantes) e informações coletadas da imprensa e mercado referentes a fatores conjunturais que podem influenciar a demanda. Para o caso têxtil, artigos de novas coleções podem ser previstos quanto à demanda futura através da interação dos representantes com amostras desses novos artigos junto aos clientes e da coleta de informação, bem próxima da realidade, diga-se uma promessa de pedido para ser considerada no planejamento de demanda.

Através da análise criteriosa do conjunto destas informações, será possível gerar uma boa estimativa das vendas. O planejamento da demanda será abordado com maiores detalhes a seguir.

Planejamento da Produção

Responsabilidade da área de manufatura, executada pelo planejamento apoiado pela produção e suprimentos. O objetivo é montar um ou mais planos alternativos de produção em função de cada família de produtos, atendendo à demanda planejada pela área de vendas e *marketing*; fazer a projeção dos níveis de estoques. Conforme a política de estoque de cada família, que sejam viáveis do ponto de vista de capacidade, materiais, rentabilidade e fluxo de caixa.

Conforme López (2000, p.38), “esta simulação deve representar um conjunto de itens que deverão ser produzidos, representados por um plano de produção, através da melhor estratégia (baseado na análise dos custos) para atender a demanda planejada”. Acrescenta ainda que varias estratégias de ação e variáveis de decisão importantes são resultantes deste nível de planejamento. Entre as variáveis de decisão do processo estão:

- Política orçamentária adequada;
- Tamanho de equipe de trabalho;
- Tempo ocioso e extra;

- Política de estoque;
- Pedidos para atendimentos futuros;
- Subcontratação;
- Utilização de capacidade;
- Melhoria de produção;
- Expansão ou desativação de centros de produção.

Representando cada uma das variáveis, está um custo:

- Custo de demissão, contratação e treinamento da mão de obra;
- Custo de horas extras;
- Custo de estoques;
- Custo de subcontratação;
- Investimento ou desmobilização de capital.

Em relação às estratégias de ação, Arnold (1999, p.47), cita três estratégias básicas que podem ser utilizadas no desenvolvimento :

1. Estratégia de produzir conforme a demanda;
2. Nivelamento da produção;
3. Subcontratação.

Tubino (1997, p.51), cita além das anteriores, “a estratégia de variação da produção em patamares”.

Produzir conforme a demanda: “Nesta estratégia, o objetivo é simular a produção conforme a previsão de demanda, montando os níveis de estoques estáveis, enquanto a produção varia para atender a demanda” (ARNOLD, 1999, p.47). Tem como empecilho a conseqüente variação da mão-de-obra, incidindo os custos de contratação e demissão ocasionados por esta variação. Esta estratégia, geralmente, é adotada por indústrias têxteis que produzem sob pedido.

Produzir nivelando a produção: Consiste em produzir, de forma contínua, uma atividade por período, conforme a média da demanda do horizonte planejado. Esta é uma boa estratégia a ser utilizada na indústria têxtil que pode produzir parte para pedidos em carteira e parte para abastecer estoque de lojas próprias ou de artigos considerados básicos, que não sofram muita

variação da demanda. Entretanto, para esta estratégia ter bons resultados, deve ser realizada uma boa gestão da demanda.

Sub-contratação: Estratégia que prima por produzir sempre conforme o nível mínimo da demanda, dentro do horizonte planejado, e atender a qualquer demanda adicional via sub-contratação. A maior vantagem desta estratégia é o custo, pois evita o excesso de capacidade e mão-de-obra, não existindo custos de mudanças nos níveis de produção. Sua maior desvantagem é o custo de compras (dos produtos do transporte, da compra e da inspeção de qualidade) que pode ser maior do que se os produtos fossem produzidos pela empresa.

Variação da produção em patamares: Conforme Tubino (1997, p.52), “esta é a estratégia mais empregada na prática e consiste na combinação das alternativas de nivelamento da produção e produção conforme demanda”. Visa acompanhar a demanda, alterando-se a taxa de produção em patamares de tempo que permitam certo ritmo de produção e reduzam os níveis de estoque”. Esta estratégia é muito utilizada na indústria têxtil, devido a dificuldade na previsão de demanda para os artigos têxteis.

O planejamento da produção no POV deve ser definido com a análise das variáveis de decisão perante as estratégias de ação simuladas. Através desta análise e simulação, deve ser definida a opção que melhor represente o atendimento do planejamento de vendas em relação aos custos envolvidos.

Através da análise criteriosa destas variáveis de decisão por família com a estratégia de ação utilizada, deve ser eleita a opção que apresente o menor custo total por família.

Análise de capacidade ou de recursos de longo prazo

Após definir a melhor estratégia de produção para um horizonte de planejamento do POV, ou seja, a eleição da melhor opção entre as várias simulações, deve ser realizada a análise de capacidade de produção.

Conforme Tubino (1997, p.58), “a análise de capacidade produtiva agregada de produção possui fins exploratórios que permitem à direção e gerência tomar decisões envolvendo prazos maiores, planejando antecipadamente”. Entre elas, são citadas: mudanças em instituições físicas, compra de equipamentos, adição de novo turno com conseqüente admissão e treinamento da mão-de-obra, contratos de financiamentos, entre outras decisões.

Arnold (1999, p.56), cita que “uma vez que o plano de produção preliminar esteja estabelecido, deve-se compará-lo aos recursos existentes na empresa”. Afirma ainda que esta etapa é chamada de planejamento de necessidades e recursos ou planejamento de recursos, e que duas questões básicas devem ser respondidas:

1. Existem recursos disponíveis para atender a produção planejada preliminarmente?
2. Se não os tem, a diferença poderá ser harmonizada?

Complementa ainda que, se não for possível obter capacidade necessária, o plano deve ser modificado. Porém antes de modificar o plano, é possível realizar nova simulação alterando uma ou mais variáveis. Entre estas variáveis, Gaither (2001, p.239), cita algumas que podem ser alteradas como forma de alterar a capacidade produtiva por período:

- Trabalho em horas normais;
- Trabalho em horas extras;
- Estoques;
- Subcontratação.

De acordo com Corrêa (2000, p. 187), o planejamento de capacidade e recursos de longo prazo visa subsidiar as decisões do POV, com os seguintes objetivos:

- antecipar necessidades de capacidade de recursos que necessitam de grande prazo para obtenção;
- apoiar as decisões de quanto produzir de cada família, principalmente quando for limitação de capacidade de alguns recursos, não é possível produzir a quantidade para atender os planos de venda.

O autor sugere ainda que é de total importância que o cálculo de capacidade, neste nível, possa ser simples e rápido.

Existe uma rotina que pode ser seguida para realizar a análise de capacidade e que é composta dos seguintes passos:

1. Identificar os grupos de recursos a serem incluídos na análise;
2. obter o padrão de consumo (horas / unidade) de cada família incluída no plano para cada grupo de recursos;
3. multiplicar o padrão de consumo de cada família para cada grupo de recursos pela quantidade de produção própria prevista no plano para cada família;
4. consolidar as necessidades de capacidade para cada grupo de recursos. (TUBINO, 1997, p. 58)

O planejamento de capacidade de longo prazo, utilizam-se famílias de produtos, que, por sua vez, são compostas por um conjunto de artigos. Entretanto, como é preciso obter um valor que represente o tempo de produção da família, é necessário calcular uma média

ponderada que leve em conta os volumes produzidos de cada um dos produtos da família, resultando num fator de *mix* que representa cada artigo.

O fator de *mix* representa o percentual da quantidade calculada na previsão de demanda do artigo, em relação ao total da família. Relacionando ao caso têxtil, temos uma empresa X, que produz quatro artigos básicos (básico 1, básico 2, básico 3 e básico 4) pertencentes a duas famílias distintas (A e B). Estes artigos consomem recursos de quatro fases produtivas consideradas importantes (tecelagem, tingimento, rama, secador). Para determinar tempo através dos artigos básico 1 e básico 2 que pertencem à família A, na fase de tecelagem, tem-se (0,05h e 0,07 horas), com um fator de *mix* de 0,10 para o artigo básico 1 e 0,90 para o básico 2, tem-se : $(0,03 \times 0,10 + 0,04 \times 0,90 = 0,4h)$. Conforme resultado ilustrado na Tabela 2.1, para família B, com os artigos básico 3 e básico 4 tem-se, respectivamente, $(0,04 \times 0,40 + 0,06 \times 0,60 = 0,05h)$ conforme Tabela 2.2.

Tabela 2.1 - Fatores Globais de Utilização de Recursos por Etapa Produtiva – Família A

	Família A (horas/metros)	Básico 1 (Fator = 10%)	Básico 2 (Fator = 90%)
Tecelagem	0,068	0,05	0,07
Tingimento	0,039	0,03	0,04
Rama	0,049	0,04	0,05
Secador	0,059	0,05	0,06

Fonte: Adaptado de Corrêa (2000, p.282)

Tabela 2.2- Fatores Globais de Utilização de Recursos por Etapa Produtiva – Família B

	Família B (horas /metros)	Básico 3 (Fator = 40%)	Básico 4 (Fator = 60%)
Tecelagem	0,052	0,04	0,06
Tingimento	0,032	0,02	0,04
Rama	0,026	0,02	0,03
Secador	0,016	0,01	0,02

Fonte: Adaptado de Corrêa (2000, p.282)

Ainda referente à indústria têxtil, para as famílias que não possuem dados históricos para realizar a previsão de demanda estatística, uma alternativa é determinar um

artigo médio que represente a família em termos de fator de utilização de recursos para análise de capacidade, ou seja, um artigo que melhor represente a família em relação aos outros.

Com a definição do plano que mais atenda a produção por família, pode-se calcular a necessidade de recursos em cada uma das etapas produtivas consideradas críticas e compará-las com a capacidade disponível.

Tabela 2.3 - Exemplo de Plano de Operações e Vendas Definido para Análise de Capacidade

Família A	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prev. Vendas	1400	1300	1100	1350	1000	1150	1200	1200	1050	1100	1400	1500
Estoque 2000	1600	1300	1200	950	1000	1150	1050	950	900	900	700	500
Produção (em milhares)	1000	1000	1000	1100	1250	1300	1100	1100	1000	1100	1200	1300

Família B	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prev. Vendas	3500	3600	3200	3300	3400	3250	3200	3550	3400	3450	3500	3700
Estoque 1000	1200	1100	1400	1500	1400	1350	1150	750	900	1050	1250	1250
Produção (em milhares)	3700	3500	3500	3400	3300	3200	3000	3150	3550	3600	3700	3700

Fonte: Adaptado de Corrêa (2000, p.282)

Conforme exemplo do POV na Tabela 2.3, para a etapa de tecelagem, no mês de janeiro, têm-se: 1000.000 metros produção (Família A) x 0,06h = 60.000 horas, mais 3.700.000 metros para produção (Família B) x 0,05h = 185.000 horas, totalizando 245.000 horas necessárias para a produção das duas famílias, nesta etapa, para o primeiro período (janeiro) em análise.

No exemplo da Tabela 2.4, para uma empresa têxtil X, as etapas produtivas trabalham 30 dias por mês em 3 turnos de 8 horas, resultando em 720 horas disponíveis por máquina. Entretanto, existem 270 máquinas (teares) totalizando 194.400 horas disponíveis para a etapa de tecelagem. Conforme o histórico da eficiência das máquinas deste setor produtivo, identificado em 85%, ele representa, em média, 165.240 horas efetivamente trabalhadas. Este valor está relacionado à etapa produtiva na Tabela 2.4:

Tabela 2.4- Cálculo de Capacidade de Longo Prazo para as Etapas Produtivas

		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Etapas		Horas Necessárias					
Tecel.	165.240	260.400	250.000	250.000	251.600	256.600	254.800
Ting.	40.000	157.400	151.000	151.000	151.700	154.350	153.100
Rama	70.000	145.200	140.000	140.000	142.300	147.050	146.900
Secad.	90.000	118.200	115.000	115.000	119.300	126.550	127.900

		Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez.
Etapas		Horas Necessárias					
Tecel.	165.240	230.800	238.600	252.600	262.000	274.000	280.800
Ting.	40.000	138.900	143.700	152.600	158.100	165.200	169.100
Rama	70.000	131.900	135.800	141.300	147.500	155.000	159.900
Secad.	90.000	112.900	115.300	115.800	122.500	130.000	135.900

Fonte: Adaptado de Corrêa (2000, p.283).

Corrêa (2000, p.283), afirma que a taxa de eficiência cobre dois aspectos:

- os problemas que ocorrem na produção como quebra de máquinas, falta de energia, ausência de funcionários, problemas na programação e movimentação de materiais, atraso na entrega dos fornecedores, manutenção preventiva, entre outros. Alguns problemas citados fazem parte dos considerados inevitáveis (manutenção preventiva e falta de energia, por exemplo). Entretanto, outros são evitáveis com uma boa gestão (paradas não planejadas de máquinas, problemas de programação, entre outros). Na indústria têxtil, existem paradas consideradas inevitáveis como as que acontecem para troca de artigo quando programados entre produção e comercial. Subtraindo da disponibilidade teórica total a capacidade desperdiçada com problemas inevitáveis, tem-se a disponibilidade padrão, que deve ser considerada como meta pela gerência de produção, porém não deve ser utilizada pelo planejamento, pois ainda ocorrem problemas que consomem ou desperdiçam capacidade.
- Após deduzir da disponibilidade padrão alguns problemas involuntários, esta poderá ser considerada a disponibilidade real a ser utilizada pelo planejamento. “A taxa de

eficiência deve refletir essa disponibilidade real, sendo verdade para qualquer nível de planejamento de capacidade”, afirma Corrêa (2000, p.283).

A taxa de eficiência deve cobrir as incertezas do próprio cálculo de capacidade. Os tempos utilizados foram obtidos por meio de médias ponderadas que consideraram determinado *mix* de produção. Se, na prática, o prazo mudar o *mix*, o consumo de capacidade também vai ser diferente, transformando em inviável o plano que inicialmente era viável em termos de capacidade. Além dessa variação, no POV, o período de análise e determinação de metas de produção é de um mês, e o que pode ser viável em um mês, pode não ser quando foram consideradas as variações de produção semana a semana.

Perante o exemplo, existe a disponibilidade real de 165.240 horas mensais para a etapa produtiva de tecelagem e, de acordo esta disponibilidade, calculado o percentual de utilização da capacidade, pode-se identificar que a necessidade excedeu o disponível em todos os períodos planejados para o setor produtivo de tecelagem.

Quando a capacidade disponível é menor que a necessária, podem ser adotadas alternativas:

- alteração do plano de produção, aproveitando a capacidade ociosa em alguns períodos para produzir o excesso de outros períodos. Desta forma, poderá ser planejada ou antecipada a produção, utilizando os estoques para manter o atendimento do plano de vendas;
- aumentar a capacidade utilizando horas extras, turnos adicionais, contratação de funcionários, aquisição de equipamentos, entre outros;
- melhorar a gestão da produção, reduzindo os problemas evitáveis, diminuindo a diferença entre disponibilidade real e padrão. É uma alternativa que precisa de algum tempo para realização, mas perfeitamente aplicável no horizonte de planejamento de longo prazo;
- subcontratação de serviços ou terceirização de etapas de produção, adquirindo componentes prontos;
- não atendimento do plano de vendas, ou seja, com a uma possível perda de vendas ou acúmulo de pedidos em atraso. Neste caso é muito importante levantar quais as famílias de produtos que poderão comprometam os recursos críticos. (CORRÊA, 2000, p.284)

Ante os critérios a serem analisados para reformulação do POV quando a capacidade disponível for menor que a necessária, os três devem ser analisados para otimizar a utilização da capacidade instalada. O critério de análise do plano pela ótica do custo é de vital importância e necessidade. Uma forma para indústria têxtil é a análise pelo custo padrão de cada item do plano.

Fica evidente que não existe uma receita pronta e que o ideal é adotar a alternativa mais apropriada à situação de planejamento deparada, porém é essencial que as indústrias têxteis utilizem a alternativa do não atendimento do plano de vendas e otimizem, ao máximo,

a capacidade instalada, priorizando a produção dos artigos com maior rentabilidade. O problema é determinar os artigos com maior rentabilidade, em função da deficiência encontrada neste tipo de indústria quanto à gestão adequada dos custos, devido à maioria destas adotarem a análise de custos somente pelo custo padrão, sem utilizar a apuração pelo princípio de custeio real, onde são contabilizados os todos custos realmente despendidos na produção dos artigos. Desta forma, pode-se apontar qual família ou artigo é mais rentável em função de um determinado *mix* planejado. Geralmente a ampliação de capacidade produtiva é realizada pelo efetivo aumento da quantidade de pedidos em carteira e uma forte tendência de aumento das vendas, caso contrário, ações mais concretas não são tomadas para ampliação da capacidade instalada devido ao mercado têxtil ser muito sensível a qualquer mudança, conjuntura econômica e de moda.

Diante do exposto, é prudente que se adote a alternativa de não atendimento do plano de vendas, para o exemplo exposto da indústria têxtil. Ajustando as quantidades a serem produzidas por período do horizonte do POV, poderá ser resolvido o estouro de capacidade dentro do horizonte do planejamento, devido à distribuição das quantidades a produzir a mais nos períodos em que existir disponibilidade. Esta decisão foi baseada na análise de longo prazo do POV.

Conforme o conceito de planejamento de recursos de produção do POV do MRP II, tem-se o planejamento das necessidades de materiais que, neste nível hierárquico, segundo Corrêa (2000, p.187), “deve ser realizado para materiais que tenham um *lead time* de fornecimento muito longo ou que possuam uma base de fornecimento restrito com capacidade limitada de fornecimento”.

Na indústria têxtil, é importante planejar as necessidades de materiais de longo prazo que podem ser diferentes conforme a configuração da cadeia têxtil em que a empresa está inserida. Se for uma empresa que produz índigo, por exemplo, que fabrica desde o fio até o tecido acabado, utilizando como principal matéria-prima as fibras para produzir os fios, que, por sua vez, são componentes do tecido, deve ser planejada a necessidade de fibras, juntamente com a necessidade de alguns fios que a empresa não produz, os quais, em geral, são diferenciados, principalmente com composição sintética.

● **Pré-Reunião de POV:** “É a última etapa de preparação do processo. Nesta reunião, devem ser elaboradas as recomendações que serão levadas à alta administração para tomada de decisão na reunião executiva de POV”, de acordo com Corrêa (2000, p.187).

Normalmente, podem ser realizadas várias reuniões preparatórias em duas ou três áreas diferentes, no lugar de uma única reunião com as gerências de vendas, planejamento da produção, *marketing*, engenharia e finanças.

O desafio é chegar a um consenso sobre os planos de cada área envolvida. Um bom entendimento por parte dos envolvidos com os mercados em que a empresa atua, ou seja, os critérios competitivos mais importantes para as famílias de produtos/mercado (custo, qualidade, prazo de entrega, confiabilidade de prazo ou flexibilidade) facilitam o processo final na reunião executiva, afirma Corrêa (2000, p.187).

Nestas reuniões, a maior parte dos trabalhos fica centrada nas áreas de vendas/*marketing* e produção, mas as outras áreas têm participação importante, entre elas a engenharia que fica responsável por introduzir os novos produtos / famílias, identificando o impacto desses no plano agregado. A área financeira fica responsável por analisar e transformar os planos expressos em unidades de produção em unidades monetárias.

● **Reunião Executiva de POV:** A reunião executiva atingirá bons resultados se as etapas anteriores do processo forem bem preparadas e executadas, facilitando, desta forma, a tomada de decisão nesta etapa final.

Dois aspectos fundamentais deve ser observados na reunião executiva de POV:

- a. o consenso entre os planos funcionais de cada área, através da resolução dos conflitos e da garantia da coerência horizontal;
- b. a coerência dos planos com a estratégia de manufatura, priorizando os critérios competitivos corretos através da consideração direta da estratégia na resolução dos conflitos.

A reunião executiva de POV precisa de alguns pressupostos para ser eficaz:

- presença e participação dos envolvidos – cobrança enérgica do Diretor Geral referente a participação dos membros da alta direção representantes das áreas envolvidas. As reuniões de POV devem ser marcadas com bastante antecedência, garantindo o agendamento com os participantes, juntamente com a presença do Diretor Geral, transmitindo desta forma, a importância e prioridade do processo;
- distribuição antecipada do Kit de POV – pauta da reunião, com os itens que serão abordados, o conjunto de planos simulados (cenários possíveis gerados nas etapas preparatórias) acompanhados com as respectivas hipóteses assumidas na elaboração;
- criação de um ambiente positivo para a reunião – cobranças referente ao desempenho passado não deve ser o foco principal desta reunião, apesar da análise de desempenho ser importante o foco deve ser o futuro. Apesar do processo de POV ter características democráticas, o processo por votação não é muito indicado, pois gera perdedores e ganhadores. O mais indicado é o Diretor geral escutar de cada área envolvida o que é melhor para a organização e tomar suas decisões, arbitrando os conflitos, em casos de impasse. (CORRÊA, 2000, p.189)

Para Corrêa (2000, p. 190), a reunião deve ser organizada com os itens a tratar. Como sugestão, o autor aponta os seguintes:

- Tópicos especiais, Início da reunião com a palavra do diretor geral;
- Avaliação de desempenho da empresa;
- Revisão das hipóteses assumidas nos planos e restrições importantes;
- Análise dos planos família a família;
- Discussão sobre a introdução de novos;
- Projetos especiais;
- Revisão das decisões da reunião;
- Revisão crítica do processo.

O planejamento de longo prazo envolvendo várias áreas funcionais chamado de POV propõe um plano de ação dentro de um horizonte amplo que possibilita revisões periódicas, vem ao encontro das necessidades fundamentais para melhorar resultados da organização, bem como integrar as decisões de planejamento, a estratégia de manufatura pertinentes à indústria têxtil.

O POV interage com o planejamento de médio prazo (plano mestre) através da desagregação das famílias de artigos em artigos finais. Na seqüência, será abordada a problemática envolvida nesta interação, bem como no processo de planejamento de médio prazo, porém antes será abordada a problemática da previsão de demanda abrangendo os horizontes de planejamento desta pesquisa.

2.3.5 Previsão da Demanda

A previsão de demanda deve ser realizada no planejamento de longo, médio e curto prazo. Desta forma, será abordada a previsão de demanda de forma a abranger estes horizontes.

A previsão de demanda é essencial para o processo de planejamento empresarial, em especial ao planejamento da produção e de vendas. Martins (2000, p.173), define previsão da seguinte maneira: “Previsão é um processo metodológico para a determinação de dados futuros baseado em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida”.

Conforme Shwitzky (2001), os sistemas produtivos podem ser divididos em dois tipos básicos: os sistemas de produção para estoque e os sistemas de produção sob pedido / encomenda. Para os sistemas de produção sob encomenda, a previsão da demanda é bastante facilitada pela entrada dos pedidos em carteira, porém, para os sistemas de produção para estoque, a tarefa de previsão de demanda é complexa, necessitando a utilização de metodologias clássicas de previsão, como o exemplo dos métodos baseados em séries temporais. No caso da indústria têxtil, o problema é muito mais complexo ainda, pois, na maioria dos casos, parte da produção é sob pedido e outra parte é para estoque.

Kotler (2000), cita que as previsões de venda são utilizadas por vários setores da empresa, entre eles o de finanças, para determinar o caixa necessário aos investimentos e às operações, pela produção, para o estabelecimento de níveis de capacidade e de produção; pelo departamento de compras, para compra de matéria-prima e insumos; pelos recursos humanos, para a contratação de funcionários, quando necessário.

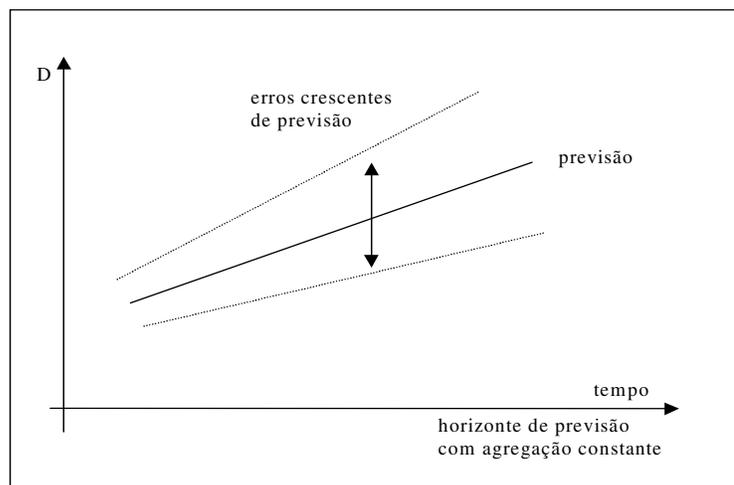
Para Shwitzky (2001), se a previsão for menor que a demanda confirmada, pode ocorrer falta de produtos e, se a previsão for maior que a demanda, podem surgir estoques excessivos.

Corrêa (2000), observa que as decisões de diferentes horizontes são hierarquicamente relacionadas, ou seja, as decisões de longo prazo restringem as de médio prazo, que, por sua vez, restringem as decisões de curto prazo, mantendo uma coerência vertical da previsão.

Outro aspecto que o autor aborda é o fato das previsões para horizontes maiores terem um grau de incerteza maior, ou seja, o erro é crescente com o tempo. Portanto, melhorias para dedução do *lead time* proporcionarão maior precisão no processo de previsão da demanda.

A Figura 2.6 ilustra este fenômeno.

Figura 2.6 - Os Erros de Previsão Crescem com o Horizonte para um Mesmo Nível de Agregação



Fonte: Corrêa (1997, p. 287).

Quanto ao nível de agregação no processo de previsão, Corrêa (1997), sugere um maior nível de agregação de produtos quando o horizonte de tempo é maior. Este é o caso da previsão de demanda por família no POV. Dessa forma, quanto maior for o período de previsão, maior deve ser a agregação, pois os erros ocorridos a menor em alguns produtos tendem a anular os erros a maior em outros.

Métodos de Previsão

As previsões de demanda são realizadas de duas formas: qualitativamente e quantitativamente. As previsões por métodos qualitativos baseiam-se em opiniões pessoais, ou seja, consideram o relato/posição de pessoas com experiência em cada ramo de atividade como gerentes, vendedores, clientes e fornecedores (MOREIRA,1996). Complementa Ballou (2001, p.225) que por não serem métodos científico, são difíceis de padronização e validação de acurácia. Já os métodos quantitativos utilizam modelos matemáticos para a determinação de valores futuros, segundo Moreira (1996). Ballou cita que para os métodos quantitativos

A natureza quantitativa da serie de tempo incentiva o uso de modelos matemáticos e estatísticos como ferramentas básicas de previsão. A acurácia que pode ser alcançada para períodos de tempo previstos de menos de seis meses geralmente é muito boa. Esses modelos funcionam bem simplesmente por causa da estabilidade inerente da serie de tempo no curto prazo (BALLOU, 2001, p.226).

Para Moreira (1996), os métodos quantitativos podem ser subdivididos em dois grupos:

- relacionamentos causais, onde a demanda está correlacionada com variáveis internas ou externas à empresa;
- séries temporais, que consistem em avaliar o comportamento de uma coleção de valores tomados em instantes específicos de tempo.

Segundo Martins (1999), as previsões podem ser de curto, médio e longo prazos, sendo que, para as previsões de curto prazo, o autor sugere a consideração de um período de até três meses; para o médio prazo, até dois anos e para o longo prazo, acima de dois anos.

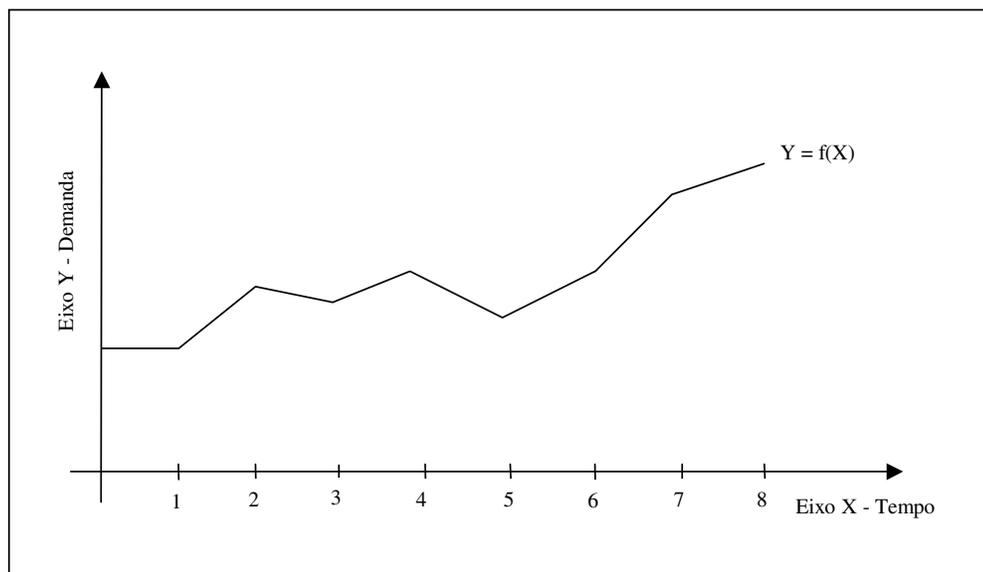
Para o curto prazo, o autor ainda sugere a utilização de métodos estatísticos baseados em médias ou no ajustamento de retas. Já para os períodos de médio e longo prazo, recomenda a utilização de modelos explicativos e econométricos.

Do mesmo modo, Davis (2001) afirma que as análises das séries temporais, normalmente, devem ser utilizadas para o curto prazo e as previsões causais, utilizadas para problemas de longo prazo.

Tubino (2000), Moreira (1996) e Ballou (2001), observam que alguns pressupostos são assumidos pelos métodos de previsão. O primeiro deles é que as causas que estiveram presentes no passado, configurando a demanda, terão a mesma influência no futuro. O segundo é que quanto maior o horizonte previsto maior é a chance de erro.

Conclui-se que os valores projetados podem ser estimados com base nos valores passados. A Figura 2.7 mostra o aspecto de uma série temporal, de acordo com Moreira (1996).

Figura 2.7 – Aspecto de uma Série Temporal



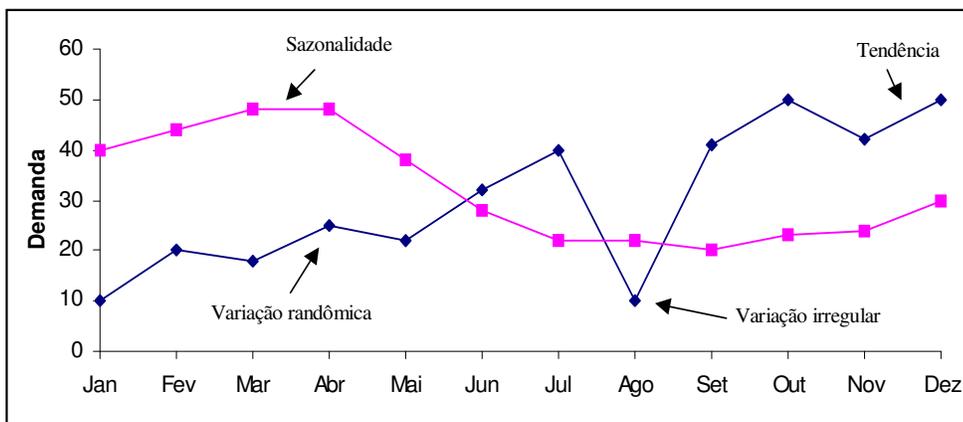
Fonte: Moreira (1996)

Segundo Tubino (2000), as curvas obtidas pelas séries temporais podem conter tendências, sazonalidade, variações irregulares e variações randômicas.

As tendências apresentam-se como movimentos graduais ao longo do tempo, seja de redução, aumento ou estabilização dos dados. As variações sazonais são variações cíclicas; seguem um padrão temporal e estão relacionadas ao fator tempo, como influências climáticas ou férias escolares. As variações irregulares são resultantes de fatos excepcionais, como tragédias, greves, mudanças no plano econômico do país ou mundial, os quais não podem ser previstos. Finalmente, têm-se as variações randômicas ou aleatórias, geralmente tratadas pela média.

A Figura 2.8 (na página seguinte) apresenta duas séries de dados e os fatores influentes.

Figura 2.8 – Fatores que Influenciam Séries Históricas



Fonte: Tubino (2000)

Métodos Alternativos de Previsão

Entre os métodos alternativos destacam-se:

- a) O método *Delphi* que é um exemplo de modelo complementar aos modelos quantitativos (estatísticos) e qualitativos. Neste, um grupo de pessoas (especialistas) responde a um questionário e o entregam a um coordenador que tabula as informações e envia de volta aos participantes um novo questionário, podendo estes, então, alterar suas respostas. Este processo é repetido até que se obtenha um consenso. Este método tem sido bastante utilizado na previsão de cenários futuros, e tem apresentado bons resultados, de acordo com Martins (1999).
- b) As pesquisas de mercado também podem ser consideradas como técnicas de previsão, sendo utilizadas para previsões de longo prazo e para a venda de novos produtos. Elas podem ter a forma de entrevistas, levantamentos, etc, que servem para testar hipóteses sobre o mercado, como afirma Davis (2001). O autor comenta ainda que analogias históricas podem ser aplicadas, onde a previsão de demanda de um produto é derivada da trajetória de um produto similar. Este método de previsão deve ser utilizado para realização da previsão de novos artigos que compõem novas coleções.

c) As redes neurais também estão despontando como uma nova técnica para previsão de demanda. Essa técnica tenta simular o aprendizado humano, desenvolvendo um entendimento dos relacionamentos complexos existentes entre entradas e saídas de um modelo de previsão. Davis (2001), menciona a divisão das redes neurais em duas categorias gerais: as supervisionadas e as não-supervisionadas. Nos modelos não-supervisionados, o *software* pesquisa e identifica padrões existentes em um conjunto de dados. Já os supervisionados utilizam dados históricos para treinar a rede. Esta técnica pode aprimorar a previsão de novos artigos por segmento de mercado, utilizando características de consumo de produtos têxteis de um determinado segmento de mercado: produtos para mulheres de 30 a 45 anos, crianças, etc...

A combinação de modelos pode ser uma forma de obter previsões melhores ou como alternativa para melhorar os resultados de um modelo em específico.

Fatores que Influenciam o Desempenho de um Modelo

Na visão de Tubino (2000), o desempenho dos modelos de previsão é afetado por uma série fatores, tais como:

- uso incorreto da técnica de previsão;
- perda da validade da técnica, devido à mudança em uma variável importante ou devido ao aparecimento de uma nova variável;
- variações irregulares na demanda acontecidas em função de greves, formação de estoques temporários, catástrofes naturais, etc.;
- ações estratégicas da concorrência, afetando à demanda;
- variações aleatórias inerentes aos dados da demanda.

Para o autor, um modelo de previsão funciona adequadamente quando ocorrem apenas erros causados por variações aleatórias.

Escolha do Método de Previsão

Para Moreira (1996) e Ballou (2001), os métodos qualitativos e causais adaptam-se melhor às previsões de médio e longo prazo, enquanto que a análise das séries temporais se adapta melhor às previsões no curto prazo (até seis meses).

Segundo Tubino (2000), na escolha da técnica, deve-se considerar uma série de fatores, principalmente custo e acuracidade. Os métodos mais caros na elaboração levam a uma acuracidade maior e é com base nessa curva custo-acuracidade que o planejador deve decidir qual método é o mais adequado para a determinação das previsões.

O autor apresenta, ainda, outros fatores que devem ser observados na escolha do método:

- disponibilidade de dados históricos;
- disponibilidade de recursos computacionais;
- experiência passada com a aplicação de determinada técnica;
- disponibilidade de tempo para coletar, analisar e preparar os dados e a previsão;
- período de planejamento para o qual necessitamos da previsão.

Gaither (2001,p.81) cita que comumente métodos de previsão simples e de baixo custo fornecem previsões com precisão equivalente a métodos complexos e de alto custo.

Para Davis (2001), os fatores que as empresas devem observar na adoção de um modelo de previsão são:

- horizonte de previsão;
- disponibilidade de dados;
- precisão necessária;
- tamanho do orçamento para previsões;
- disponibilidade de pessoal qualificado.

O Quadro 2.3 apresenta um comparativo entre as principais técnicas de previsão de demanda.

Quadro 2.3 – Comparação das Técnicas de Previsão de Demanda

Técnica	Horizonte de tempo	Complexidade do modelo	Precisão do modelo	Dados necessários
I. Qualitativo				
Método Delphi	Longo	Alta	Variável	Muitos
II. Séries Temporais				
Média Móvel	Curto	Muito baixa	Média	Poucos
Média Ponderada Exponencial	Curto	Baixa	Adequada	Muito poucos
Regressão Linear	Longo	Média alta	Média alta	Muitos
III. Causal				
Análise de regressão	Longo	adequada	Alta	Muitos

Fonte: Davis (2001).

Desta forma, conclui-se que para o modelo de planejamento de recursos de manufatura para cadeia têxtil proposto pode ser utilizado para o longo prazo, o método de pesquisas de mercado para previsões de novos artigos de novas coleções e previsões qualitativas do tipo opinião de especialistas. Para a previsão no modelo de planejamento de médio e curto prazo, podem ser utilizados os métodos quantitativos de series temporais, por se adaptarem melhor ao curto prazo, e em geral possuem baixa complexidade, com precisão de média adequada e exigem poucos dados (média móvel e média ponderada exponencial móvel).

A seguir, serão descritos os métodos quantitativos do tipo series temporais que podem ser utilizados no planejamento da demanda de artigos da cadeia produtiva têxtil.

Média Móvel

Gera uma previsão média com menor variabilidade que os dados originais, uma vez que, por média, faz com que valores baixos se combinem com valores altos. O método da média móvel estabelece uma média dos valores, normalmente os mais recentes. Com o passar do tempo, novos valores são introduzidos, descartando-se os mais antigos. A obtenção da média pode ser feita pela equação (1), segundo Tubino (2000). Acrescenta Gaither que neste método, a média aritmética das vendas reais de um número específico de períodos de tempo, é a previsão para o último período (GAITHER, 2001, p.58).

$$Mm_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Onde, **Mm_n** = média móvel de n períodos;

D_i = demanda ocorrida no período i;

n = número de períodos;

i = índice do período (i=1, 2, 3, ...).

Este método de previsão realiza-se normalmente com apenas três períodos. Esta quantidade de períodos utilizada facilita a operacionalização e a implantação pela organização, que é rápida, pois utiliza poucos dados históricos, comparando-se com outros métodos.

Tubino cita que:

outra alternativa de ponderar a importância relativa dos períodos empregados na previsão consiste em atribuir-lhes pesos diferentes, conforme se queira dar mais ou menos ênfase ao período. Normalmente, quando se opta por esta solução, pondera-se com pesos maiores os dados mais recentes (TUBINO, 1997, p.70).

Para Gaither, a ponderação através da atribuição de pesos para os dados mais recentes, definindo como mais relevantes para a previsão é chamado de Média Móvel Ponderada (GAITHER, 2001, p.74).

Média Exponencial Móvel

Neste método, a previsão é obtida através da última previsão, acrescida ou deduzida de uma parcela do erro cometido nesta diferença entre o previsto e o real. A parcela do erro é definida por um coeficiente de correção (ponderação) *alfa* que é definido pelo planejador, dentro de uma faixa que varia de 0 a 1 (percentual do erro). Este cálculo é representado a seguir pela equação (2), conforme Tubino (2000). Gaither,(2001, p.58), complementa afirmando que para este método, as vendas do período passado são modificadas pela informação a respeito do erro previsto do ultimo período. A modificação da previsão do período passado é a previsão para o período seguinte

$$M_t = M_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - M_{t-1})$$

onde, M_t = previsão para o período t;

M_{t-1} = previsão para o período t-1;

α = coeficiente de ponderação, assumindo valores entre [0-1];

D_{t-1} = demanda do período t-1.

Quanto maior o valor de *alfa*, mais as previsões ficam sujeitas às variações aleatórias e maior a oscilação dos valores previstos. Normalmente, os valores de *alfa* utilizados ficam na faixa de valores 0,05 a 0,50.

A média móvel e a média exponencial móvel precisam de poucos dados, tendendo a ser mais fáceis de utilizar no curto prazo.

Índices de Sazonalidade

As variações sazonais ocorrem em intervalos regulares de tempo. A técnica de previsão por sazonalidade procura determinar um coeficiente de variação de cada um dos períodos do ciclo sazonal. Este valor é obtido dividindo-se o valor da demanda no período pela média móvel centrada neste período, onde o período que forma a média é o ciclo sazonal, segundo Tubino (2000).

Uma forma simples para considerar a sazonalidade nas previsões de demanda é empregar o último dado da demanda, no período sazonal e utilizá-lo como previsão (TUBINO, 1997, p.78).

Para os casos em que os dados apresentam sazonalidade e tendência, há a necessidade de incorporação destas duas técnicas. O autor sugere o emprego dos seguintes passos:

- retirar o componente de sazonalidade da série de dados históricos, dividindo-os pelos correspondentes índices de sazonalidade;
- com esses dados, desenvolver uma equação que represente o componente de tendência;
- com a equação da tendência, fazer a previsão da demanda e multiplicá-la pelo índice de sazonalidade.

A equação (3) pode ser utilizada na obtenção dos índices de sazonalidade da demanda em um período:

$$IS_i = \frac{P_i}{\frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}}$$

Onde, IS_i = índice de sazonalidade do período i ;
 P_i = valor demandado no período i ;
 n = número de períodos do padrão sazonal.

O padrão sazonal é, então, representado por $[IS_i, IS_{i+1}, \dots, IS_n]$.

Se não houver tendência de aumento ou de crescimento de um padrão sazonal para os seguintes, não há a necessidade de obtenção dos índices de sazonalidade, sendo o

próprio valor do período a previsão para o próximo período do padrão sazonal seguinte. No entanto, se os dados – série de valores do período sazonal - apresentarem tendência, há a necessidade de incorporação das duas técnicas – tendência e índices de sazonalidade.

A seguir, será abordado o planejamento de recursos de manufatura de médio e curto prazo.

2.3.6 Planejamento de Recursos de Manufatura de Médio e Curto Prazo

Serão abordadas as metodologias de planejamento da produção aplicáveis no planejamento de recursos de manufatura de médio e curto prazo. As metodologias utilizadas nesta pesquisa são: o MRP II (módulos MPS e MRP, aplicáveis ao médio e curto prazo), o ponto de pedido, JIT, Teoria das Restrições e *Advanced Planning and Scheduling Systems* (APS). Iniciando com o método Ponto de pedido.

Ponto de pedido

Conforme Tubino (1997, p.125), o modelo de controle de estoques por ponto de pedidos é baseado na abordagem de estoque reserva, que consiste em estabelecer quantidades dos itens em estoque, chamada de ponto de pedido ou reposição, que quando atingido, dispara o processo de reposição do item em uma quantidade pré-estabelecida.

Arnold (1999, p.319), afirma que “nesse sistema, o pedido deve ser emitido quando existe estoque disponível suficiente para atender à demanda até que a quantidade pedida chegue para repor o estoque (período chamado de *lead time*)”. Afirma também que este método é utilizado para produtos de demanda independente, ou seja, que não dependam de outro produto ou componente. Ressalta que, estatisticamente, em 50 % do tempo, a demanda é maior que a média, esvaziando o estoque; nos 50% complementares do tempo, a demanda é menor que a média, provocando um acúmulo de estoque. Para oferecer uma proteção extra, acrescenta-se uma quantidade de estoque de segurança. O item é pedido quando a quantidade em estoque chega ao nível igual à demanda no período do *lead time* somado ao estoque de segurança. Desta forma, tem-se:

$$PP = DDLT + ES$$

Onde:

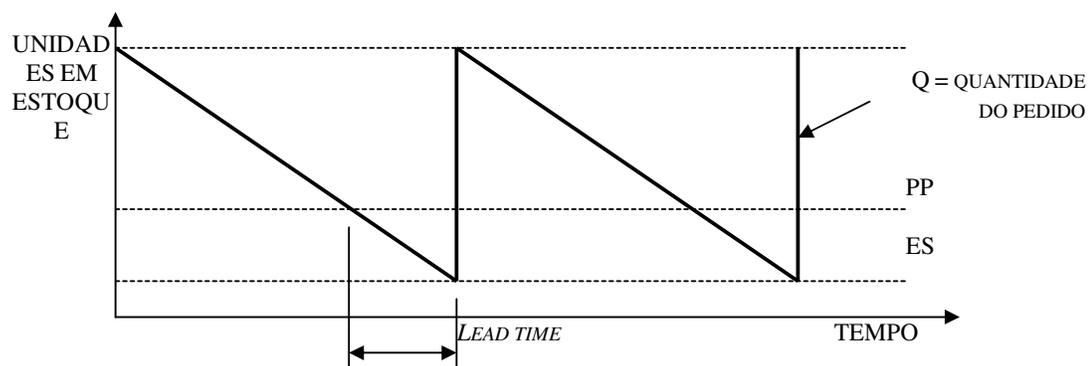
PP = ponto de pedido

DDLT = demanda durante o *lead time*

ES = estoque de segurança

A figura 2.9 apresenta um gráfico mostrando o ponto de pedido (PP), *lead time*, estoque de segurança (ES), a quantidade do pedido (Q) e as variações no estoque em função do tempo.

Figura 2.9 - Quantidade Disponível *versus* Tempo: Item de Demanda Independente



Fonte: Arnold (1999)

Os intervalos entre as reposições podem variar em função da demanda, enquanto as quantidades pedidas são constantes.

O estoque médio (EMQ) é igual à metade da quantidade por entrega ($QE \div 2$) somado ao estoque de segurança (ES), representado na equação (4).

$$EMQ = \frac{QE}{2} + ES$$

Fonte: Arnold (1999, p.320)

Determina-se o estoque médio através da equação (4), a qual mostra que, quanto maior a quantidade do pedido, maior será o estoque médio. A determinação do estoque de segurança será descrita mais adiante.

A quantidade pedida, apesar de ser constante para este sistema, pode ser determinada basicamente de duas maneiras: pelo tempo em que cada pedido deve atender à demanda futura ou calculando a quantidade econômica do pedido (QEP).

Quando se leva em conta apenas o tempo que em cada pedido deve suprir demandas futuras, nem sempre se está minimizando os custos. Geralmente, é utilizada quando os custos envolvidos são pouco representativos.

A quantidade econômica de pedido QEP pode ser determinada pela equação (5).

$$QEP = \sqrt{\frac{2 \times A \times S}{i \times C}}$$

Onde: A = unidades utilizadas anualmente
 S = custo por pedido
 i = custo anual de armazenagem do estoque (%)
 C = custo de cada unidade pedida

Fonte: Tubino (2001)

➤ Estoque de Segurança

O estoque de segurança tem a função de compensar variações do tempo de atendimento (tempo de re-suprimento), as variações da demanda e os desvios da previsão em relação à demanda real.

Normalmente, para determinação do estoque de segurança, o desvio padrão tem sido calculado em relação à variação da demanda.

O cálculo do desvio padrão dos desvios da previsão em relação à demanda, tanto para determinar o estoque de segurança como avaliar a qualidade do método de previsão, realiza-se através da equação (6).

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2}{n - 1}}$$

Onde: x_i - valor de determinada diferença entre previsão de demanda e demanda
 x_m - média das diferenças entre previsão de demanda e demanda

n - número de períodos analisados

Fonte: Dias (1993)

Na indústria têxtil, este modelo pode ser empregado para gerenciar os itens com tempo de re-suprimento muito grande (no caso, os insumos que são importados), como o caso das peças de reposição de manutenção, materiais de expediente e higiene considerados como itens de demanda independente.

Planejamento Mestre da Produção – *Master Production Schedule* (MPS)

Conforme Arnold (1999, p.65), é uma ferramenta de planejamento importante, que estabelece a comunicação entre a área de vendas e a produção. Corrêa (2000, p.193), afirma que “o MPS coordena a demanda do mercado com os recursos internos da empresa de forma a programar taxas adequadas de produção de produtos finais”.

O MPS formaliza um plano de médio prazo de itens de produtos finais, obedecendo, de certa forma, o que foi definido no POV. O autor ressalta que através da definição do POV, em termos de produtos agregados em família, deve ser desagregado em programas detalhados de produtos acabados, ou seja, em planos mestres.

Os produtos finais são montados de partes componentes e subcomponentes. Estas devem estar disponíveis nas quantidades e no tempo certo para dar suporte ao MPS. “O sistema de *Material Requirements Planning* (MRP) programa esses componentes conforme as necessidades do MPS, ou seja, o MPS orienta o MRP”. (ARNOLD, 1999, p.66)

Conforme Corrêa (2000, p.197), “programa mestre é a definição de quantidades planejadas que orienta os sistemas de gestão detalhada de materiais e capacidade, baseada nas expectativas de demanda (atual e futura) e dos recursos próprios que a empresa dispõe e que terá no futuro”.

O plano mestre de produção para indústria têxtil formaliza um plano não só de artigos acabados (itens finais), como para os artigos intermediários agrupados por setor. Este agrupamento de artigos por setor formalizam um plano mestre setorial, conforme a cadeia produtiva têxtil, plano mestre de fios, de preparação de tecidos, de tecidos e de acabamento de tecidos.

Características do MPS

- “É o processo responsável por garantir os planos de produção desagregados que estão interados com o planejamento estratégico e com os outros planos funcionais”. (CORREA, 2000, p.195)
- “Possibilita promessas para encomendas, através da disponibilização da área de vendas e a produção, quando os produtos estarão disponíveis”. (ARNOLD, 1999, p.66)
- “Formaliza o que será produzido em função das previsões de demanda, pedidos dos clientes, níveis de estoque, carga de instalações e disponibilidade de capacidade”. (GAITHER, 2001, p.250)
- “Direciona as etapas de programação e execução das atividades operacionais da empresa como: produção, compras e distribuição”. (TUBINO, 1997, p.88)

O MPS nos diferentes ambientes de manufatura

Arnold (1999, p.73), ressalta que em cada um dos ambientes da produção, *make to stock*, *make to order* e *assemble to order*, o MPS deve acontecer onde existir a menor variação de produtos. Já Correa (2000, p.213), chama a atenção referente às diferenças em gerenciar o processo do MPS, conforme o tipo de ambiente de produção. O autor enfatiza a possibilidade ou não da utilização dos estoques como pulmão de proteção entre as etapas do processo produtivo como forma de contornar a variação da demanda. Por dedução, conclui-se que para cada tipo de ambiente de produção, deve-se determinar o MPS onde existir o menor número de produtos, onde os produtos estejam o mais próximo possível da comercialização, que possibilite manter um estoque estratégico. Mas com possibilidade de diversificação na montagem ou acabamento final do produto.

A seguir serão realizadas algumas considerações específicas a cada ambiente produtivo.

Make to Stock: Neste ambiente são produzidos produtos padrões, com vários componentes, sendo que o MPS é realizado para produtos acabados (ARNOLD, 1999, p.73). Neste ambiente o MPS têxtil deve ser realizado somente para artigos básicos que não sofrem grande impacto das estações do ano, ou seja, que sua demanda não seja sazonal.

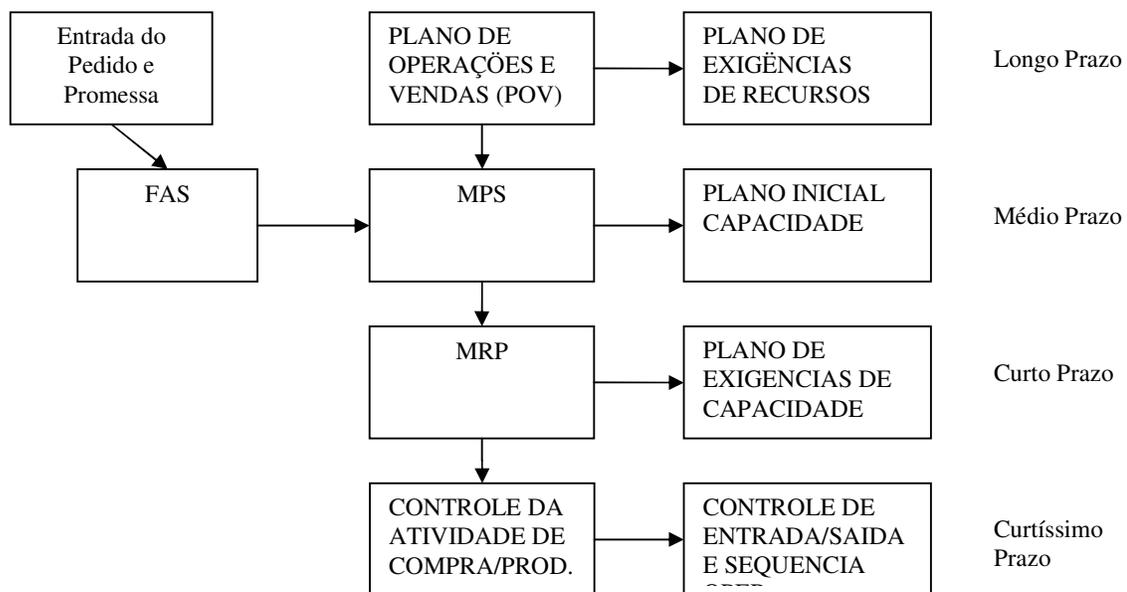
Make-to-order: Muitos itens finais podem ser fabricados com pequeno número de componentes. É a produção sob pedido feita pelos clientes (ARNOLD, 1999, p.74). Neste ambiente produtivo, a empresa não armazena produtos acabados nem semi-acabados, devido a grande variação de especificações como cor, tamanho, desenho, entre outros. Entretanto, são estocadas as matérias primas, pois não existe grande variedade, diminuindo de uma certa forma o tempo de atendimento dos pedidos dos clientes (CORREA, 2000, p.214). O MPS é realizado para as matérias primas.

Assemble-to-order: Conforme Arnold (1999, p.74), muitos itens finais fabricados com a combinação de componentes básicos ou de itens semi-acabados. Neste ambiente devido a grande dificuldade para previsão de grande número de variações de produtos acabados, é criada a ordem de montagem quando recebida a encomenda com a definição das especificações do produto acabado. Corrêa (2000, p.241), complementa afirmando que o prazo de entrega para esse tipo de mercado é importante, pois desta forma, são estocados os componentes e o produto semi-acabado. Após receber o pedido do cliente, são montados os produtos conforme solicitados na encomenda. O MPS é realizado no nível de itens semi-acabados.

Programação de Montagem Final (FAS - *Final Assembly Schedule*): é uma programação do que será montado ou acabado. O FAS pode ser utilizado quando existe muitas variações e opções, dificultando a previsão de combinações que os clientes desejarão. Neste ambiente, o MPS é realizado no nível de componente ou semi-acabado, já que a montagem final ou acabamento final é realizada depois que a encomenda é recebida (ARNOLD, p.74).

O conceito de FAS tem uma grande aderência ao planejamento para os elos da cadeia têxtil, podendo ser aplicado para o setor de beneficiamento, onde existem grande variações de cores e acabamento para o artigo acabado. Neste caso, o MPS pode ser montado para os artigos crus (tecelagem) e para os artigos acabados serem planejados no FAS, conforme entrarem os pedidos dos clientes. O FAS é ilustrado na figura 2.10 (próxima página).

Figura 2.10 – MPS e FAS



Fonte: Arnold (1999, p.75)

Em geral para os elos da cadeia produtiva têxtil, ocorrem mais de uma das opções citadas de ambiente produtivo. Essa ocorrência depende da configuração da cadeia têxtil analisada e do tipo de mercado em que a empresa atua, ou seja, se produz artigos básicos ou diferenciados. No Capítulo 4, será abordado, com mais detalhes, o MPS nos ambientes produtivos conforme uma configuração dos elos da cadeia têxtil, que será utilizado como base para o modelo proposto.

López (2000, p.47), salienta que a precisão do MPS varia conforme o ambiente produtivo, a variedade dos produtos produzidos, horizonte coberto e os mercados em que atua a empresa. O autor afirma que “à medida que o horizonte vai sendo estendido, a precisão diminui, dando origem ao domínio dos dados provenientes das estimativas de vendas”. O autor define que por este motivo o MPS deve ter 2 (duas) partes:

- 1) Invariante: somente mudanças emergenciais, de extrema necessidade. Acontece no curto prazo com os pedidos firme dos clientes;
- 2) Variável: admite mudanças, de quantidades ou em todos os aspectos resultando em grandes alterações. A previsão de demanda domina as metas de produção.

Neste sentido, para a indústria têxtil, a parte invariante pode ser adotada no MPS em curso. Somente mudanças críticas devem ser realizadas, entre elas, mudanças por cancelamento de pedidos ou quebras de máquinas críticas. Os MPS à frente do período em

curso, podem ser considerados como variável. Este conceito reforça o princípio de alteração do MPS somente quando existe tempo e recursos necessários para mudança, dentro de um horizonte de planejamento.

Informações Necessárias Para Montar O MPS:

- Demanda prevista;
- Pedidos em carteira;
- Recebimentos programados;
- Estoque inicial;
- Estoque projetado
- Capacidade disponível;
- Estoque de segurança;
- Lote econômico de produção.

Porém, para a indústria têxtil, é fundamental acrescentar algumas características, entre elas:

- Estoque inicial classificado por qualidade;
- Engenharia de produto do artigo (ficha técnica);
- Engenharia de processo do artigo;
- Percentuais de encolhimento, perda e desperdícios específicos do processo produtivo têxtil.

Demanda Prevista: Existe a previsão de demanda independente e a demanda dependente. A previsão de demanda independente significa a previsão sem considerar qualquer outro item. É a demanda que o mercado consumirá, dos produtos que serão vendidos diretamente aos clientes. Já a demanda dependente é a previsão de demanda de produtos que serão vendidos no futuro, como parte de outro produto. “Desta forma, um item poderá ter parte de sua demanda independente e outra parte dependente”. (CORREA, 2000, p.200).

Por exemplo, um tecido cru pode ser planejado como demanda dependente de artigos acabados (tecidos beneficiados) e como demanda independente (tecidos crus a serem vendidos para outras empresas da cadeia têxtil).

Pedidos em Carteira: De uma forma geral, pedidos em carteira são os pedidos confirmados pelos clientes que ainda não foram expedidos. Para a cadeia têxtil, existe a necessidade de distinguí-los em pedidos em carteira independente e pedidos em carteira dependentes, devido à necessidade de identificar a quantidade de pedidos que serão expedidos de um determinado produto e quando será utilizado como componente para um outro produto com pedido em carteira. Desta maneira, é facilitada a visão das prioridades e das finalidades a que se destina determinada quantidade dos artigos. Isto acontece principalmente em empresas que possuem a produção verticalizada, ou seja, que produzem do fio até o artigo acabado, sendo que um fio poderá estar sendo produzido como componente de pedidos em carteira de tecido e também possuir pedidos em carteira independente deste mesmo fio.

Recebimentos Programados: Conforme Tubino (1997, p.91), são “as quantidades do item que já foram programados anteriormente e que estão previstas para darem entrada dentro do horizonte de planejamento do MPS”.

Estoque Inicial: Corrêa (2000, p.204) refere-se a esta quantidade como “atraso”, afirmando que não significa que essa quantidade está em atraso, mas sim como quantidade disponível ao final do período passado. A partir do estoque disponível inicial, é calculada a projeção de estoque para o final do período do MPS, ou seja, o estoque projetado. Para montar o MPS na indústria têxtil, é necessário considerar somente as quantidades em estoque dos artigos que sejam de primeira qualidade, já que existe sempre um percentual real da produção dos artigos que resultam em artigos de segunda qualidade gerados no final de cada etapa produtiva por setor.

Estoque Projetado: Conforme descrito anteriormente, é calculado a partir do estoque inicial, ou seja, é a projeção de estoque para um artigo específico no final de um período. Orienta a projeção dos estoques para planos futuros.

Capacidade Disponível: Disponibilidade dos recursos críticos, entre eles: operações, mão-de-obra, materiais críticos (materiais escassos ou que possuem um *lead time* muito longo).

Estoque de Segurança: É a quantidade definida para cada artigo, necessária para manter um nível de estoque de segurança. Em geral, é parametrizado para cada artigo e procura não deixar que o estoque projetado disponível fique abaixo do nível definido.

Lote Econômico de Produção: É a determinação do tamanho dos lotes obtidos através da análise dos custos envolvidos na produção do item. Visa minimizar os custos totais.

Técnicas de Programação Mestre

O processo do MPS consiste na junção das necessidades brutas (pedidos em carteira + previsão), com o estoque de segurança desejado para o item, deduzindo-se o estoque disponível e os recebimentos programados para o período (LOPÉZ, 2000, p.48). Na indústria têxtil, o MPS é desenvolvido em função da previsão de demanda e dos pedidos em carteira também. Desta forma, as encomendas firmes são consideradas e no caso têxtil o MPS é determinado pelo maior valor entre carteira e a previsão de demanda, mais o estoque de segurança, subtraindo o estoque disponível e os recebimentos programados. A partir do MPS, são prometidas as entregas à medida que os pedidos comerciais são confirmados.

Promessas de Entrega via MPS

Conforme Arnold (1999, p.77), independente do ambiente produtivo (*make-to-stock* ou *make-to-order*), a área comercial precisa saber o que está disponível para atender o mercado. A demanda pode ser atendida pelo estoque disponível ou pelos recebimentos programados ambos formalizados no MPS. Desta forma as promessas de entrega podem ser realizadas via MPS através da quantidade disponível para promessa (ATP – *Available to Promise*). Para o autor, a ATP é a quantidade do estoque planejado do item ainda não reservado e disponível para promessa. López (2000, p.51), descreve que o ATP é calculado como:

$$\text{ATP} = \text{Estoque Inicial} + \text{Produção Planejada (MPS)} - \text{Pedido Firme}$$

Ressalta o autor que o horizonte de planejamento da ATP são os períodos planejados para frente consecutivos até que o ATP se torne positivo. Conclui-se que para o ATP têxtil, podem ser considerados os períodos consecutivos para frente que possuem pedido firme.

Desenvolvimento do MPS

Arnold (1999, p.69) afirma que os objetivos do desenvolvimento de um MPS são:

- “Conservar nível de atendimento, seja através de estoques de artigos acabados ou programados, satisfazendo o prazo estipulado pelo cliente;
- fazer simulações para otimizar a utilização de material, mão-de-obra e de máquinas;
- manter os níveis de estoque pré-definidos”.

Arnold sugere que o desenvolvimento de um MPS necessita três passos:

1. “Desenvolver um MPS inicial ou preliminar;
2. confrontar o MPS preliminar com a capacidade disponível;
3. ajustar as diferenças entre o MPS inicial e a disponibilidade/capacidade”.

Antes de entrar no mérito de desenvolvimento de um MPS preliminar, tem-se que explorar e formalizar o registro básico do MPS. Sua principal função é a de cálculo do MPS, porém, contribui muito no processo decisório; de posse das informações necessárias para montar um MPS, é criado o seu registro. Segundo Arnold (2000, p.199), “existem vários formatos de registro básico, chamado também de arquivo do MPS; entretanto, cada *software* de planejamento com a abordagem MPRII, tem o seu arquivo com particularidades, mas em geral seguem os conceitos básicos.

Cada coluna do registro contém as atividades referentes ao MPS, determinadas para acontecer num período específico. O número de períodos de um registro de MPS depende do horizonte e do período de planejamento adotado pela empresa. “O período de planejamento pode ser um dia, uma semana, uma quinzena ou mesmo um mês. Em geral, os períodos são representados com datas de início e fim”. (CORREA, 2000, p.200)

Algumas das informações apresentadas no registro básico do MPS já foram descritas, entre elas: previsão de demanda independente, demanda dependente, pedidos em carteira, estoque inicial e projetado. Existem informações que não foram abordadas anteriormente e que são muito importantes no MPS. Entre elas estão: demanda total, disponível para processo e o programa mestre de produção MPS.

Demanda Total: Corrêa (2000, p.201) afirma que para alguns sistemas MRP este valor corresponde a soma das três demandas: independente, dependente e carteira. Todavia, o autor ressalta que “os pedidos em carteira entram contra as previsões e, à medida que os pedidos

entram e aparecem na linha pedidos em carteira, vão descontando as quantidades correspondentes da linha previsão de demanda independente. Desta forma, equivale considerar que os pedidos que estão entrando, tinham sido previstos e que, quanto mais pedidos entram, menos faltam a entrar. Entretanto, a linha de previsão de demanda independente não deve ficar negativa. Quando os pedidos em carteira superarem a previsão em um determinado período, deve ficar, neste caso, igual a zero. Conforme esta lógica, a demanda total descrita anteriormente é a soma da demanda dependente com o maior valor entre previsão de demanda independente original (sem deduzir os pedidos carteira que entraram) e a quantidade da coluna de pedidos em carteira.

Programa Mestre de Produção MPS: Segundo Corrêa (2000, p.201), “essa é a linha em que o programador mestre ou o sistema por meio de seus cálculos, colocam ordens para que a demanda de cada período seja adequadamente satisfeita, período a período”. Representa a quantidade definida de um determinado item que deve estar pronto até uma data definida. As ordens de necessidade do MPS, comumente, podem ser de três formas: ordens liberadas (ou abertas), ordens firmes planejadas (confirmadas, mas não abertas ainda) e ordens planejadas (não firmes ainda).

Ordens Liberadas (OL): Disparam processos produtivos, autorizando que os recursos sejam utilizados para produzir um determinado item.

Ordens Firmes Planejadas (OFP): Ordens que o programador-mestre define que pretende firmemente produzir tal quantidade desse item, mas ainda não considera a ocasião mais oportuna para liberar esta ordem. As ordens firmes planejadas são explodidas assim como as ordens planejadas pelo módulo MRP para gerar as necessidades de materiais e análise de capacidade. As ordens liberadas não são explodidas, porque já teriam sido anteriormente, quando eram OP's ou OFPs.

Ordens Planejadas (OP): São as ordens geradas pelo sistema computacional. Servem como sugestão ao planejador.

Estoque Projetado Disponível: Projeta a quantidade que deve ficar disponível em estoque no final do período planejado. Se a opção for por trabalhar com estoque de segurança, o cálculo

do MPS, vai ser orientado para projetar um estoque projetado igual à quantidade parametrizada como estoque de segurança do item.

Disponível para Promessa: Disponibiliza, de uma forma simples, para cada item do MPS a quantidade disponível para promessa período a período, que pode ser prometida aos clientes sem mudar o plano mestre de produção – MPS, conforme ilustrado anteriormente com o ATP. O cálculo baseia-se na quantidade total a ser produzida mais os estoques disponíveis do item menos a quantidade de pedidos em carteira.

Estoque de Segurança: Quantidade configurada por item para manter um certo nível de estoque.

Foram descritos os componentes básicos do registro de MPS. A seguir, será explanado o desenvolvimento/dinâmica de um MPS.

MPS Preliminar

Arnold (1999, p.69), ilustra na figura 2.7, o desenvolvimento de um MPS preliminar, “supondo que um produto é *made to stock* (fabricado para estoque), para mantê-lo em estoque e que o produto é fabricado em lotes”: um item é fabricado em lotes de 100 unidades, com estoque inicial de 80 unidades. Considerando a realização da demanda prevista de 60 unidades e a disponibilidade de unidades fabricadas é de 20 no primeiro período do registro do MPS. No segundo período, uma demanda prevista de 60 unidades não foi satisfeita e é necessário programar um recebimento de MPS de 100 unidades. Desta forma, fica uma disponibilidade de 60 unidades fabricadas ($20 + 100 - 60 = 60$) no final do segundo período do MPS. No terceiro período, a demanda prevista de 60 unidades é satisfeita pelas 60 unidades fabricadas disponíveis, zerando a quantidade disponível desse item. No próximo período (4), 100 unidades devem ser recebidas através da programação do MPS, e, conforme a demanda prevista satisfeita com 60 unidades, 40 unidades estarão disponíveis no estoque.

Este foi um exemplo do desenvolvimento de um MPS preliminar simples, que, no caso da construção de um MPS para cada item da família planejada no S&OP, será planejado o seu MPS, com os valores da previsão da demanda, da previsão de demanda de longo prazo, atribuídos os valores correspondentes a cada artigo, na desagregação da família em item de produção. Mais adiante, será abordado este processo de abertura do período de S&OP para o planejamento mestre MPS.

Depois de desenvolvido o MPS preliminar, o próximo passo, de acordo com Arnold (1999, p.70), “é realizar a análise de capacidade em planejamento inicial de capacidade”.

Tabela 2.5 – Exemplo MPS Preliminar

ITEM XX	ATRASO	1	2	3	4	5	6
Previsão demanda independente		60	60	60	60	60	60
Demanda dependente							
Pedidos em carteira							
Demanda total							
Estoque projetado disponível	80	20	60	0	40	80	20
Disponível para promessa							
Programa mestre MPS			100		100	100	

Conforme tabela 2.5, o período 1 é sempre o período atual, ou seja, que está em curso e que, em tese, não pode ser alterado, pois mudanças neste período implicam altos custos, indisponibilidade de materiais e outros recursos como capacidade e prováveis atrasos de entrega.

Entretanto, Corrêa (2000, p.289), ressalta a necessidade de identificar o perfil de recursos que mostra quanto de cada recurso crítico é necessário para concluir a produção de um produto final e que para isso é necessária a utilização de recursos além do período em análise, ou seja, recursos de períodos anteriores para considerar o processamento dos componentes que devem ser produzidos antes do produto final.

Para fins de planejamento de capacidade de médio prazo para indústria têxtil, a forma proposta por Arnold é mais aderente, pois simplifica a análise, considerando os recursos críticos dentro do período em questão, devido ao plano mestre para cadeia têxtil ser dividido em planos setoriais, onde cada setor possui um período início e fim diferente de outro setor, ou seja, o plano de fiação começa antes do plano de tecelagem a fim de que, no início do plano de tecelagem, os fios já estejam prontos ou em fase de conclusão. Desta forma, a análise de capacidade fica restrita aos recursos do período e setor específico.

Análise e Soluções das Diferenças entre MPS e Capacidade Disponível

Conforme Arnold (1999, p.73), “o próximo passo é analisar se a capacidade disponível é maior que a capacidade exigida. Se for, o MPS pode ser realizado, caso contrário,

deve ser verificado se existe alguma forma para aumentar a capacidade. Se não for possível, então será necessário reformular o MPS”.

Arnold sugere que o MPS deve ser analisado por três critérios:

- Utilização dos recursos, ou seja, o MPS está de acordo com as restrições de capacidade nos períodos do plano? Faz a melhor utilização dos recursos?
- Serviço a clientes, as datas de entrega serão cumpridas e o atendimento será aceitável?
- Custo – o plano é viável economicamente, ou inviável pelo aumento dos custos com utilização de horas extras, subcontratações e transporte? (ARNOLD, 1999, p.73)

Conforme os critérios a serem analisados para reformulação do MPS quando a capacidade disponível for menor que a necessária, os três critérios devem ser analisados para otimizar a utilização da capacidade instalada. O critério de análise do plano pela ótica do custo, é de vital importância e necessidade. Uma forma para a indústria têxtil é a análise pelo custo padrão de cada item do plano. Através do custo e o preço médio de venda, pode-se chegar a rentabilidade média por artigo e assim, determinar quais os artigos que darão maior retorno financeiro. Desta forma, definir os artigos do MPS.

O MPS direciona O MRP

Após analisar e aprovar o MPS, o próximo passo segundo Correa (2000, p.196), é comunicar o plano de artigos finais a serem acabados com os níveis de baixo da estrutura do item, ou seja, seus componentes, para garantir que os recursos materiais estejam disponíveis quando necessários. Desta forma o MPS direciona MRP.

Planejamento de necessidades de materiais (MRP) – *Material Requirement Planning*

O MRP é o sistema utilizado para evitar os componentes ausentes. Monta-se um plano de prioridades dos componentes exigidos em cada nível da estrutura do item. Através dos *Lead Times*, é calculado quando cada componente será necessário.

MRP é um procedimento utilizado na determinação de prazos de entrega, através da administração dos materiais, considerando o tempo específico da demanda por materiais para todos os níveis de manufatura. O MRP tem como objetivo definir quais os itens são fabricados e / ou comprados, definindo a quantidade e o momento. Atende o plano mestre de produção, através da demanda de produtos acabados. (LÓPEZ, 2000, p.70)

O sistema MRP “explode” as necessidades líquidas passadas pelo MPS dos itens acabados, decompondo-o nas suas partes primárias ou submontagens, afirma López (2000, p.72). Estas são decompostas em outros níveis até o nível mais baixo, onde, em geral, existem os itens comprados (no caso, matéria-prima). Havendo necessidade de mais do que uma unidade de uma submontagem, este processo é chamado de Planejamento de Materiais.

Planejamento de Materiais

Para o cálculo das necessidades de materiais, o sistema tipo MRP utiliza uma lista de materiais chamada de "estrutura de produto", que contém todos os componentes e suas quantidades para fabricar determinado produto final. Através desta lista, podem ser identificados os itens de demanda *independente* e os itens de demanda *dependente*.

Itens de demanda *independente* são aqueles cuja demanda não depende da demanda de nenhum outro item (ex: produto final), ao contrário dos de demanda *dependente* (ex: componentes). A diferença básica entre os dois é que a demanda do primeiro tem que ser prevista com base nas características do mercado consumidor, já a demanda do segundo não necessita ser prevista, pois, sendo dependente, pode ser calculada.

Outro dado importante que deve ser alimentado no sistema é o *lead-time*, ou tempo de re-suprimento de um item. Quando se trata de um item comprado, o *lead-time* é o tempo decorrido desde a colocação do pedido até o seu recebimento na fábrica. Quando é um item produzido internamente, o *lead-time* é o tempo entre a liberação de uma ordem de produção e a disponibilização do item pronto para uso.

Quanto ao tamanho dos lotes de fabricação, o ideal é que o lote seja exatamente igual ao tamanho da ordem de fabricação calculada pelo sistema. Porém, algumas empresas optam por tamanhos de lotes calculados (lote econômico) para fazer frente a custos fixos, tais como: tempo de preparação de máquinas, perdas de matéria-prima para ajuste do *setup*, etc...

As datas da liberação das ordens de compra de materiais e ordens de produção são calculadas para o período mais tardio possível, de acordo com o *lead-time* dos itens.

A partir da necessidade de produtos definida no Programa-Mestre, o módulo de Planejamento de Materiais calcula as necessidades de compras de materiais e de produção de itens componentes, de forma a cumprir o plano mestre e, ao mesmo tempo, minimizar a formação de estoques. O sistema faz isto programando ordens de compra e produção para o momento mais tardio possível, desde que o cumprimento dos prazos de entrega das ordens não seja comprometido.

Cálculo da Necessidade de Capacidade – CRP

O CRP calcula as necessidades de capacidade produtiva de curto prazo para cumprir o plano de necessidades de materiais, utilizando-se de dados cadastrais sobre os centros produtivos, os roteiros de produção e consumo de recursos por operação. Comparando a necessidade de capacidade ao longo do tempo com a capacidade máxima em cada centro produtivo, o CRP pode identificar possíveis inviabilidades do plano de materiais, assim como futuras ocorrências de ociosidades excessivas de recursos. Isto pode indicar a revisão do plano de materiais ou, até mesmo, do plano-mestre de produção.

Planejamento de Médio Prazo no Ambiente JIT (*Just in Time*)

É um dos elementos da administração industrial mais discutidos e divulgados. Apesar de muitos autores confundir-lo com o Sistema Toyota de Produção (STP), JIT é apenas uma técnica de gestão e um dos pilares do STP, juntamente com a automação. Entre suas características principais podemos destacar: produção em lotes pequenos, estoques reduzidos, *lead-times* reduzidos, layout celular, mão-de-obra multifuncional, busca da obtenção do defeito zero e produção puxada. (SOARES, 2001, p.5)

No ambiente JIT, a cultura da empresa deve ser focada na velocidade expressa no ciclo do pedido à entrega, ou seja, tempo entre o pedido até o recebimento da encomenda feita pelo cliente, afirma Gaither (2001, p. 407).

Tubino (1999, p.69), ressalta que os sistemas de produção JIT resolvem os problemas de coordenação entre as fases produtivas e os planos de produção MPS. Ressalta, ainda, que as soluções abrangem da forma de realização do planejamento do uso dos recursos produtivos, dentro de um tempo de ciclo (TC) pela demanda, até a forma de acionamento da efetivação da produção.

Características do PCP no Ambiente JIT

- Estabiliza e sincroniza as demandas dentro da cadeia produtiva em que a empresa está inserida;
- As informações do MPS são usadas para o início das atividades de montagem ou acabamento, fabricação e compras, restringindo a partir daí a flexibilidade do sistema;

- O MPS orienta a programação da produção a partir dos pedidos firmes (TUBINO, 1999, p.69).

Em sistemas produtivos, onde o fluxo de informações da produção é automatizado, com coleta de dados *on-line* utilizando um *software* de PCP, Tubino (1999, p.76) afirma que o sistema não é “empurrado” (o *software* pode emitir ordens conforme a necessidade) e nem “puxado” (procura não formar estoques previamente). Afirma ainda que é o sistema ideal *on line*. Relata o autor que o problema destes sistemas são: alto custo, a complexibilidade e o não envolvimento do pessoal de chão de fábrica para um maior comprometimento. Chama atenção ao fato de que ter informações rápidas de processos produtivos ineficientes não resolve o problema de gerenciamento do fluxo de informações no PCP.

Conclui-se que, para um sistema de planejamento da produção ideal, necessita-se o uso de um *software* que funcione como uma ferramenta de apoio à tomada de decisões e que permita a gestão do fluxo de informações nos três níveis hierárquicos de planejamento, ou seja, planejamento de longo, médio e curto prazo, e em especial, para o nível tático. Porém, para que o sistema tenha bons resultados, deve ser analisado o fluxo de informações do processo, identificando os problemas e solucionando-os antes da implantação do *software*, que, neste caso, deve ser aprimorado para aderir às melhorias realizadas no processo, envolvendo os usuários do chão de fábrica.

Tubino (1999, p.76), chama a atenção a outro ponto importante referente à variação da demanda: a forma como ocorre o relacionamento entre as empresas de uma cadeia produtiva que possuem seus próprios PCP's e a demanda baseada nas ordens de compra emitidas pelo PCP de outra empresa da cadeia. Ressalta o autor que, convencionalmente, este relacionamento ocorre de uma forma pouco integrada, como se fossem concorrentes, passando as informações de demanda somente no curso prazo. O JIT orienta a integração entre as empresas que compõe os elos da cadeia produtiva, na forma de parcerias estratégicas, como alternativa para aumentar a competitividade final da cadeia. O autor cita que a melhor maneira de promover este relacionamento é operar sistemas e procedimentos operacionais em conjunto com os parceiros. Este conceito possui grande aderência ao planejamento da cadeia produtiva têxtil, principalmente pela necessidade da indústria têxtil de operar sistemas e procedimentos para integrar cada elo da cadeia, que em geral é composta por empresas verticalizadas e cada elo é representado como uma unidade de negócio.

No ambiente JIT, cada empresa da cadeia produtiva monta seu plano mestre de produção pela necessidade de produtos prevista pelos clientes, sem utilizar esta informação

para autorizar a produção, mas para realizar seus ajustes de médio prazo no balanceamento da produção pelo tempo de ciclo e níveis de estoques em processo. O MPS no JIT está dividido em MPS firme de curto prazo e um MPS flexível sujeito a alterações com horizonte para frente.

No nível firme, o MPS autoriza a programação de montagem de produtos realmente encomendados pelos clientes, não gerando estoque de produtos acabados. O nível flexível orienta o planejamento de capacidade e as negociações com os setores envolvidos na cadeia produtiva e elaboração do plano, de acordo com Tubino (1999, p.78).

Goodfellow (1996, p.43), chama atenção para que, através dos pedidos firmes, o processo de entrada de pedidos deve ser otimizado para eliminar qualquer atraso no processamento do pedido pelo comercial para visualização pelo PCP de forma instantânea e possa ser incluso no MPS.

O plano mestre do mês é oficializado nos últimos dias do mês anterior. Consiste em um referencial para a programação de entrega dos fornecedores, produção de itens e componentes com base em previsão de demanda. O importante a ressaltar é que a seqüência da produção da montagem final é ajustada diariamente aos pedidos do mercado e as mudanças são retransmitidas aos processos precedentes via Kanban. Um exemplo é a Fábrica da Toyota, que combina um planejamento preciso de produção por antecipação, com um planejamento contra-pedido, à medida que a produção se aproxima da montagem final.

Teoria das Restrições – (*Theory of Constraints- TOC*)

A Teoria das Restrições conforme Soares (2001, p.3), “é uma ampliação do pensamento OPT, que foca a empresa como um todo, indo além do sistema produtivo. Na TOC, a restrição é qualquer coisa que limita o melhor desempenho do sistema.”

A Teoria das Restrições é uma filosofia de gestão desenvolvida pelo Dr. Eliyahu M. Goldratt a partir dos princípios explorados no *software* OPT (*Optimized Production Technology*), esclarece Tubino (1997, p.164).

Cox (2002, p.37) complementa que a TOC abrange três áreas diferentes, porém inter-relacionadas: logística, indicadores de desempenho e pensamento lógico. Pelo fato desta dissertação estar centrada no planejamento da produção, esta revisão concentra-se à área de logística.

A área de logística abordada na TOC é composta pela programação tambor-pulmão-corda, o gerenciamento de pulmões e a análise VAT (Análise da Estrutura Lógica do

Produto). Segundo Goltratt (*apud* Soares, 2001, p.2), para redução do inventário sem perda do ganho e nem aumento das despesas operacionais é realizada a sincronização a produção.

A produção sincronizada refere-se ao processo de produção trabalhando em harmonia para garantir a meta da empresa, é a coordenação de todos os recursos para que trabalhem juntos na busca do ótimo global. Isto ocorre quando cadenciamos o ritmo da produção baseado no recurso com menor capacidade, ou seja no gargalo da fábrica. (SOARES, 2001, p.2).

Ainda segundo Soares, (2001, p. 2), “a sincronia da produção, pela OPT, funciona com o conceito tambor- pulmão-corda.”

“Tambor-Pulmão-Corda”: técnica utilizada para gerenciar os recursos para maximizar os ganhos. O “tambor” estabelece o ritmo de produção determinado pela restrição do sistema e programação das tarefas na restrição. O “pulmão” é a providência que protege a restrição contra imprevistos, ou seja, um estoque, geralmente de tempo à frente da restrição. A “corda” é a liberação de tarefas em concordância com as necessidades da restrição, ou seja, a comunicação do “gargalo” para a operação inicial e da montagem às operações antecedentes para produzir somente a quantidade necessária, impedindo que seja produzido mais do que se possa gerenciar, de acordo com Goldratt (1999).

O autor aponta que, para implementar o método “tambor-pulmão-corda”, devem ser realizados os seguintes passos:

- 1) identificação do “gargalo” (identificando a Restrição);
- 2) otimização do “gargalo” (escolhendo o tamanho do pulmão);
- 3) subordinação dos demais recursos à restrição do sistema (amarrando a corda);
- 4) ampliação da capacidade do recurso restritivo (“gargalo”).

Segundo Cox (2002, p.85), o MPS para a restrição é fundamental como “tambor”. No Gerenciamento da Restrição, o MPS é o plano de ação para a restrição. Neste sentido, o MPS é um plano que maximiza o ganho da restrição. A expedição de produtos finais é realizada com a programação de montagem final e da programação da expedição que são subordinadas do “tambor” (programação da restrição).

Ainda de acordo com Cox (2002, p. 85), elaboração do MPS na abordagem de gerenciamento de restrições consiste nas etapas:

- 1) determinar a restrição (através da análise de capacidade);
- 2) definir quais os componentes cujos roteiros passam pela restrição;
- 3) utilizar a contribuição por minuto de restrição para cada produto, como forma de determinar a prioridade de utilização do recurso;

- 4) utilizar estas prioridades para construir um gráfico de Gantt para a utilização da restrição
- 5) programar qualquer item final que não passe no recurso restrição;
- 6) elaborar uma programação de liberação de material de traz para frente para o tempo da restrição (o tempo de proteção deve fornecer tempo suficiente para que os materiais alcancem os centros de trabalho não restritivo desde o ponto de liberação da matéria prima);
- 7) elaborar uma programação de expedição da frente para traz do tempo na restrição mais o pulmão de expedição.

Planejamento Otimizado através do Sequenciamento (*Advanced Planning and Scheduling*)

O *Advanced Planning and Scheduling systems* (APS) é o resultado da convergência das novas tecnologias computacionais, envolvendo princípios de gestão da produção e aplicação de técnicas matemáticas de outras disciplinas, utilizando o principio de programação por capacidade finita. É centrado na utilização de um *software* para simulação do modelo em memória de computador. Esta abordagem tornou-se viável com novas gerações de computadores com grande capacidade de processamento e memória.

Profax (2002), define que esta abordagem fundamenta-se na simulação em *software* do planejamento simultâneo dos recursos críticos (materiais, máquinas, ferramentas, etc...) em uma base global. O diferencial é o planejamento simultâneo do material, da capacidade entre outras restrições, sincronizando o fluxo produtivo, resultando, portanto, num melhor atendimento ao cliente através da redução do tempo de atendimento.

De acordo com Donovan (2003), a abordagem APS proporciona uma simulação rápida e simultânea do plano e programa as necessidades prioritárias considerando as restrições de materiais e capacidade.

Segundo Profax (2002), esta abordagem proporciona redução do *leadtime*, flexibilidade para responder a mudanças que convirjam em freqüentes alterações de plano, simulação de capacidade, otimização da utilização de recursos, redução dos estoques, seqüenciamento em tempo real e otimização das necessidades e o *payback* rápido. Com a sincronização dos recursos (material, recursos humanos, máquinas, ferramentas, etc...), para os pedidos em análise, o APS melhora significativamente o fluxo produtivo através da utilização de fluxos alternativos, analisando cada fase do fluxo para otimizar o fluxo como um

todo. Esta abordagem foca no processo de planejamento de médio e curto prazo (mês, semana, dia). Para realizar este processo, o APS é baseado num modelo matemático do problema a ser resolvido, formulando-se o problema das restrições identificadas no processo. Estas devem ser ponderadas com a importância de cada uma na programação, de acordo com Profax (2002).

Conforme a revisão de literatura referente à abordagem APS, conclui-se que este princípio adotado nos *softwares* é a fusão de conceitos da TOC com princípios de programação da produção por capacidade finita aplicados para planejar e programar a produção. O APS é intimamente ligado a um modelo matemático proposto para otimizar as restrições identificadas no processo, ponderadas conforme a importância.

Esta abordagem está mais voltada a processos produtivos do tipo repetitivo em lote com fluxo produtivo composto por múltiplas fases que possuem fluxos alternativos. Neste caso, manifesta grande aderência para realizar a análise de capacidade de médio, curto prazo e a programação da produção para o plano mestre de beneficiamento, em função da produção neste setor ser repetitiva em lote com fluxo composto por várias fases e fluxo alternativo ao fluxo padrão.

2.4 Considerações Finais

Neste capítulo, foi realizada a revisão bibliográfica referente às estratégias corporativas da unidade de negócio e da produção. Estas estratégias orientarão o planejamento dos recursos produtivos através da formalização da estratégia produtiva coerente com as estratégias de mais alto nível. No capítulo 4, será abordada esta formalização, propondo o modelo de planejamento de recursos de manufatura para cadeia produtiva têxtil, proveniente da sinergia das abordagens de planejamento da produção apresentadas e das características e dificuldades encontradas no processo produtivo têxtil.

3 A INDÚSTRIA TÊXTIL

Neste capítulo, será abordada a indústria têxtil e, em especial, as características do processo produtivo e dos produtos resultantes de cada etapa da cadeia produtiva têxtil.

3.1 A Indústria Têxtil no Brasil

A industrialização do Brasil iniciou com a indústria têxtil. O processo de tecer fibras naturais já era realizado pelos índios que habitavam o Brasil e exerciam atividades têxteis artesanais, utilizando técnicas primitivas de entrelaçamento de fibras vegetais para produção de artigos para proteção corporal, antes da colonização pelos portugueses.

Partindo-se do princípio de que a indústria têxtil teria iniciado a partir da ocupação portuguesa no Brasil, a partir de 1500, podem ser identificadas etapas importantes da evolução histórica da mesma no país: a fase colonial, a fase de implantação, a fase de consolidação e a fase atual, conforme Textilia [NET] (2002).

3.1.1 Fase de Consolidação

A I Guerra Mundial pode ser considerada um marco no crescimento da indústria têxtil nacional, ato este decorrente da limitação das importações de países europeus e Estados Unidos. Conforme dados do IBGE, em 1919, a indústria têxtil contava com 105.116 trabalhadores, que representavam 38,1 % do total de trabalhadores das indústrias. Na década de 20, novamente a produção têxtil caiu devido à retomada das importações de tecidos de outros países que, na época, eram vendidos no Brasil a preços inferiores aos cobrados em seus países de origem.

Em 1929, houve uma grande crise mundial que obrigou novamente a substituição dos importados pela produção interna, favorecendo e fortalecendo as indústrias têxteis locais. Este processo aprofundou-se com a II Guerra Mundial, período de grande ascensão e alteração da estrutura industrial brasileira. Como os principais fornecedores estavam envolvidos no conflito, abriu-se a oportunidade do mercado ser suprido pelo incremento da produção interna, surgindo muitas fábricas em todos os setores produtivos. As fábricas têxteis se ampliaram, passando a operar com mais de um turno diário, produzindo mais para atender o mercado interno e exportar para outros países, principalmente para Europa e Estados

Unidos. O número de trabalhadores no ramo têxtil triplicou no período de 1920 a 1940. A participação do setor no Produto Industrial era de 23,1%, refletindo os resultados alcançados na época.

Terminado o conflito mundial, novamente o mercado foi bombardeado pela oferta internacional de produtos têxteis e as empresas brasileiras foram à lona, perderam seus clientes externos o que levou as exportações para quase zero. Os investimentos foram cancelados e as máquinas ficaram obsoletas, segundo Textilia [NET] (2002).

3.1.2 A fase Atual

No final da década de 50, inicia-se a fase industrial brasileira em ritmo acelerado, com ênfase nos setores mais dinâmicos e não-tradicionais, e o setor têxtil, por influência sistêmica do processo de desenvolvimento da época, também começou a passar por transformações.

A partir de 1970, foram criados incentivos fiscais e financeiros, pelo CDI – Conselho de Desenvolvimento Industrial, Órgão do Ministério da Indústria e Comércio, proporcionando fortes investimentos em modernização e ampliação da indústria têxtil.

Em célebre reunião acontecida na sede do Sindicato da Indústria de Fiação e Tecelagem do Estado de São Paulo, o então Ministro da Fazenda, Antônio Delfim Neto, desafiou o setor a exportar US\$ 100 milhões por ano em manufaturados têxteis. Conforme Textilia [NET] (2002), os resultados apareceram, as exportações que, em 1970, foram de 42 milhões de dólares, deslancharam para US\$ 535 milhões em 1975; US\$ 916 milhões em 1980; US\$ 1,0 bilhão em 1985; US\$ 1,2 bilhões em 1990 e US\$ 1,5 bilhões em 1992.

A partir de 1993, houve novamente uma grande regressão das vendas externas em função das transformações profundas da economia e na política brasileira como a abertura do mercado interno aos fornecedores externos, iniciadas no Governo Collor em 1990; a eliminação dos entraves burocráticos à importação e a redução das tarifas aduaneiras. Estas ações de abertura do mercado tiveram como efeito colateral o fechamento de muitas empresas do setor têxtil, obrigando as que continuaram a realizar grandes investimentos na modernização do parque fabril para reduzir custos e competir com os produtos importados, segundo Textilia [NET] (2002).

O setor têxtil brasileiro cresceu 21% nas exportações e faturou US\$ 22 bilhões em 2000. O câmbio brasileiro voltou a chamar a atenção de mercados como os dos Estados Unidos, que voltaram a escolher o Brasil como parceiro. “As indústrias têxteis estão entre as

que mais contrataram; em Santa Catarina, surgiram 2.213 novas vagas até outubro de 2001”, afirma Pettres (2002, p.46).

Após a implementação do plano real (desde 1994) houve uma significativa recuperação do consumo doméstico pelas indústrias têxteis, depois de enfrentar uma forte concorrência dos produtos importados, principalmente os de origem asiáticos, que contribuíram para redução dos preços reais dos produtos têxteis e com isso diminuíram a rentabilidade destas industriais, em todo os países do Mercosul. (EL SECTOR TEXTIL, 2002, p.7)

Para se ter uma idéia da dimensão e distribuição do mercado têxtil no Mercosul, El Sector Têxtil (2002, p.1) conclui que: “o mercado têxtil do Mercosul tem uma dimensão de U\$S 33 a 35 bilhões de dólares anuais, sendo que aproximadamente 80 % das vendas se realizam no Brasil, 17% na Argentina e 3% no Paraguai e Uruguai”.

De acordo com o a pesquisa realizada pelo Instituto Euvaldo Lodi - IEL (2000, p.1), “a Indústria Têxtil Brasileira é constituída, em sua maioria, por capital nacional, pois 91% delas pertence a brasileiros e apenas 9% pertence a estrangeiros”. Afirma ainda que “o setor é formado por cerca de 5.000 empresas, das quais apenas 11% são consideradas de grande porte e 21% de pequeno e médio porte. As microempresas, que atingem 68% do total, representam a grande maioria do setor”.

O setor têxtil compreende empresas de diferentes ramos de especialização: fiação, tecelagem, malharia, acabamento, tricotagem, tecidos elásticos, fitas, filós, rendas, bordados e tecidos especiais, conforme IEL (2000).

De Malas (2002), presidente da Associação Brasileira da Indústria têxtil (ABIT), em entrevista à revista Gazeta Mercantil, relata que, apesar do avanço expressivo dos produtos têxteis sintéticos (em especial do poliéster), em muitos países, no caso específico do Brasil, o algodão é um dos maiores destaques na cadeia produtiva. Diz ainda que o Brasil já é auto-suficiente na produção desse insumo, uma vez que, em 2001, foram colhidas 916 mil toneladas contra 306 mil toneladas na safra de 1997, e atualmente a indústria têxtil brasileira consome 900 mil toneladas/ano de algodão.

Desta forma, quando é exportado um produto têxtil, seja ele uma calça jeans, uma camiseta ou uma toalha, o comprador estrangeiro está consumindo algodão plantado e colhido no Brasil, fios e tecidos brasileiros, tinturaria e estamparia brasileiras, acabamento e linhas de costuras produzidas no Brasil. Isso quer dizer que há exportação sem a necessidade de puxar importações. Além disso, são gerados empregos intensivos em toda cadeia.

De Malas (2002) afirma que, apesar do investimento de U\$S 7 bilhões ao longo da última década na modernização e capacitação profissional do setor, ainda não foram resolvidos todos os problemas e carências da cadeia têxtil brasileira.

Segundo Filho (2001, p.1), “a indústria têxtil do Estado de Santa Catarina é considerada uma das mais representativas, tendo sido classificada como o maior pólo têxtil do Brasil”. Conforme estudo realizado pelo Instituto Euvaldo Lodi, SEBRAE e a Confederação Nacional de Agricultura com intuito de analisar a eficiência econômica e a competitividade da cadeia têxtil brasileira, os principais pólos de produção têxtil do Brasil são: região de Americana na região oeste do estado de São Paulo, região do triângulo de Blumenau, Joinville e Brusque, em Santa Catarina e Fortaleza, no Ceará.

Além dos pólos industriais têxteis distribuídos pelo país, outra característica marcante que está diretamente ligada com a demanda dos produtos é o mercado consumidor. A seguir, apresentam-se algumas características do consumidor de produtos têxteis.

3.1.3 Consumidor e Mercados

A situação econômica do país acarreta dificuldades para comercialização dos produtos têxteis. Surgem os picos de demanda intercalados de períodos de recessão, difíceis de administrar quando o produto é sazonal, como no caso têxtil. Já que existe o risco de formação de estoques de produtos acabados na empresa, o que a coloca à mercê dos clientes, segundo o IEL (2000).

O consumidor brasileiro, na sua maioria, tem baixo poder aquisitivo, o que acaba privilegiando o setor informal. De acordo com o IEL (2000), os maiores mercados brasileiros de produtos têxteis são o Sudeste, eixo Rio-São Paulo, parte de Minas Gerais e parte do Rio Grande do Sul.

Os produtos do setor têxtil nacional abastecem o mercado interno e externo, sendo que estas exportações representam apenas 1% do movimento total mundial de têxteis; mesmo assim, movimentam um bilhão de dólares, segundo o IEL (2000). No mercado internacional, o setor enfrenta forte concorrência de países como Paquistão, China e dos Tigres Asiáticos.

No Brasil, houve uma grande mudança no mercado consumidor têxtil. Antes, os principais compradores eram os grandes atacadistas que compravam tecidos em grandes volumes, em geral acondicionados em rolos comercializados pelos atacadistas por todo território brasileiro. Atualmente, os principais consumidores são as empresas de confecções e vestuário, o que exige uma atualização constante de seus fornecedores com relação à qualidade, novos tecidos e, principalmente, pelo custo e cumprimento das datas de entrega.

Os principais clientes de produtos têxteis desenvolvem produtos que são, em geral, de demanda sazonal, ou seja, uma coleção diferente para cada época do ano. Um atraso no fornecimento do tecido causa a não disponibilização dos produtos confeccionados nos pontos de venda na época em que estes estariam propensos à venda, como é o caso de produtos de coleção inverno. Se estes não estiverem disponíveis no ponto de venda num final de semana de baixa temperatura no início do inverno na região Sudeste e Sul do Brasil, perde-se uma excelente oportunidade de grandes vendas motivadas pelas condições climáticas naturais.

Os atrasos na entrega dos pedidos são constantes na indústria têxtil, o que causa um alto índice de cancelamentos pelo não cumprimento das datas prometidas.

A qualidade dos produtos também é problemática e gera um grande índice de devolução de pedidos. Portanto, a qualidade, o cumprimento das datas prometidas de entrega, maior *mix* de produtos e um menor custo são fatores determinantes para a sobrevivência e permanência de uma indústria têxtil no mercado.

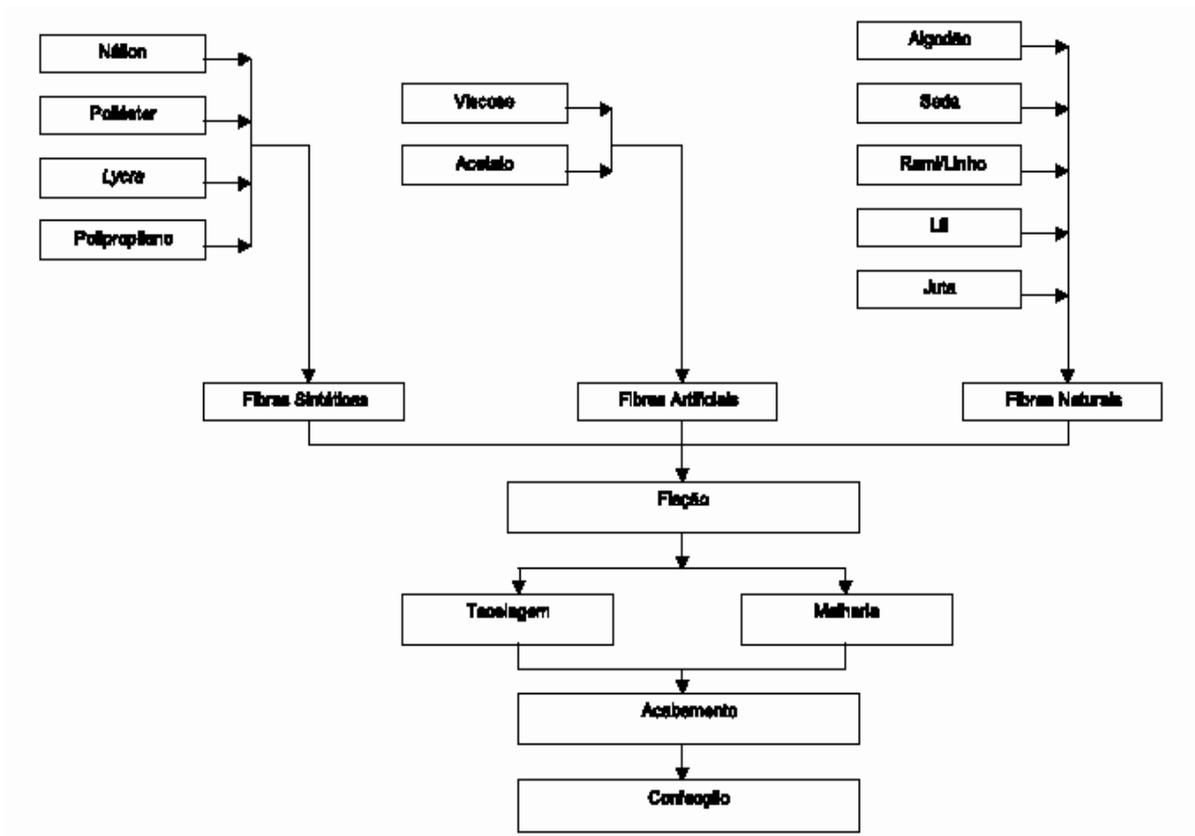
Neste contexto, será abordado a seguir o processo produtivo têxtil pela ótica da otimização destes fatores através da postura proativa do planejamento da produção, que tende a organizar o fluxo de materiais e informações, de acordo com a estratégia produtiva adotada pela empresa.

3.2 O Processo Produtivo da Cadeia Têxtil

A seguir, será abordado o processo produtivo têxtil e suas características; serão descritos também os principais elos componentes da cadeia têxtil como forma de relacionar as principais características e dificuldades encontradas desta cadeia produtiva ao modelo de planejamento que será proposto.

Segundo IEL (2000), a definição da cadeia produtiva têxtil tem seus contornos básicos definidos na figura 3.1.

Figura 3.1 – A Cadeia Têxtil



Fonte: IEL (2000, p. 21)

A cadeia produtiva têxtil, conforme a Figura 3.1, integra a produção de fibras (sintéticas, artificiais e naturais), fiação, tecelagem e malharia, estamparia, acabamento/beneficiamento abastecendo as indústrias do setor de confecções.

Para o Sebrae-SP e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2001, p.5), a indústria têxtil é constituída dos segmentos de fiação, tecelagem e acabamento de fios e tecidos, sendo que o segmento de tecelagem subdivide-se, por sua vez, em tecelagem plana e malharia. Cada um destes segmentos pode oferecer ao mercado um produto acabado e pode na prática, estar desconectado dos demais. Afirma ainda o SEBRAE-SP & IPT (2001, p.5), que “embora os segmentos ou etapas do processo se interliguem pelas características técnicas dos produtos a serem obtidos, essas etapas não precisam necessariamente serem todas internalizadas pelas empresas.”

Conforme o artigo *TÊXTEIS Interamericanos Antecipando o Futuro* (2002), as atividades produtivas do segmento têxtil, “são atividades interdependentes, porém com relativa independência dentro do processo produtivo, o que permite a coexistência de empresas especializadas e com diferentes graus de atualização tecnológica”.

Filho et alii (1997, p.64), afirma que “o resultado de cada etapa de produção pode alimentar a etapa seguinte, independentemente de fatores como escala e tecnologia de produção”.

Desta forma, existem indústrias têxteis que possuem somente o subsetor de fiação, atuando como fornecedor para as indústrias que atuam nos subsetores de malharia e tecelagem, assim como existem indústrias totalmente verticalizadas, onde atuam em todos os subsetores produtivos têxteis como fornecedores para as indústrias de confecções e vestuário.

Segundo o SEBRAE-SP & IPT (2001, p.5), “apesar das possibilidades de segmentação, várias das grandes empresas do setor são integradas da produção de fios à confecção, chegando, na maioria dos casos, até à distribuição, com a manutenção das próprias lojas.” A Figura 3.2 apresenta os principais elos entre os subsetores do complexo têxtil.

Conforme IEL (2000, p.337), “existe um padrão de integração da indústria têxtil, no Brasil, muito diferente do modelo utilizado na Europa. No Brasil, as empresas de porte adotam um sistema de verticalização, integrando fiação, tecelagem, acabamento, tingimento e estamparia, e algumas, até mesmo, incluem confecção.”

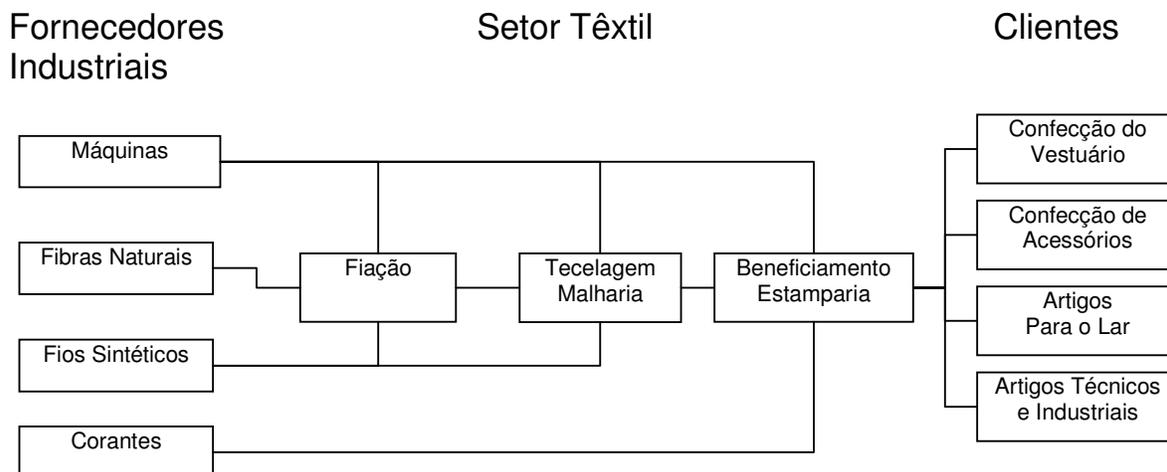
Neste padrão de integração, estão empresas como a Cia Hering, a Karsten SA, Têxtil Canatiba, Vicunha Têxtil, Santista Alpargatas Têxtil e o Grupo Coteminas, que possuem a cadeia produtiva têxtil verticalizada e incluem também a etapa de confecção.

Afirma IEL (2000, p.337) que, na Europa, o sistema é mais especializado, em virtude de alguns fatores, como o de não existir impostos em cascata. O suprimento é garantido porque a maioria dos fios e tecidos são tratados, de certa forma, como *commodities*.

No Brasil, em cada elo da cadeia produtiva, incide em torno de 4% de imposto. A disponibilização de capital é restrita, o que obriga as empresas a pagar elevadas taxas de juros com operações de descontos de duplicatas junto aos bancos e juros elevados sobre a rolagem das dívidas. A estratégia do setor no Brasil foi a integração vertical, em virtude da instabilidade na garantia de suprimento e flutuação dos preços. Por esta razão, as empresas preferem internalizar as operações desde os fios até a estamparia, passando pela etapa de tecelagem, segundo o IEL (2000, p. 337).

“Por setor têxtil entendem-se os segmentos do complexo que atuam na produção de fibras têxteis até o acabamento de fios e tecidos”, de acordo com Filho et alii (1997, p.64).

Figura 3.2 – Principais Segmentos do Complexo Têxtil



Fonte: Filho et alii, (1997, p.64)

Conforme o ilustrado na Figura 3.2, os segmentos de máquinas e de fibras são fornecedores industriais do setor têxtil, sendo que o segmento de confecções do vestuário é o principal cliente do setor. Porém, os segmentos dedicados à produção de bens de uso doméstico, hospitalar e industrial apresentam crescente participação na absorção da produção têxtil mundial, de acordo com Filho et alii (1997, p.65).

Os artigos produzidos pelo setor têxtil, ainda conforme Filho et alii (1997, p.64), podem ser agrupados em quatro grandes segmentos: fios têxteis, tecidos, malhas, beneficiamento e acabamento de tecidos e malhas.

Conclui-se que o modelo de planejamento deve abranger a definição das necessidades e recursos necessários para a produção dos artigos conforme ilustrado na Figura 3.2, provenientes destes segmentos.

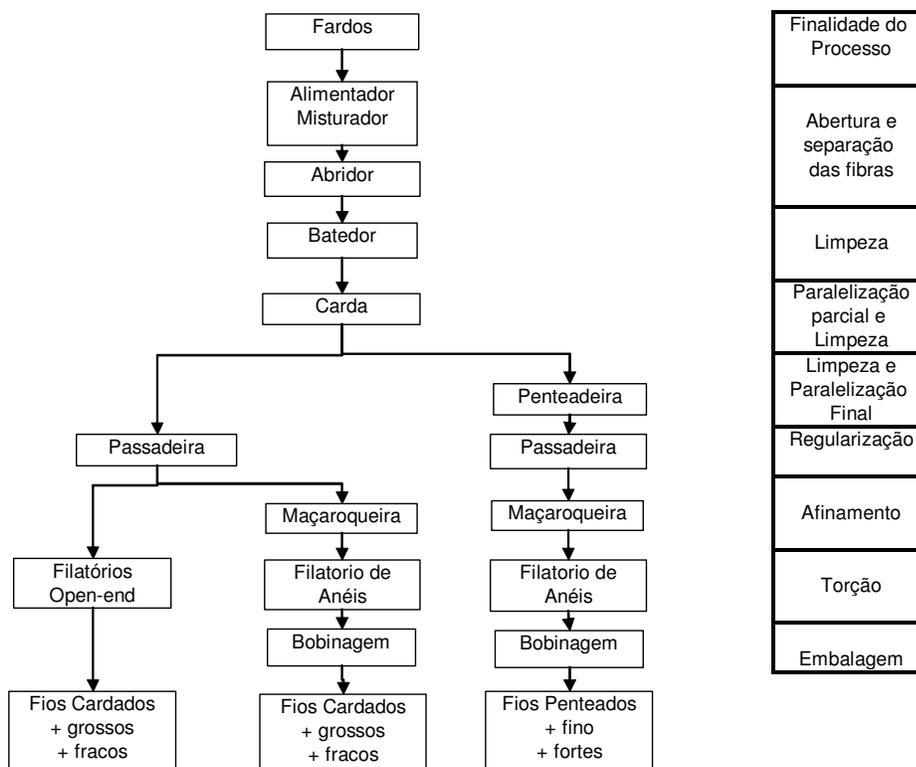
3.2.1 Fios têxteis

O fio têxtil é o produto final da etapa de fiação, sendo que sua característica principal é o diâmetro ou grossura (tecnicamente chamado de título do fio). Segundo IEL (2000, p.21), o fio têxtil pode ser fabricado a partir de fibras naturais, artificiais e sintéticas, que são a matéria-prima utilizada. No que concerne ao tipo de matéria-prima utilizada no Brasil, constata-se que cerca de 70 % desta é de fibra de algodão, 25% fibras artificiais e sintéticas e 5% composto de linho, lã, seda, e outras.

O processo de produção de fios, também chamado de fiação, compreende diversas operações por meio das quais as fibras são abertas, limpas e orientadas em uma mesma direção, paralelizadas e torcidas de modo a se prenderem umas às outras por atrito, entre estas operações tem-se: abertura e separação das fibras, limpeza, paralelização parcial e limpeza, limpeza e paralelização final, regularização, afinamento, torção e embalagem, de acordo com Mariano (2002, p.20).

Perante o fluxograma ilustrado na Figura 3.3, têm-se três tipos de fios determinados pelo seu fluxo produtivo, que, de acordo com Loesch (1995, p.9), inicia-se no depósito de fibras pelos fardos de algodão estocados e se estende até a área que prepara seu acondicionamento para ser enviado para o setor de malharia ou tecelagem, quando produzido em uma empresa com a cadeia produtiva integrada ou enviado para um cliente externo, ou quando produzido o fio para fornecimento a outras empresas têxteis. Conforme o fluxo produtivo pode-se ter: Fios Penteados, Fios Cardados e Fios Cardados *Open-end*, segundo Mariano (2002, p.20).

Figura 3.3 – Fluxograma do Processo de Fiação



Fonte: Mariano (2002, p.20)

Fios Penteados: Produzidos a partir do sistema de anel (método convencional). O fio é produzido passando pelo processo de penteagem que retira da matéria-prima as impurezas e as fibras curtas. Na fase de fiar (filatórios), passa pelo filatório de anéis. Apresenta seis fases de processamento e utiliza mais pessoas, maior número de máquinas e, conseqüente, maior área construída. Uma das vantagens deste sistema é a flexibilidade de produção, pois permite produzir fios de qualquer espessura, além de produzir um fio de maior resistência e conseqüentemente, de maior valor agregado.

Fios Cardados: Fios também produzidos a partir do sistema de anel (método convencional), porém apresenta uma fase a menos do que os fios penteados, justamente a fase de separação das fibras curtas das longas, que, conforme Figura 3.3, é realizada com os fios penteados, gerando, desta forma, fios mais fracos e grossos do que os fios penteados.

Fios Cardados Open-end: Os fios produzidos por esse processo são mais grossos e fracos. São produzidos pelo menor fluxo produtivo entre os tipos de fios, passando pela carda, passador e filatório a rotor.

De acordo com IEL (2000, p.89), a capacidade produtiva de uma fiação é determinada pelos tipos de filatórios utilizados. Existem três tipos básicos que se distinguem pela velocidade de produção, pelos níveis de automação atingidos e pela qualidade e espessura do fio produzido. São eles: os filatórios de anéis, de rotores ou *open end* e os *jet spinner*. Existem também os filatórios por ficção, sendo ainda pouco utilizados.

Os filatórios de anéis realizam o estiramento do pavio de algodão conjugado com uma torção do fio. São bastante versáteis, pois possibilitam a produção de fios de todo tipo de espessura.

Os filatórios de rotores ou *Open End* possuem uma maior produtividade que os filatórios anéis, porque podem atingir maior velocidade de produção. Este tipo elimina algumas etapas de produção da fiação a anel, mas sua produção é limitada à produção de fios mais grossos com resistência inferior ao fio de mesma espessura produzido pelo filatório a anel. Esses fios são destinados em grande parte à produção de tecidos tipo índigo *jeans*.

Os filatórios *jet-spinner* possibilitam maior produtividade do que os anteriores, também podem ser destinados à produção de fios mais finos. Este equipamento é recente em nível mundial e, no Brasil, sua utilização é bastante restrita, de acordo com o IEL (2000, p.89).

O IEL (2000, p.89) ainda afirma que “um ponto que deve ser enfatizado é que, além da preocupação com o tipo de filatório utilizado, se o fator relevante é produção com qualidade, é imprescindível o conhecimento das características da matéria-prima utilizada, seja ela química ou natural”. Desta forma, as características das fibras utilizadas são de grande importância para gerar um fio de alta qualidade.

Conforme Filho et alii (1997, p.65), “o fio enrolado nos conicais pode ser comercializado ou utilizado na tecelagem (malharia ou tecelagem plana) pela empresa que o produziu, dependendo do grau de integração”. Desta forma, o fio pode ser produzido para comercialização ou produzido para abastecimento da cadeia produtiva da própria empresa. Quando produzido para abastecer a tecelagem ou malharia própria, torna-se uma grande vantagem competitiva, tanto em relação ao custo como em relação à flexibilidade de atendimento, ou seja, produzirá conforme a necessidade real do cliente interno. Na indústria têxtil brasileira, é muito comum a existência de empresas que detém o setor de fiação e tecelagem ou malharia, onde a prioridade maior da produção é suprir o cliente interno e uma eventual disponibilidade de produção é utilizada para produzir fios *commodities* para comercialização, sendo que para isto deve ser preparado com uma embalagem e acondicionamento padrão de mercado, neste caso, diferente da utilizada para o cliente interno. Em suma, o processo de produção da fiação pode ser considerado como um processo contínuo até a fase de filatório onde é realizada a torção. Esta fase, por sua vez, pode ser considerada repetitiva em lote, pois a produção é realizada em lotes conforme a quantidade de fusos do filatório, os pedidos em carteira de fios, previsão de venda ou necessidade gerada para atender a etapa de tecelagem.

Conclui-se que, na fiação, é preciso fazer o planejamento da necessidade de fibras em função do planejamento da demanda de artigos acabados (tecidos ou malhas), quando a fiação fizer parte de uma empresa com cadeia produtiva integrada; e da demanda dos próprios fios, quando estes são vendidos para o mercado; ou a união das duas estratégias, quando uma parte é para abastecer a cadeia e a outra parte para venda. É de vital importância para este setor produtivo realizar a análise de rentabilidade dos fios produzidos por pedido, considerando o volume total pedido para cada fio, pois, desta forma, pode-se identificar que alguns fios tornam-se inviáveis serem produzidos sob encomenda quando em quantidade pequena.

3.2.2 – Tecidos

De acordo com Filho et alii (1997, p.65), o tecido plano é o produto final da tecelagem. É classificado de acordo com:

- a) a matéria-prima empregada (natural, sintético ou misto);
- b) a forma de entrecruzamento dos fios de trama (tafetá, sarja, e cetim);
- c) o número de fios por centímetro quadrado;
- d) o peso por metro quadrado.

Ainda conforme Filho et alii (1997, p.65), o tecido plano é obtido pelo entrelaçamento de conjuntos de fios em ângulos retos, ou seja, fios no sentido longitudinal (urdume) e transversal (trama), realizados por um tear. De acordo com Du Pont (1991, p.5), “os fios no sentido do comprimento são conhecidos como fios de urdume, enquanto que os fios na direção da largura por fios de trama. As bordas do tecido no comprimento são as ourelas que são facilmente distinguíveis do resto do material”. Durante o processo de entrelaçamento dos fios de urdume e trama, os fios de urdume são contraídos pelo entrelaçamento dos fios, resultando numa redução da metragem do rolo deste. Além da contração, acontecem as perdas no processo resultantes das perdas dos fios de trama e urdume.

Araújo et alii (1984, p.296) afirmam que é necessário realizar operações preliminares de preparação do fio para utilização na tecelagem, tanto para os fios de urdume quanto para os fios de trama, por métodos adequados, tais como o processo de urdimento e o processo de engomagem oriundos ao setor de preparação a tecelagem.

Preparação à Tecelagem (Urdição, Engomagem)

Conforme Araújo et alii (1984, p.269), “as operações de preparação para a tecelagem serão assim sistematizadas em:

- bobinagem;
- preparação do urdume;
- preparação da trama.”

Bobinagem: Consiste na passagem do fio de uma bobina para outra, ou seja, de uma bobina maior para uma outra mais adequada à operação que se deseja realizar. Durante o processo de bobinagem, o fio é desenrolado da bobina origem e passado através de dispositivos especiais é

enrolado na bobina nova. Neste processo, é realizada uma depuração, ou seja, a eliminação de pontos defeituosos do fio que, se não detectados, irão causar defeitos no tecido e originar custos de reparação (nos tecidos caros) ou desvalorização nos tecidos baratos em que a reparação manual desses defeitos se torna demasiadamente dispendiosa.

Preparação do Urdume: “A preparação do urdume necessita de várias operações cuja perfeição de execução tem conseqüências decisivas no processo de tecelagem, na sua economia e na qualidade do tecido produzido”, de acordo com Araújo et alii (1984, p.305):

- e) urdimento;
- f) engomagem;
- g) remeteção.

Urdimento: Consiste no processo de construir um sistema de fios paralelos, rigorosamente individualizados, no mesmo comprimento e com a mesma tensão. Este sistema é enrolado em um eixo também chamado de carretel, que se monta na parte posterior do tear ou da engomadeira/reunidadeira, formando os rolos de fios chamados de rolo de urdume.

Engomagem: A engomagem consiste na impregnação ou revestimento dos fios do urdume com uma substância coloidal adesiva e filmogênea chamada de goma que é uma formulação feita a partir do amido (fécula de milho ou de batata), de modo a aumentar a resistência mecânica dos fios, ou seja, resistência à tração, a vibrações, fricções, choques e alongamentos, que são alguns dos esforços sofridos durante o processo de tecelagem, diminuindo, assim, os rompimentos dos fios e as conseqüentes paradas do tear e aumentando a eficiência do processo de tecelagem e a qualidade do tecido produzido.

Remeteção: Depois de urdido e engomado o urdume, é realizada a montagem do rolo no tear. Esta montagem é constituída de várias operações que podem variar, no caso de um urdume ser diferente do que estava anteriormente no tear ou ser igual ao que saiu anteriormente do tear. Este processo geralmente é realizado fora do tear numa área específica e em um cavalete. Estas operações são complexas e morosas e podem ser realizadas manualmente ou através de um equipamento.

O processo de tecelagem e sua preparação podem ser considerados como repetitivo em lote. É imprescindível na etapa de preparação da tecelagem trabalhar com lotes mínimos de produção devido ao elevado tempo de *setup* principalmente da engomadeira.

Geralmente se trabalha com grandes lotes para aumentar a produtividade deste setor. O lote desta fase, chamado de rolada, é subdividido em lotes menores (rolos de urdumes engomados), que irão para a etapa de tecelagem. Cada rolo irá alimentar uma máquina de tecelagem, chamada de tear.

3.2.3 – Malhas

Conforme a norma NBR 13462 (1995), tecido de malha é a “estrutura têxtil que é essencialmente produzida a partir da tricotagem de um ou mais fios que alimentam várias agulhas”. De acordo com Du Pont (1991, p.49), existem basicamente dois tipos de malharia: malharia por trama (utiliza teares circulares e retilíneo) e a malharia por urdume.

Malharia por Trama: Como o próprio nome indica, é o tipo de malharia em que os fios correm horizontalmente, lado a lado, por toda largura do tecido. Neste processo, o tecido é formado pelos movimentos das agulhas para fazer *loops* em curso horizontais construídos uns sobre os outros. As malhas de trama são feitas em forma retilíneas (malhas do tipo gola ou punho produzidas em tear chamado retilíneo) ou em forma tubular (como meias sem costuras) em máquinas chamadas teares circulares. As circulares podem ser de pequeno, médio ou grande diâmetro, conforme o tecido ou produto a ser produzido, de acordo com Du Pont (1991, p.50).

A região do vale do Itajaí em Santa Catarina é considerada um grande pólo de empresas de malharia por trama.

O processo de malharia por trama, em suma, não necessita de processos de preparação do fio. Geralmente, se o fio é comprado, passa por um controle de qualidade quando é recebido do fornecedor, ou seja, antes do processo de tecelagem. O controle da qualidade da matéria-prima (o fio) é a etapa de preparação. Pode-se afirmar que o processo de malharia por trama é realizado numa única fase de processamento: a tecelagem.

Malharia por Urdume: Envolve a preparação e uso de carretéis que contém um grande número de fios paralelos montados na máquina de malharia. Nos tecidos de malharia por urdume, os fios correm no sentido do comprimento do tecido, formando um *loop* vertical em um curso e, então, se movem diagonalmente para o próximo curso, conforme Du Pont (1991, p.2).

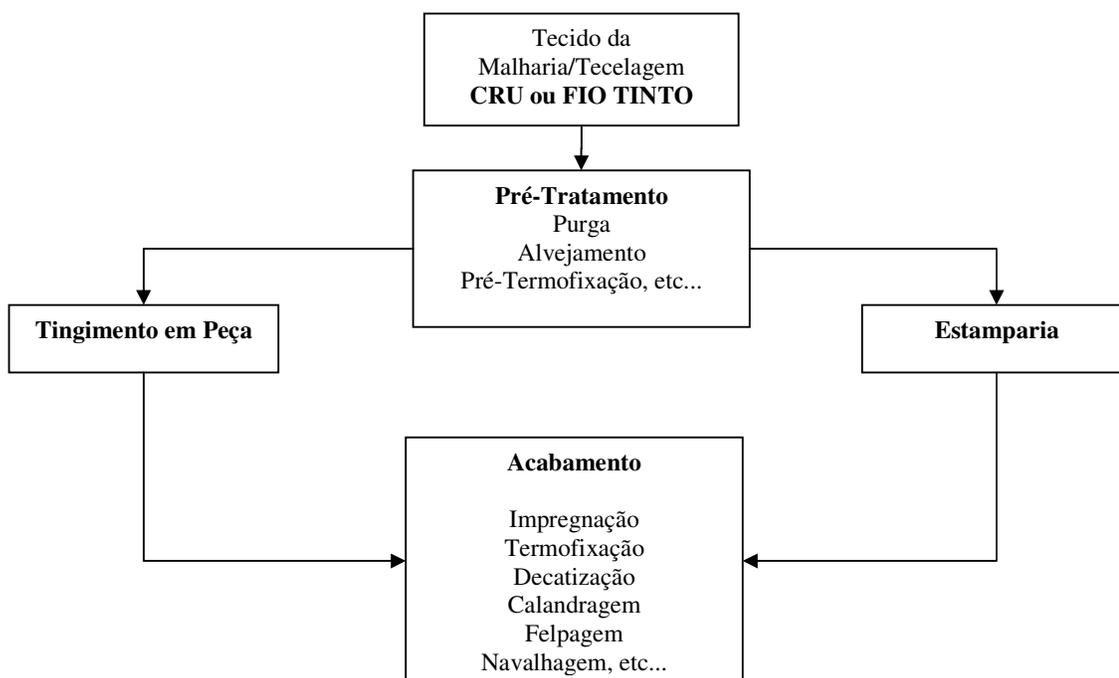
Já Araújo et alii (1984, p.434), afirmam que “durante o processo de tricotagem, cada um dos fios do urdume é frisado de maneira a formar uma linha vertical ou diagonal de laçadas a que se dá o nome de coluna. Cada coluna interlaça-se com outras colunas adjacentes para formar o tecido”. Afirmam ainda que “a diferença fundamental entre os dois métodos de malharia (tricotar) é que, para produzir malha de urdume, cada uma das agulhas do tear é alimentada pelo próprio fio, pelo menos um, enquanto que, para produzir malha de trama, basta um só fio para alimentar todas as agulhas do tear.”

3.2.4 – Beneficiamento e acabamento de tecidos e malhas

O processo de beneficiamento e acabamento de tecidos e malhas envolve várias etapas de produção que são chamadas de fases. Entre elas, podemos destacar as mais comuns: pré-tratamento, tingimento, estamparia e acabamento. Na Figura 3.4, é ilustrado um fluxo que contem estas fases.

No processo de beneficiamento e acabamento, o tecido passa por diversos processos físicos e químicos a fim de receber uma cor ou uma estampa e um acabamento. A cor é conseguida através do tingimento. A estampa é a aplicação de pastas coloridas diretamente sobre os tecidos. O acabamento é a operação final do fluxo produtivo.

Figura 3.4 – Fluxo do Processo de Beneficiamento



Pré-tratamento: Os processos de pré-tratamento consistem em operações de limpeza para eliminar do tecido todos os óleos e aditivos que foram utilizados no processo de tecelagem ou malharia. Segundo Du Pont (1991, p.2), “estes processos são normalmente os primeiros tratamentos que o tecido recebe após sair do tear ou máquina de malharia e são requeridos antes que qualquer tingimento, estamparia ou acabamento seja efetuado.”

Entre estes processos, existe o processo de purga, que consiste num cozimento do tecido em máquina de tingimento com adição de produtos químicos para remoção das impurezas; o processo de chamuscagem, que realiza a queima os fiapos ou filamentos que se encontram na superfície do tecido de modo a permitir um processo de estampagem mais uniforme, com estampas mais limpas. Também pode ser incluído o processo de alveamento, que consiste na adição de agentes químicos que reagem com o composto de cores da fibra, tornando-a sem cor. Alveamentos são requeridos no processo de tecidos que serão tingidos em cores de tonalidade clara ou que serão estampados. Ainda como pré-tratamento, está o processo de mercerização, que é realizado em tecidos de algodão e linho e consiste no tratamento do tecido com solução de soda cáustica que causa uma reação que faz inchar a fibra, tornando o tecido mais arredondado, resultando em mais brilho e proporciona grande afinidade aos corantes. Este processo é realizado na máquina chamada de mercerizeira, onde o tecido entra na parte frontal da mesma, sendo puxado por rolos cilíndricos, fazendo com que seja mergulhado em uma caixa contendo soda cáustica, conforme Du Pont (1991, p.5).

Tingimento: Segundo Du Pont (1991, p.6), “o tingimento envolve o uso de produtos químicos que são capazes de combinações com a molécula da fibra têxtil, geralmente quando em solução aquosa.”

Conforme Cataguases (2002), “tingimento é o processo químico de aplicação dos diversos corantes de acordo com a tonalidade desejada.” Este processo pode ser realizado em máquinas de tingimento por esgotamento e em máquina contínua.

O processo de tingimento por esgotamento é realizado em máquinas fechadas sob pressão e feito para tingir tecidos e fios. É caracterizado pela produção carga/máquina, onde são realizadas as chamadas partidas de tingimento. Para realizar uma partida, é necessário fazer a formação do lote, o qual permitirá agrupar rolos de tecidos que serão tingidas na mesma cor. Além da cor, outras características do tecido devem ser consideradas para realização da formação do lote de tingimento (uma carga máquina). De acordo com Filho et

alii (2000), as características são: características físicas das malhas ou forma construtiva (moletom, meia malha), composição física (algodão, poliéster) e a gramatura. Afirma ainda que estas restrições devem ser seguidas para evitar o reprocesso, sendo de vital importância a otimização da relação carga/máquina para aumentar a eficiência e diminuição do custo do processo. Desta forma, a fase de tingimento é considerada a etapa mais crítica e delicada do processo de beneficiamento têxtil que, no geral, representa o maior custo do processo produtivo de beneficiamento.

Para o processo de tingimento em máquinas contínuas não existe a necessidade de formação de carga/máquina, pois este é realizado em máquinas contínuas. Porém, existe a necessidade de preparação dos rolos, já que no processo contínuo são tingidos rolos de tecido plano, o que é importante para otimizar o processo. Nas empresas em que o processo de beneficiamento/acabamento é contínuo, o maior problema é o balanceamento do fluxo produtivo, como forma de otimizar o processo e diminuir, ao máximo, o *lead time*. O grande problema fica por conta das múltiplas fases e vários fluxos alternativos para produção que dificultam a realização de um seqüenciamento satisfatório que apresente bons resultados.

Estamparia: Conforme Cataguases (2002), o processo de estampar “é a aplicação de pastas coloridas diretamente sobre os tecidos através de cilindros perfurados onde estão gravados motivos de um desenho qualquer.”

Acabamento: O acabamento é a operação final do fluxo produtivo onde são aplicadas amaciantes e resinas para dar diferentes toques e propriedades ao tecido, tais como: acabamento anti-ruga, anti-mancha e outros. Além disto, existem processos físicos que melhoram o toque e dão o pré-encolhimento ao têxtil, reduzindo, deste modo, o encolhimento do artigo depois de confeccionado, segundo Cataguases (2002).

3.3 Considerações Finais

Neste capítulo, foi realizada a revisão bibliográfica referente à indústria têxtil no Brasil, aos consumidores e mercados; ao processo produtivo da cadeia têxtil (os produtos provenientes de cada elo da cadeia e o processo de produção); suas características e dificuldades encontradas na gestão da produção. Baseando-se nesta revisão e na revisão bibliográfica do Capítulo 2, será proposto o modelo de planejamento de recursos produtivos para a indústria têxtil no próximo capítulo.

4 O MODELO PROPOSTO PARA A INDÚSTRIA TÊXTIL

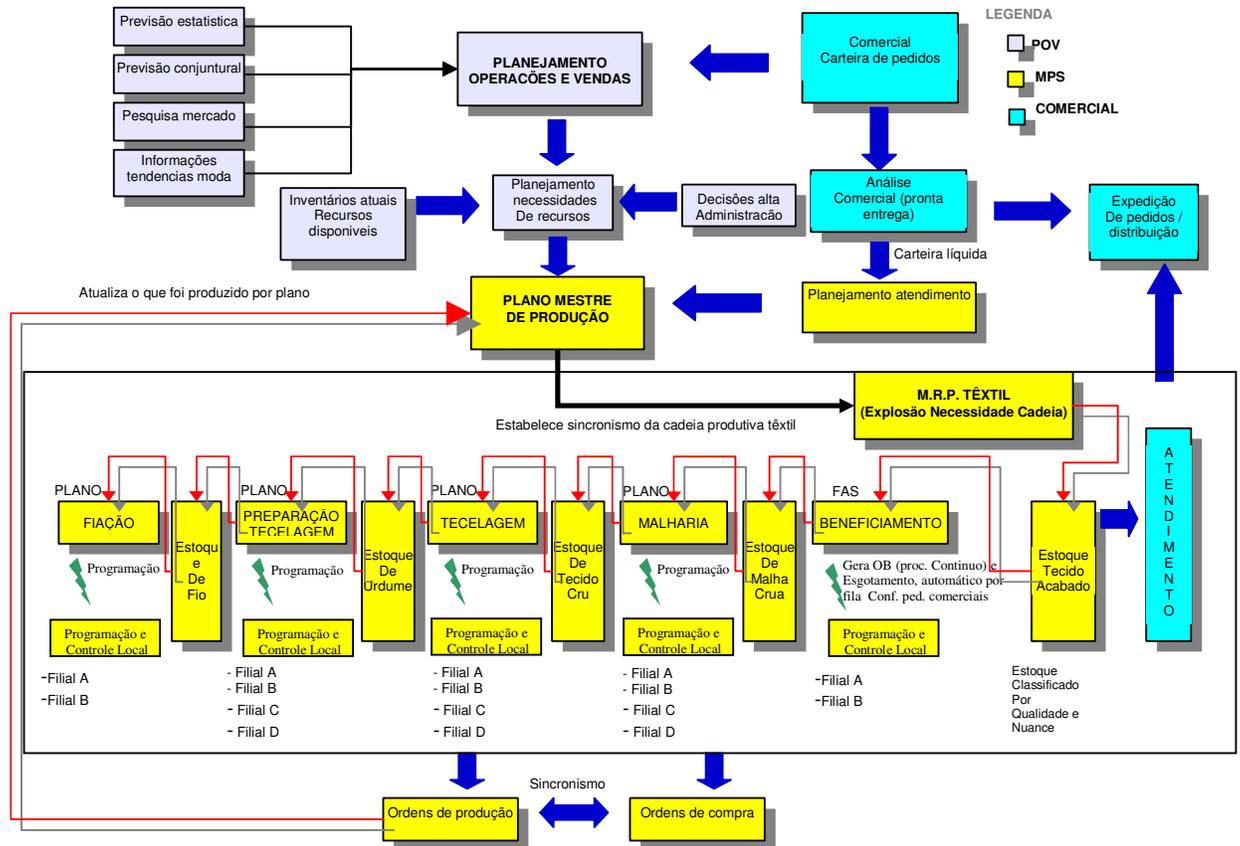
Neste capítulo, será proposto o modelo de planejamento de recursos de manufatura para indústria têxtil. O modelo sugerido é baseado na revisão de literatura realizado nos capítulos anteriores e na experiência do autor em projetos de desenvolvimento e implantação de sistemas de planejamento da produção, já que o mesmo participou de projetos na implantação de sistemas de planejamento da produção em diversas indústrias têxteis no Brasil e no Peru.

Neste modelo de planejamento de produção, será abordado o planejamento de longo, médio e curto prazo para indústria têxtil. Porém, antes de sugerir o modelo de planejamento, é aventada a definição das estratégias da corporação, da unidade de negócio e de produção, como forma de orientação estratégica do planejamento, e, com isso, manter a coerência do planejamento com os níveis de estratégia da empresa.

A Figura 4.1 ilustra o macro-fluxo do modelo de planejamento proposto. Conforme a figura, este modelo está dividido em planejamento de longo prazo, também chamado de planejamento de operações e vendas, e planejamento de médio e curto prazo, chamado de planejamento mestre de produção.

O planejamento mestre de produção, ilustrado na Figura 4.1, é composto por planos mestres setoriais, ou seja, elos da cadeia produtiva têxtil, e o FAS (*Final Assembly Schedule*), responsável pela programação do que será acabado na última etapa produtiva da área têxtil, bem como as funções ligadas ao sistema comercial.

Figura 4.1 - Macro-fluxo Planejamento de Recursos Produtivos Têxteis

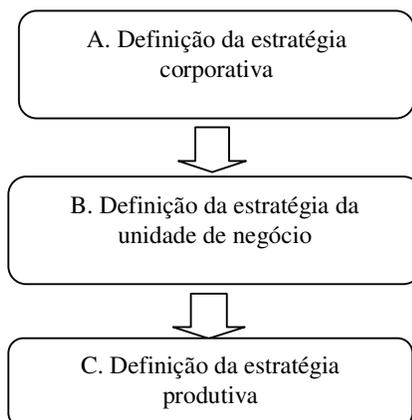


A proposta de modelo de planejamento segue a ordem hierárquica do planejamento de recursos, ou seja, inicia com o planejamento de longo prazo, até as funções de médio e curto prazo. Desta forma, é proposta uma metodologia de planificação para as funções de longo prazo e outra para as funções de médio e curto prazo.

Na seqüência, tem-se as etapas para definição das estratégias corporativa, de negócio e produtiva.

São sugeridas as seguintes etapas para a definição da estratégia produtiva, conforme ilustrado na Figura 4.2(próxima página).

Figura 4.2 – Etapas da Definição da Estratégia Produtiva



A) Definição da Estratégia Corporativa

Para a definição desta estratégia, duas questões devem ser respondidas:

- Em quais negócios a corporação atua ou pretende atuar?
- Como deve ser administrado o conjunto de negócios?

Em quais negócios a corporação atua ou pretende atuar? Especificamente para as corporações têxteis em questão, devem ser mapeados os tipos de artigos comercializados ou que se pretende comercializar, conforme o definido na missão do grupo. Os produtos têxteis podem ser representados como resultantes de cada elo da cadeia produtiva têxtil (fios, tecidos crus, tecido acabado, fios tintos, etc.). A corporação pode vender o artigo representante de cada elo da cadeia produtiva têxtil ou especializar-se na comercialização somente do artigo acabado com maior valor agregado. A estratégia de comercializar vários artigos, conforme configuração da cadeia produtiva, tende a melhorar as taxas de utilização da capacidade instalada. Neste caso, parte pode ser produzida como demanda dependente e parte como carteira para comercialização.

Como deve ser administrado o conjunto de negócios? Deve ser identificado o relacionamento entre os elos da cadeia, nas figuras de cliente e fornecedores internos, definindo a sincronização das metas entre as unidades relacionadas com a matriz.

B) Definição da Estratégia da Unidade de Negócio

A estratégia da unidade de negócio orienta como se deve competir no mercado de atuação. Para definir a estratégia da unidade de negócio, deve ser realizada uma análise sugerindo que os clientes podem comprar os produtos da empresa ao invés de adquirir o dos concorrentes, fundamentada em vários critérios, tais como: preço, qualidade, disponibilidade e diferenciação. Estes critérios convergem a uma análise competitiva com a interação das forças concorrentes (ameaça de novos competidores, rivalidade entre os concorrentes, ameaça de produtos substitutos, e o poder de barganha junto aos clientes e fornecedores). O tratamento hábil destas forças competitivas direciona a determinação da estratégia das unidades de negócio assim identificadas: liderança de custo, diferenciação e foco, ou um misto entre as mesmas. A estratégia de negócio orienta a definição da estratégia produtiva.

C) Definição da estratégia produtiva:

Para determinação da estratégia produtiva devem ser analisadas duas situações:

- as prioridades competitivas: características que os clientes desejam dos produtos e serviços e que devem ser coerentes com a estratégia do negócio. Como prioridades competitivas podem ser citados: o custo, a qualidade, o desempenho nas entregas e a flexibilidade. Podem ser identificadas pela determinação dos critérios qualificadores e ganhadores de pedido, ou seja, quais critérios são básicos e indispensáveis para o cliente e quais são diferenciais na escolha do fornecedor;
- política para as diferentes áreas de decisão: devem ser definidas as políticas de ação para cada área envolvida dentro do sistema produtivo, no qual o planejamento estratégico de produção deve agir. Estas políticas de produção devem orientar o planejamento dos recursos de manufatura e o controle da produção têxtil.

Conforme ilustração do Quadro 2.1, as prioridades competitivas podem ser analisadas e aprimoradas conforme a descrição e a maneira de se criar cada prioridade. Referentes às políticas para áreas de decisão, na Tabela 2.1, têm-se as principais áreas de decisão envolvidas com o sistema produtivo e a descrição de algumas das ações que podem ser utilizadas pelas empresas têxteis.

4.1 O Planejamento de Recursos de Manufatura de Longo Prazo

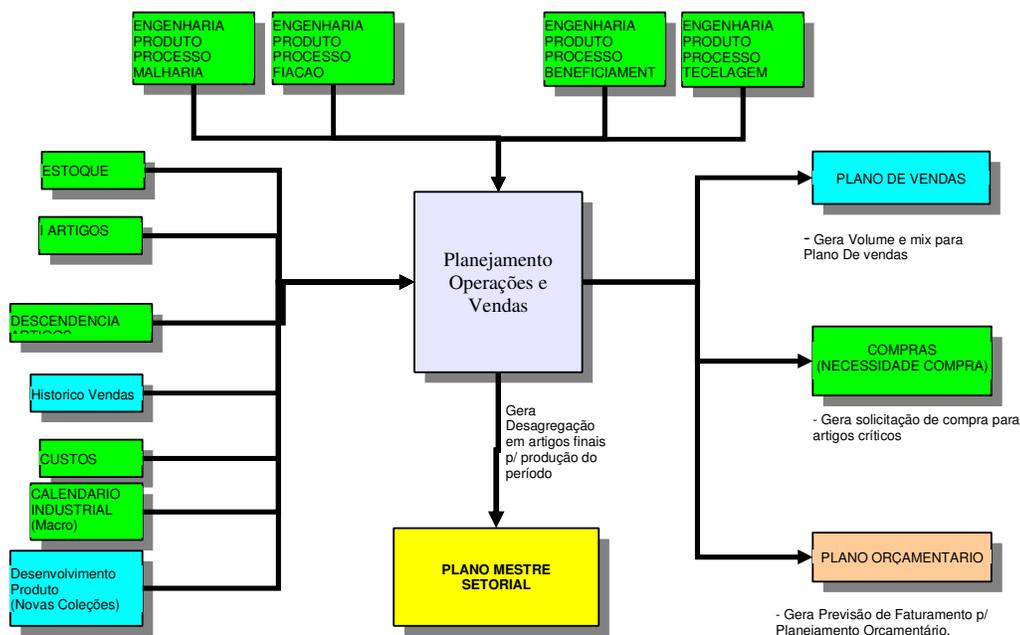
Para as funções de planejamento de longo prazo para a cadeia produtiva têxtil, a abordagem do MRP II, explanado no Capítulo 2, obteve boa aderência para as funções de

planejamento de recursos de manufatura de longo prazo, principalmente com relação à projeção de recursos de materiais e capacidade. Desta forma, a proposta de modelo de planejamento para este nível, seguirá a abordagem do MRPII, especificamente do nível do POV, com adição de detalhes específicos para melhor atender às necessidades da indústria têxtil.

O conceito de planejamento de longo prazo vem ao encontro das necessidades da indústria têxtil em termos de planejamento, já que favorece a tomada de decisão num horizonte maior, através de uma integração vertical, juntamente com a integração horizontal. Desta forma, envolve as áreas necessárias na tomada de decisões e planejamento neste nível, principalmente com relação às decisões de análise das coleções que serão trabalhadas durante um horizonte, sua rentabilidade, relação com os fornecedores, capacidade produtiva, a demanda confirmada e a demanda prevista. A previsão de demanda é considerada um dos principais problemas nas indústrias em geral, porém, na indústria têxtil, o problema é complexo por se tratar de produtos lançadores de moda, já que, na maioria das vezes, estes produtos começam a ser produzidos antes de tornar-se moda confirmada, e, por isso, ficam mais suscetíveis a erros de previsão.

Conforme o macro-fluxo de informações do POV proposto para indústria têxtil, ilustrado na Figura 4.3, são necessárias informações referentes às engenharias de produto processo e comercial, entre outras.

Figura 4.3 – Macro-fluxo Planejamento de Operações e Vendas



Entre as informações necessárias para desenvolver o POV proposto, estão:

- engenharia de produto e processo de beneficiamento, malharia, tecelagem e fiação;
- estoque;
- artigos;
- descendência (componentes de cada artigo);
- histórico de vendas;
- calendário industrial macro;
- desenvolvimento de novos artigos e coleções.

Engenharia de produto e processo dos setores produtivos: São necessários dados técnicos para análise de capacidade, “explosão” da necessidade de materiais e insumos. São dados pertinentes à engenharia do produto e processo, entre eles: largura do tecido, encolhimento, perdas ocorridas no processo, largura do pente, velocidade das máquinas, fluxos, fases, receitas para tingimento ou adição de produtos químicos, gramatura, fio de trama, fio de ourela, fios do urdume, batidas por centímetro, passamento, entre outros.

Estoque: Estoque agregado por família, identificado no momento de criação do período em análise. Deve ser agrupado o estoque de cada artigo pertencente à família.

Artigos: Identificação dos artigos que compõem a família do artigo.

Descendência: Identificação da descendência dos artigos. Por exemplo, um artigo acabado é descendente de um artigo cru.

Histórico de vendas: Vendas realizadas em períodos anteriores.

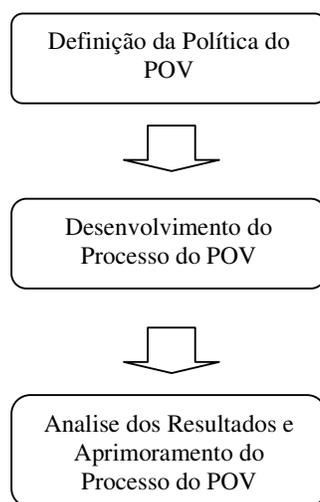
Calendário industrial macro: Dados referentes ao macro calendário industrial, identificação dos turnos produtivos por unidade fabril e feriados programados.

Desenvolvimento de novos artigos e coleções: Dados referentes aos novos artigos em desenvolvimento e das novas coleções.

4.1.1 Etapas para Aplicação do Modelo de Longo Prazo

Para aplicação do modelo de planejamento de recursos de manufatura de longo prazo para a cadeia produtiva têxtil, devem ser realizadas as etapas básicas apresentadas na Figura 4.4 (próxima página). Inicialmente, deve ser definida a política do POV. Em função desta formalização, deve ser desenvolvido o processo do POV, e, por último, a análise dos resultados e aprimoramento.

Figura 4.4 – Etapas da Aplicação do Modelo de Planejamento e Recursos a Longo Prazo para a Indústria Têxtil



Definição da Política do POV

Com objetivo de definir a política de planejamento de longo prazo, é proposta a formalização das seguintes fases:

- objetivo;
- processo;
- cronograma;
- participantes;
- família de artigos;
- horizonte de planejamento;
- períodos de planejamento;
- revisão;
- definição de responsabilidades;
- resultados esperados.

Objetivo: Definição dos objetivos específicos a serem atingidos no processo de planejamento de longo prazo para indústria têxtil.

Processo: Planejamento das atividades preparatórias, ou seja, levantamento de dados referentes às tendências, notícias de mercado, depoimentos de especialistas em moda levantadas pelas áreas envolvidas neste processo: finanças, manufatura, *marketing* e vendas.

Cronograma: Estipular a data limite para as atividades preparatórias, através do calendário geral, conforme o horizonte de planejamento, utilizando para a indústria têxtil o horizonte anual com períodos de revisão mensal; definir uma data limite dentro de cada período de análise: pode ser a última semana de cada mês, na qual será realizada a reunião executiva para definição do próximo período.

Participantes: É imprescindível a presença do diretor geral, com os gerentes de cada área funcional envolvida.

Famílias de produtos: Devem ser definidas as famílias de artigos pela visão comercial e produtiva; porém, o ideal é que todos os artigos que compõem a família possuam o mesmo fluxo produtivo, utilizem os mesmos grupos de máquinas para não existir grande divergência das características produtivas da família para com as dos artigos.

Horizonte de planejamento: Em geral, para a indústria têxtil, é sugerido que o horizonte de planejamento seja de um ano; desta forma, pode abranger todas as coleções do ano em análise.

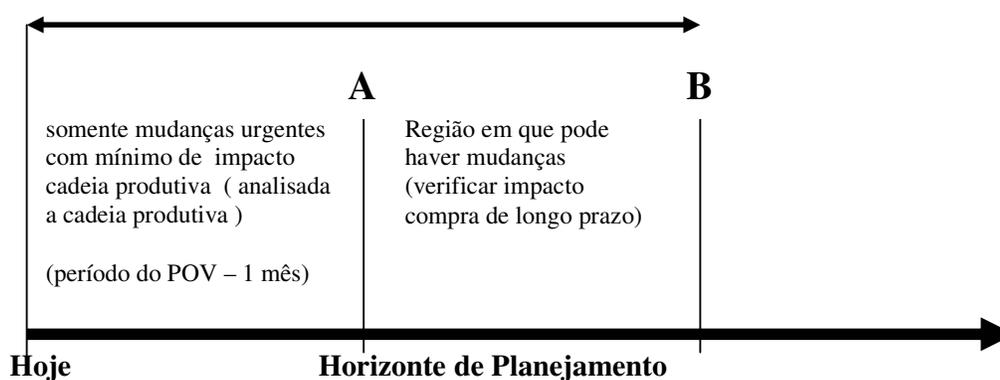
Períodos de análise e definição: São os intervalos dentro do horizonte de planejamento, onde são definidas as metas de produção, estoque por família de artigo, entre outros. Há sempre um período em curso e um outro em análise para entrar em fluxo.

Time Fences: Tempo de congelamento. Dentro do planejamento de longo prazo, há dois intervalos básicos:

- a) o primeiro intervalo (*time fence A* da Figura 4.5): é aquele em que se deve evitar, ao máximo, mudanças, principalmente no período do primeiro mês. Realizar somente mudanças urgentes e que não propiciem um impacto na cadeia produtiva, pois existe um estoque de fibras ou fios para produção que está dentro da margem de segurança em termos de volume e *mix*. Neste caso, deve ser analisada a cadeia produtiva como um todo para análise de impacto;

- b) região em que pode haver mudanças: deve ser verificado o impacto nas necessidades de compra de longo prazo, geralmente de fios ou fibras têxteis. Esses itens, considerados matéria-prima para produção de fios, são considerados como *commodit*. Nesta região, deve ser analisada a coerência em relação à capacidade instalada e possibilidade de terceirização de uma etapa produtiva, uma vez que os produtos têxteis estão intimamente ligados à moda. Na verdade, funcionam como lançadores de moda, estando sujeitos a sofrer distorções de demanda inesperadamente.

Figura 4.5 – Período de Congelamento para Indústria Têxtil (*Time Fence*)



Fonte: Adaptado de Corrêa (2000, p.171)

Responsabilidades: Devem ser atribuídas as responsabilidades por decisões de alterações de plano, adição ou redução de recursos e outras.

Resultados: Os resultados esperados para cada período ou ciclo do POV devem ser formalizados. Entre estes podem ser citados: metas de faturamento, análise de rentabilidade do plano, projeção de estoques, fluxo de caixa, definição das atividades de produção por período a serem confirmadas dentro do período de congelamento (*time fence*), definição do que será comprado/terceirizado que dependam de orçamentos de compras e despesas de capital, definição dos limites de tolerância para as variações abertas no plano mestre de produção (MPS).

Conforme as etapas definidas para aplicação do modelo de planejamento de recursos de longo prazo têxtil proposto, a próxima etapa será o desenvolvimento do processo de POV para indústria têxtil.

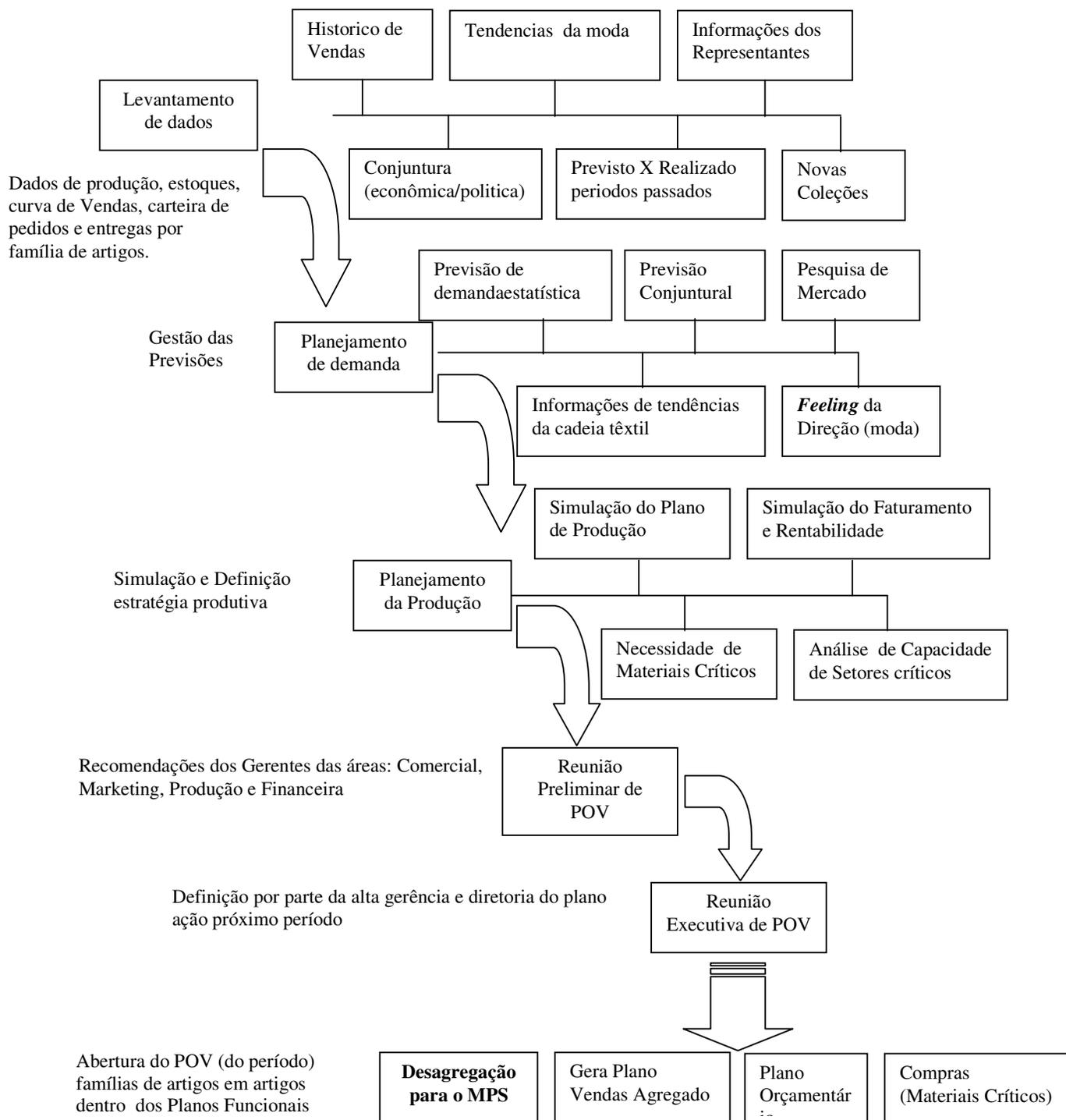
Desenvolvimento do Processo de POV para Indústria Têxtil

Para realizar o processo de POV para indústria têxtil, devem ser realizadas cinco etapas conforme abordagem MRP II:

- levantamento dos dados históricos;
- planejamento da demanda;
- planejamento de materiais e capacidade;
- reunião preliminar do POV;
- reunião executiva do POV.

Na reunião executiva do POV, os planos devem ser avaliados pela alta direção da empresa e definido o plano de ação para as áreas funcionais envolvidas em especial a produção. Estas etapas são apresentadas na Figura 4.6 (página seguinte).

Figura 4.6 – Etapas do Processo de POV Proposto



Na seqüência, serão vistos os detalhes pertinentes a cada etapa do processo de POV têxtil descrita anteriormente.

Levantamento e Preparação dos Dados Históricos

O levantamento de dados para o processo do POV têxtil é uma etapa importante, porque os produtos têxteis são concebidos mediante pesquisa de tendências, que deverão virar moda em um futuro próximo. Neste ambiente, informações do mercado das tendências da moda nos quatro cantos do mundo, dos formadores de opinião, dos desfiles de estilistas ícones da moda mundial são, atualmente, de extrema importância para a sobrevivência neste mercado. Os dados de vendas, estoques e produção devem ser agregados em famílias. Deve ser registrado também o percentual de cada artigo na composição da família, em representabilidade no *mix*, como também nos tempos de utilização dos recursos. São destacadas as seguintes funções principais para a indústria têxtil:

- histórico de vendas;
- tendências da moda;
- informações da equipe de vendas;
- conjuntura (econômica e política);
- previsto x realizado períodos passados;
- novas coleções.

Histórico de vendas: Levantamento dos dados de vendas nos períodos passados. As vendas devem ser computadas por período, levando-se em consideração a data de entrega do pedido de venda ou a data de faturamento do pedido. Isso vai depender da estratégia de produção da indústria. Se houver produção para estoque ou possuir um baixo *lead time* de entrega, poder-se-á utilizar a data de entrega do pedido (data prometida). Caso o *lead time* médio de entrega seja alto, deverá ser utilizada para computar as vendas do período, a data de faturamento do pedido. O histórico de vendas pode ser analisado por métodos estatísticos de séries temporais como: sazonalidade, média móvel, média móvel exponencial, entre outras.

Tendências da moda: É de vital importância para o planejamento da indústria têxtil, a sintonia com as tendências da moda, utilizando informações dos quatro cantos do mundo; dos formadores de opinião e tendências mundiais devem ser captadas e sintetizadas para aprimorar e criar novas tendências ou, no mínimo, segui-las. O Brasil está se desvencilhando do atributo de copião de moda para o adjetivo de criador de moda, como no caso da moda praia, a qual participa do mercado mundial lançando moda com marca própria com produto de alto valor agregado. Uma forma para o levantamento de dados de tendências da moda é a

pesquisa via Internet de lançamentos de artigos do segmento de atuação da empresa, em *sites* de revistas especializadas, jornais e publicações em geral.

Informações da equipe de vendas: A equipe de vendas pode fornecer informações preciosas sobre a perspectiva para os próximos períodos, principalmente das vendas a serem consolidadas, da aceitação dos artigos e dos artigos mais procurados. O ideal é montar um questionário para coletar, de forma estruturada, as informações da equipe de vendas e registrá-las num banco de dados relacionando-as ao mercado, região, representante.

Conjuntura econômica e política: Indicadores que retratam a conjuntura econômica do Brasil e mundial, ou seja, de mercados onde a empresa atua, podem ser obtidos através de *hiperlinks* pré-configurados com as opções de mercado e os indicadores a serem pesquisados na Internet nos *sites* especializados (FGV, IPEA, IBGE, entre outros). Para conjuntura política, podem ser coletadas informações do Diário Oficial da União referentes às decisões políticas tomadas que podem influenciar as empresas e o mercado têxtil. Outra forma é a pesquisa nos *sites* da CNI (Confederação Nacional da Indústria), ABIT, nas federações estaduais da indústria e comércio e *sites* afins sobre a conjuntura política que influencie a área têxtil.

Previsto x realizado períodos passados: Devem ser levantados os dados referentes ao previsto x realizado dos últimos períodos, para orientação e visualização das diferenças entre a demanda estimada e a realizada, para o processo de aprimoramento da gestão da demanda e produção.

Novas coleções: O levantamento e orientação para criação das novas coleções são vitais para o crescimento das vendas. O ideal é que a equipe de desenvolvimento e criação recebam informações sobre os artigos mais vendidos e rentáveis para focar as novas coleções no que o mercado está consumindo, porém sem engessar a criatividade originada das novas tendências. O ideal é a interação da equipe de desenvolvimento e criação com a equipe de vendas pelo desenvolvimento de amostras, interagindo com os clientes de maior relacionamento, até ao potencial de vendas de novos artigos.

Planejamento de Demanda: Responsabilidade da área de vendas e *marketing*, consiste na elaboração de um plano de vendas, indicando o que a empresa deseja oferecer ao mercado para cada família de produto, período a período ao longo do horizonte de planejamento.

O dado inicial do planejamento da demanda é a previsão de vendas, gerada com base no histórico de vendas, tratada estatisticamente com informações provenientes do pessoal de contato com clientes (fornecedores, representantes) e informações coletadas da imprensa e mercado referentes aos fatores conjunturais que podem influenciar a demanda. Para o caso têxtil, artigos de novas coleções podem ser previstos quanto à demanda futura através da interação dos representantes com amostras desses novos artigos, para interação junto aos clientes e coletar uma informação valiosa e bem próxima da realidade, diga-se: uma promessa de pedido para ser considerada no planejamento de demanda.

Através da análise criteriosa do conjunto destas informações, será possível gerar uma boa estimativa das vendas. Conforme revisão de literatura sobre o planejamento da demanda para a indústria têxtil, utilizam-se os seguintes métodos:

- previsão estatística;
- previsão conjuntural;
- pesquisa de mercado;
- informações de tendências da cadeia têxtil;
- *feeling* da direção.

Previsão Estatística: A previsão estatística é um método quantitativo utilizado para determinar valores futuros. Os métodos de previsão recomendados para realizar a previsão de demanda estatística são:

- média móvel;
- média exponencial móvel;
- índices de sazonalidade.

Previsão conjuntural: Método de previsão qualitativo que determina a previsão em função da conjuntura econômica, conjuntura política e do comércio exterior. Análise de mercados em potenciais que podem ser viabilizados com acordos comerciais entre os blocos comerciais globais. A análise do cenário previsto para o horizonte do POV pela ótica conjuntural é fundamental para o processo de previsão de artigos têxteis. A previsão conjuntural deve ser considerada juntamente com a previsão estatística.

Pesquisa de mercado: A pesquisa de mercado deve ser utilizada como técnica de previsão para novos artigos e pode ser aplicada pela própria equipe de vendas. Os representantes podem realizar a interação com os clientes, com o apoio de amostras piloto dos novos artigos, e passar os resultados coletados da interação, sendo que, muitas vezes, esta interação pode gerar um pré-pedido.

Informações de tendências da cadeia têxtil: A troca de informações com clientes de fornecedores da cadeia produtiva têxtil contribui para realizar o planejamento da demanda. Com informações valiosas sobre o que estão produzindo e sobre o que irão produzir, formam uma consistente relação com a previsão de curto prazo (próximos meses).

Feeling da direção: Atualmente, na indústria têxtil, este é o método mais considerado para realizar a previsão de demanda para as famílias e artigos. Geralmente, a alta direção está “atenada” com os acontecimentos financeiros do mercado, das tendências da moda, baseados em fatos e visão de cenários futuros. Para o planejamento da demanda, o ideal é que cada método citado de previsão de demanda, (previsão estatística, previsão conjuntural, pesquisa de mercado, informações de tendências e o *Feeling* da direção) seja formalizado e cada um destes métodos, tenha influência no valor final da previsão de demanda da família.

Planejamento da produção: Depois de definido o planejamento da demanda, o próximo passo é realizar o planejamento da produção, atendendo ao planejamento da demanda de uma forma a minimizar os custos produtivos envolvidos.

Para a indústria têxtil, podem ser utilizadas várias estratégias para o desenvolvimento do POV, porém a estratégia selecionada deve estar sintonizada com a estratégia do negócio e da produção. Entre elas podem ser citadas: produzir conforme a demanda, produzir nivelando a produção, subcontratação, variação da produção em patamares. A escolha da melhor estratégia vai depender da estratégia de produção definida pela empresa.

Simulação do plano de produção: A simulação do atendimento do que foi planejado em termos de demanda deve ser realizada observando as estratégias de ação e variáveis de decisão que devem ser simuladas conforme a estratégia de ação. Dentre as estratégias de ação que podem ser utilizadas na indústria têxtil, estão:

- produzir conforme a demanda;
- produzir nivelando a produção;
- subcontratação;
- variação da produção em patamares.

Produzir conforme a demanda: Esta estratégia é adotada, em geral, por indústrias têxteis que produzem sob pedido ou que geram produtos básicos. Desta forma, produzem pouca variedade de artigos com grande volume de produção. Como exemplo, a produção de tecidos para indústria automobilística. Porém, deve ser realizada uma boa gestão dos custos reais para corrigir possíveis distorções do custo padrão e o real apurado. Isso pode acontecer pela provável ociosidade das máquinas em alguns períodos.

Produzir nivelando a produção: Esta é uma boa estratégia a ser utilizada na indústria têxtil que pode produzir em parte para pedidos em carteira e em parte para abastecer estoque de lojas próprias ou de artigos considerados básicos, que sofrem menos com a variação da demanda. Porém para esta estratégia ter bons resultados deve ser realizada uma boa gestão da demanda.

Subcontratação: Estratégia comumente utilizada na indústria têxtil. Porém, uma grande desvantagem desta estratégia é a incidência da carga tributária brasileira em cascata. Uma forma para driblar este entrave é o envio da matéria-prima pelo cliente e o fornecedor faturar somente o serviço. Esta forma de subcontratação é chamada de facção. Realizada com muita frequência para as etapas produtivas de malharia e beneficiamento, onde o cliente fornece os fios (para malharia) ou o tecido cru para o caso do beneficiamento. Esta estratégia é recomendada para indústrias têxteis que possuem grande variação da demanda e, desta forma, se isenta do investimento em capacidade instalada. Entretanto, exige um processo muito afinado de desenvolvimento de relações com os fornecedores que devem atuar como parceiros. A maior desvantagem dessa estratégia é o custo envolvido na logística de compras (dos produtos do transporte, da compra e da inspeção de qualidade) que, em geral, são maiores do que se fossem produzidos pela empresa.

Variação da produção em patamares: Esta estratégia é muito utilizada na indústria têxtil, devido a não existência de políticas de previsão que garantam uma boa gestão da demanda,

porém deve ser utilizada quando a variação da demanda não é muito acentuada de um período para outro.

Para os períodos envolvidos no planejamento da produção do POV, devem ser analisadas as variáveis de decisão e a estratégia de ação. Através da análise criteriosa destas variáveis por família junto com a estratégia de ação utilizada, deve ser eleita a opção que apresente o menor custo total.

Simulação do faturamento e rentabilidade: A simulação do faturamento e rentabilidade deve ser realizada após a análise da simulação de definição da alternativa a ser adotada pela produção. Através da diferença do preço de venda dos artigos (para as famílias de artigos novos, utilizar um artigo médio que represente a família) e do custo, pode-se chegar a um valor simples de rentabilidade por família. Nesta simulação, pode ser utilizado o custo padrão, proveniente das fichas técnicas de produto e processo. Para as famílias que possuem histórico de vendas, deve ser calculada a rentabilidade para cada artigo que as compõe e depois calculada a rentabilidade ponderada da família. Conforme o exemplo da Tabela 4.1, para uma família A, com histórico de vendas, composta por dois artigos (básico 1, básico 2), para um total de 100 unidades vendidas para esta família, 10 unidades foram do artigo básico 1 e 90 unidades do artigo básico 2. Representando respectivamente 10 % e 90 % da família.

Tabela 4.1 – Exemplo Cálculo de Rentabilidade por Família com Histórico de Vendas

Família A	Básico 1 (Fator = 10%)	Básico 2 (Fator = 90%)
Preço Custo	2,45	2,75
Preço Venda	3,52	2,92
Rentabilidade	43,67 %	6,18 %

A rentabilidade ponderada é calculada da seguinte forma:

Rentabilidade Família A = (Rentabilidade Básico 1 X Fator) + (Rentabilidade Básico 2 X Fator)

Necessidade de materiais críticos: Devem ser definidos os materiais críticos a serem planejados para compra a partir dos períodos do POV. Em geral, são considerados materiais críticos aqueles que possuem alto *lead time* de compra. Para indústrias têxteis que possuam a

cadeia produtiva verticalizada, podem ser definidos como materiais críticos, as fibras necessárias para produção dos fios e alguns produtos químicos importados.

Análise de capacidade ou de recursos de longo prazo: esta etapa visa confrontar as metas de produção definidas com os recursos produtivos disponíveis pela empresa.

Para realizar a análise de capacidade para o POV têxtil, devem ser adotados os seguintes passos:

- 1) identificar os grupos de recursos conforme os setores produtivos a serem incluídos na análise;
- 2) identificar o padrão de consumo (tempo/unidade) de cada artigo que compõe a família de artigos e através do fator de *mix* família, calcular o fator global de utilização de recurso da família;
- 3) multiplicar o fator global de utilização de recurso da família para cada grupo de recursos pela quantidade de produção prevista no plano;
- 4) consolidar as necessidades de capacidade para cada grupo de recursos.

Para o planejamento de capacidade de longo prazo, utilizam-se famílias de produtos compostas por artigos que a empresa vende para o mercado. Podem ser famílias de artigos confeccionados, acabados (que passaram pelo processo de beneficiamento) ou artigos crus. Para efeito de cálculo de tempo necessário para produção da família, é utilizada a média ponderada dos artigos que a compõem. Outra alternativa é a utilização de um artigo médio que represente a família para cálculo de tempo necessário de produção. Esta forma só é recomendada quando não existe muita variação de tempo de produção entre os artigos que compõem a família ou para famílias que não possuem dados históricos para realizar a previsão de demanda estatística, o que se aplica a artigos pertencentes a novas coleções e novos artigos.

Com a definição do plano que melhor atenda a produção por família pode-se calcular a necessidade de recursos em cada uma das etapas produtivas consideradas críticas e compará-las com a capacidade disponível. A validação do plano acontece quando a capacidade necessária para o período for menor ou igual à capacidade disponível.

Reunião Preliminar do POV: Última etapa antes da reunião executiva. Nesta reunião, os gerentes de cada área funcional envolvida, com base nos dados históricos e na previsão de demanda, definem três alternativas básicas de plano de produção que atendam ao que foi

previsto em termos de demanda. Esta reunião deve ser realizada mensalmente, três a quatro dias antes da reunião executiva.

Reunião executiva e definição do POV: Depois de definido o planejamento da demanda, de simular e determinar três opções de planos de produção que atendam a previsão de demanda, opções estas, validadas em termos de capacidade, deve ser realizada a **Reunião Executiva e Definição do POV**. Nessa reunião, deve ser determinada, pelos participantes e direção, a melhor opção. Neste ponto, o ideal é que a alternativa escolhida como melhor seja uma das três previamente analisadas. Porém, existe a alternativa de simular outras opções na reunião executiva, com base nas anteriores. Conforme o Capítulo 2, se as etapas anteriores do processo forem bem planejadas e executadas, serão alcançados bons resultados na reunião executiva. No processo de definição do POV, são identificados dois aspectos que devem ser observados:

- consenso entre os planos funcionais;
- coerência dos planos com a estratégia de produção.

Conforme revisão, alguns pressupostos devem ser apontados para a reunião ser eficaz. Entre eles, estão:

- presença e participação dos envolvidos;
- distribuição antecipada do *Kit* de POV (relatórios, simulações previamente desenvolvidos);
- ambiente positivo para reunião.

A pauta da reunião deve conter:

- início com a palavra do Diretor Geral;
- avaliação de desempenho da empresa, períodos anteriores;
- revisão das hipóteses assumidas nos planos e restrições importantes;
- análise do plano família a família;
- discussão sobre a introdução de novas coleções, novos artigos;
- projetos especiais;
- revisão das decisões da reunião;
- revisão crítica do processo.

Desagregação para o plano mestre: A abertura do POV em famílias para o plano mestre é feita identificando o número de períodos deste cobertos pelo período do POV. Na reunião de

definição de cada período do POV, desagregam-se as famílias planejadas para os artigos a serem produzidos dentro da abrangência do horizonte e período do POV efetivado. Na desagregação, são geradas as quantidades por artigo, baseadas no fator de *mix* por família e do fator de demanda por período. Para famílias que não possuem histórico de vendas, artigos de novas coleções, na desagregação, deve ser identificadas as quantidades conforme a pesquisa de mercado realizada para os novos artigos.

Plano de vendas agregado: O POV interage diretamente com a área funcional de vendas ou comercial, com a definição das famílias em artigos para venda. Gera os valores globais do plano de vendas, ou seja, as metas por artigo. A administração, o rateio e a distribuição das cotas por representantes ficam a cargo da área funcional de vendas.

Plano Orçamentário: Através dos volumes macro por família, podem ser gerados os valores macro de receitas das vendas, por período, e de despesas previstas de matéria-prima e mão-de-obra.

Compra de Matéria-Prima e Insumos Críticos: Conforme o planejamento das etapas do POV, devem ser determinadas as “explosões” para compra dos materiais e insumos definidos como materiais críticos. De acordo com o *lead time* de compra do item, é gerada a solicitação de compra, relacionando a data de utilização prevista com o *lead time* de compra do artigo.

Análise dos Resultados e Aprimoramento do Processo do POV

Completando um ciclo do POV, após a sua implantação, deve ser efetuada a análise geral do processo de planejamento de recursos de longo prazo com o objetivo de identificar as dificuldades e propor melhorias. Apesar de que, período a período, são feitas análises do plano, objetivando o processo de planejamento. Alguns itens do processo merecem mais atenção, entre eles: precisão dos métodos de previsão de demanda utilizados, nível das informações coletadas, forma de interagir entre as áreas funcionais envolvidas no processo.

Prosseguindo no modelo de planejamento de recursos produtivos proposto, na seqüência, será abordado o Planejamento da Produção de Médio e Curto Prazo.

4.2 Planejamento de Recursos de Manufatura de Médio e Curto Prazo para Indústria Têxtil

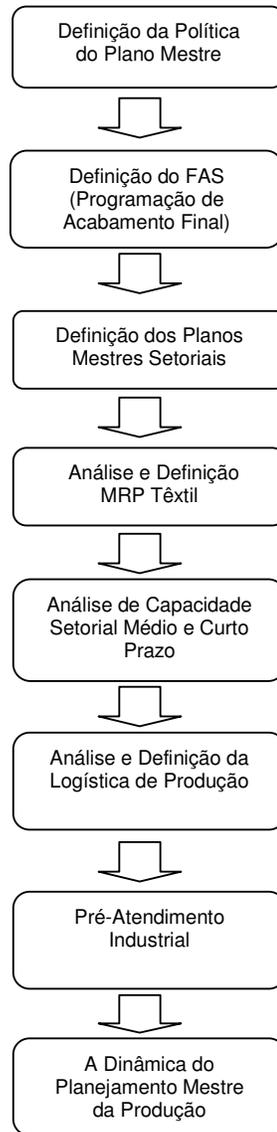
Para o planejamento de médio e curto prazo da cadeia produtiva têxtil, foram identificadas algumas características em cada uma das abordagens de planejamento explanadas que serão utilizadas no modelo sugerido. Desta forma, neste modelo, são aplicados os princípios do MRP II, JIT, TOC e APS porque apresentam bons resultados para a realização do planejamento de médio e curto prazo. No modelo proposto, estes princípios são aplicados de forma complementar, ou seja, será identificado o que cada método pode contribuir para a modelagem do planejamento de médio e curto prazo para a indústria têxtil.

O plano mestre proposto realizará a interação entre as áreas comercial e de produção. Determinará as quantidades líquidas a serem produzidas ou compradas, conforme a configuração da cadeia produtiva têxtil. Possibilita gerar a “explosão” de necessidade de materiais e insumos para o período planejado entre os setores que compõem a cadeia produtiva: beneficiamento, tecelagem, malharia e fiação, ilustrados na Figura 4.7. Para orientar a aplicação do modelo proposto de planejamento de médio e curto prazo, algumas etapas foram formalizadas e serão descritas a seguir.

4.2.1 Etapas para Aplicação do Modelo de Médio e Curto Prazo

Devem ser cumpridas algumas etapas básicas que são apresentadas na Figura 4.7. Inicialmente, é definida a política do plano mestre, sendo, posteriormente, determinado o FAS (*Final Assembly Schedule*) responsável pela programação do que será acabado. Na seqüência, os planos mestres setoriais devem ser estruturados, de acordo com a configuração da cadeia produtiva. Em seguida, na definição dos setores que serão representados deve ser determinada a abrangência do MRP têxtil. A seguir, a análise de capacidade para cada setor representado no plano mestre será abordada; na seqüência, a definição da logística de produção interna, a etapa de pré-atendimento industrial e, por último, a dinâmica do planejamento mestre da produção.

Figura 4.7 – Etapas da Aplicação do Modelo de Planejamento dos Recursos a Médio e Curto Prazo para a Indústria Têxtil



Todas estas etapas e subetapas serão abordadas a seguir, iniciando com a definição dos planos mestres setoriais.

Definição da Política do Plano Mestre

Com base na revisão literária, para o planejamento de médio e curto prazo é proposta a política que inclui a formalização dos seguintes itens:

- objetivo;
- processo;
- cronograma;
- participantes;
- períodos de planejamento;
- revisão;
- definição do estoque mínimo e lote econômico por artigo;
- definição de responsabilidades;
- resultados esperados.

Formalizada a política do planejamento de médio e curto prazo, tem-se a próxima etapa definida para o modelo.

Definição do FAS

O FAS integra o planejamento de médio e curto prazo, com propósito de formalizar a definição dos artigos que serão acabados num determinado período de planejamento de médio prazo. Estes artigos podem ter grande diversificação de cor, tamanho e acabamento. Por este motivo, só devem ser produzidos mediante entrada dos pedidos com a especificação das características.

Na indústria têxtil, esta formalização mostra-se necessária para os artigos produzidos na etapa de beneficiamento, ou seja, último elo da cadeia produtiva têxtil. Neste caso, os outros elos que fazem parte da cadeia produtiva têxtil da empresa devem ser tratados como planos mestres setoriais.

O FAS para o beneficiamento possui características diferentes conforme o tipo de processo de tingimento utilizado pela empresa, ou seja, pode ser utilizado o processo de tingimento contínuo ou por esgotamento. Estas duas opções diferem pela ênfase e otimização de pontos diferentes. No processo contínuo, a ênfase é no balanceamento do fluxo produtivo, sem uma preocupação maior com determinada fase do processo. Já no processo de

beneficiamento têxtil com tingimento por esgotamento, a ênfase maior é na fase de tingimento, que orienta a programação do fluxo produtivo.

A seguir, serão apresentadas algumas características para o FAS, processo contínuo e para o FAS de beneficiamento com tingimento por esgotamento.

FAS Processo de Beneficiamento com Tingimento Contínuo: No processo contínuo, a produção é orientada para o fluxo produtivo, não existindo uma fase crítica específica. É um processo muito utilizado em empresas que produzem denim índigo e tecido plano em geral, tipo sarja. Neste caso, a cada rolo de tecido cru que é finalizado na tecelagem e entra no estoque de tecido cru, poderá ser gerada a ordem de beneficiamento, desde que existam pedidos comerciais para este artigo (relacionado ao FAS) ou se está planejado, via FAS, produzir o tecido acabado (com especificação de acabamento) para estoque.

O FAS de beneficiamento para processo contínuo deve possuir as seguintes atribuições:

- relacionar a carteira de pedidos ao plano;
- calcular os estoques iniciais dos tecidos acabados, estoque projetado e quantidade disponível para promessa conforme cálculo ATP ilustrado no Capítulo 2;
- restringir o estoque por qualidade;
- gerar necessidade bruta, considerando o encolhimento do urdume no beneficiamento;
- priorizar do planejamento através da determinação da seqüência de atendimento aos pedidos;
- programação automática do beneficiamento via entrada da peça crua em estoque;
- “explosão” de insumos e auxiliares;
- análise de capacidade por fase crítica do fluxo produtivo.

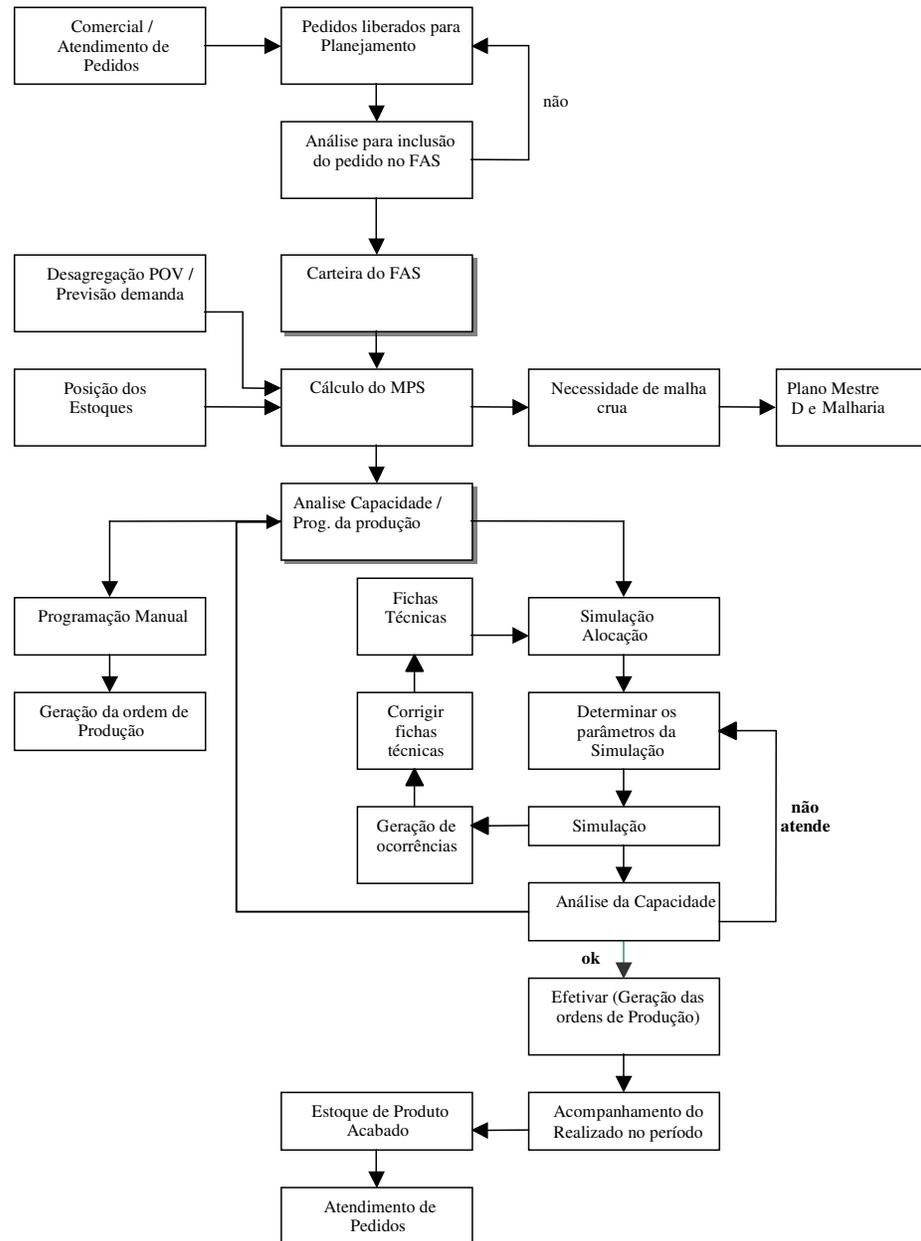
Este setor produtivo trabalha com o processo repetitivo em lote, com fluxo produtivo composto por várias fases e opção de fluxos alternativos. Sendo assim, existe a necessidade de otimizar a utilização dos recursos, empregando os fluxos alternativos. A abordagem APS possui grande aderência para otimizar esta problemática. Entretanto, conforme a delimitação desta dissertação, não será aprofundado o estudo sobre a problemática da otimização do seqüenciamento propriamente dito, por não ser o objetivo principal nem um dos objetivos específicos delineados para a pesquisa.

FAS Processo de Beneficiamento com Tingimento por Esgotamento: Este tipo de FAS deve ser aplicado a empresas têxteis que possuem processo de beneficiamento com tingimento por esgotamento, utilizado geralmente para o beneficiamento de tecidos de malha e fios, o qual dá ênfase maior à fase de tingimento. Desta forma, orienta a programação do fluxo produtivo. Ressaltando que este trabalho não irá abranger a problemática da otimização do seqüenciamento da programação da produção, mas sim o processo de planejamento. Contudo, algumas características do processo de produção e programação da produção influenciam diretamente no processo de planejamento da produção. A análise de capacidade deve ser realizada com a simulação de alocação carga/máquina.

A análise de carga / máquina é uma análise feita por capacidade finita, onde a montagem da carga deve obedecer a algumas restrições básicas. Esta simulação, deve agrupar os pedidos para formação da carga, programando as partidas tipo “batelada”, conforme o processo, fluxo, restrições de cor. Através da abordagem APS, pode ser determinada a melhor máquina para simulação / programação da fase de tingimento. Com uma análise combinatória das restrições para formação da carga / máquina citadas e a pontuação de ponderação dos seguintes fatores: atraso de entrega, tempo de fila, eficiência de carga, tamanho de carga, quebra de lote e quebra de tonalidade; Determina-se a melhor máquina para esta simulação, considerando a melhor pontuação como a máquina para esta simulação.

A seguir serão abordados, na análise de capacidade finita, mais detalhes referentes à análise de capacidade deste tipo.

Figura 4.8 - Macro-fluxo FAS de Beneficiamento com Tingimento por Esgotamento



O FAS para o processo de beneficiamento com tingimento por esgotamento deve mostrar:

- situação da carteira (aberta, atendida, romaneada, cancelada, etc.)
- posição do estoque (atual, projetado);

- demanda prevista;
- desvios na produção em relação ao previsto (2ª qualidade, atendimento de pedidos a maior ou a menor, variações de estoque decorrentes de baixas manuais, devoluções, reclassificação de lote, etc.)
- posição da produção: quantidade a programar, em produção e realizada;
- explosão de necessidades da cadeia têxtil: necessidade de malha crua (já consideradas as perdas de processo), necessidade de fios, necessidade de produtos químicos, etc.

Para o determinar a quantidade líquida a fabricar, via FAS, de beneficiamento por esgotamento, são considerados:

- carteira de pedidos;
- previsão de demanda;
- estoque enquadrado (considera-se estoque enquadrado aquele que atende os requisitos de qualidade, embalagem e acondicionamento dos pedidos)
- demanda dependente (necessidade do produto para atender a próxima etapa da cadeia têxtil);
- estoque mínimo.

Definição dos Planos Mestres Setoriais

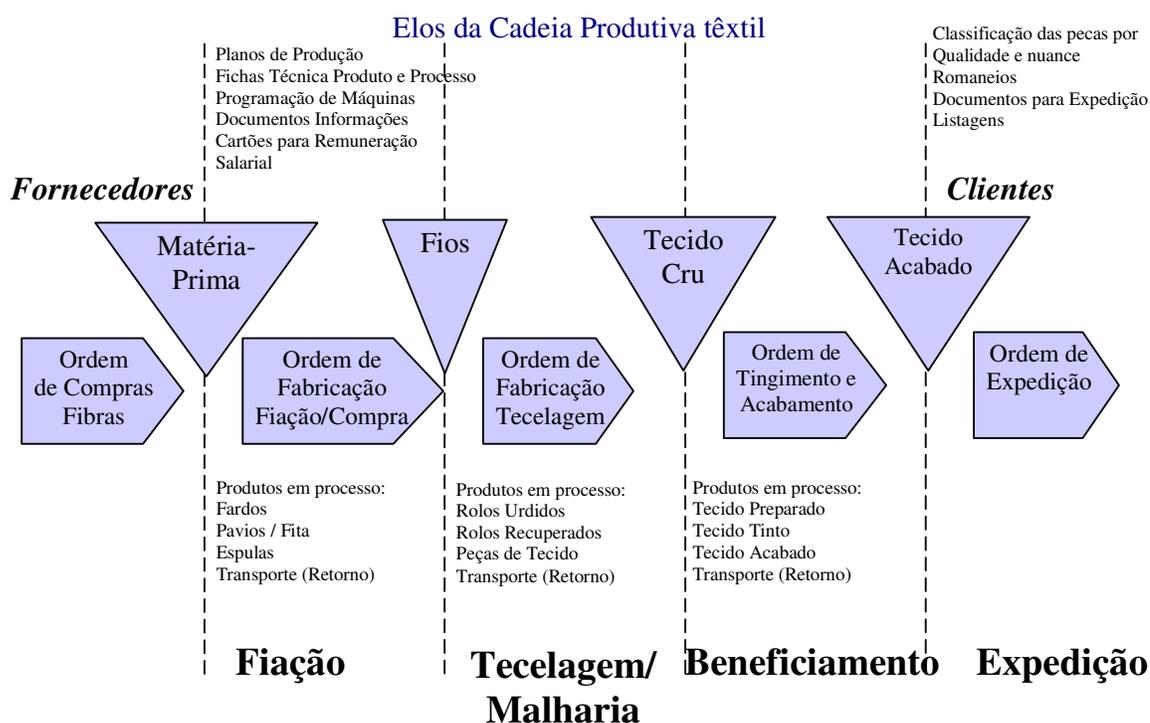
No que tange ao MPS nos diferentes ambientes produtivos (*make to stock*, *make to order* e *assemble to order*), a cadeia produtiva têxtil é caracterizada por manifestar estes três ambientes um em cada elo componente da cadeia ou um misto dos três em um único elo desta. Sendo assim, a definição *do que produzir* e *quanto produzir* é bastante complexa.

A forma encontrada para diminuir esta complexidade foi a utilização de planos mestres separados por setor produtivo. A definição dos planos mestres setoriais deve ser realizada com base na configuração da cadeia produtiva da empresa, conforme exemplo ilustrado na Figura 4.9.

Se a empresa possui setor produtivo de beneficiamento, malharia, fiação, entre outros, cada setor desse tornar-se-á um plano mestre setorial que deve agrupar os artigos produzidos no setor pertinente. Este agrupamento de artigos é necessário devido à grande quantidade de artigos produzidos por setor.

Baseado no fluxo de informações da cadeia têxtil verticalizada, ilustrada na Figura 4.9, o plano mestre setorial formaliza um plano de médio e curto prazo de artigos que serão produzidos. Em sua plenitude (considerando todos os setores), é composto não só de itens finais, mas de artigos resultantes de cada elo da cadeia produtiva têxtil. Podem ser chamados de artigos resultantes dos setores que compõe a cadeia os fios, tecido cru, tecido acabado, entre outros.

Figura 4.9 - Elos Cadeia Produtiva Têxtil e o Fluxo de Informações na Cadeia Têxtil Verticalizada



Fonte: Adaptado de Alvarez (1988, p.27)

Através do plano mestre setorial é realizada a sincronização das quantidades a produzir em cada setor ou elo que compõe a cadeia produtiva da empresa, conforme

abordagem JIT, ressaltando a sincronização das demandas na cadeia produtiva em que a empresa está inserida. Os artigos agrupados por setor são analisados, mantendo uma relação de interdependência com os setores acima e abaixo na cadeia têxtil, nos papéis de cliente e fornecedor.

A sincronização entre os setores, via plano mestre, deve ser realizada através dos pedidos em carteira e da previsão de demanda. A quantidade líquida a produzir proveniente dos pedidos em carteira será considerada no plano mestre setorial abaixo, como pedidos em carteira dependente, ou seja, uma quantidade a ser produzida no setor para abastecer o setor produtivo acima. A mesma lógica deve ser aplicada às quantidades determinadas via previsão de demanda que entraram no plano mais abaixo como previsão de demanda dependente.

A técnica de programação mestre mais adequada ao caso têxtil é a que o MPS é desenvolvido em função da previsão de demanda. À medida que os pedidos firmes entrarem o MPS, deve ser determinado pelo maior valor entre carteira e demanda, somando o estoque de segurança, com a subtração do estoque disponível, conforme ilustrado abaixo:

$$\text{MPS} = \text{Maior valor entre (Somatório (Carteira + Carteira Dependente), Somatório (Previsão Demanda Independente + Previsão Demanda Dependente))} + \text{Estoque Segurança} - \text{Estoque Disponível}$$

Onde:

Carteira: = são os pedidos em carteira do artigo;

Carteira Dependente: = é a quantidade gerada do artigo base necessário para se produzir a quantidade determinada como pedido em carteira do artigo setor produtivo acima;

Previsão de demanda independente: é a previsão de demanda de artigos independentes de qualquer outro item;

Previsão de demanda Dependente: = é a previsão de demanda de artigos que serão vendidos no futuro como dependentes de outro artigo;

Estoque Segurança: = é a quantidade definida para cada artigo necessária para manter um nível de estoque de segurança;

Estoque Inicial: = quantidade em estoque do artigo.

A promessa de entrega, via MPS, para o caso têxtil, segue o conceito ATP ilustrado no Capítulo 2, determinado pelo somatório do estoque inicial mais a produção

planejada menos os pedidos firmes. Contudo, deve ser classificada a quantidade de produtos em estoque por qualidade (artigos de primeira qualidade e segunda qualidade), sendo que os artigos, mesmo que de segunda qualidade, são disponibilizados para comercialização.

$$\text{ATP Têxtil} = \text{Estoque Inicial} + \text{Produção Planejada (MPS)} - \text{Pedido Firme}$$

Conclui-se que, para o ATP têxtil, podem ser considerados os períodos consecutivos para frente que possuem pedido firme.

Outra característica que deve ter o plano mestre setorial é a diferenciação das datas de início e fim do período do plano por setor em função do *lead time* do setor produtivo. O MRP têxtil que será abordado a seguir “explode” as necessidades para os planos mestres setoriais. Pela lógica do MRP ilustrada no Capítulo 2, deveria gerar a necessidade para produção em função do *lead time* do produto; para a indústria têxtil, será tratado o *lead time* médio dos artigos do setor para determinar a data de início do plano mestre. Através desta definição, por exemplo, o plano mestre de fiação iniciará antes do plano mestre de preparação a tecelagem, para que os fios necessários para a produção na tecelagem estejam disponíveis no início da produção do plano deste setor.

Além da sincronização entre os setores, pode existir uma ligação direta do MPS com a área comercial também para as fases intermediárias do processo (venda de malha acabada, venda de malha crua, venda de fio, etc.). Esta é uma necessidade das indústrias têxteis brasileiras que, na sua maioria, são indústrias verticalizadas, produtoras da matéria-prima ao artigo acabado e que utilizam a capacidade instalada de um determinado setor da cadeia para produzir em parte para demanda da própria empresa, enquanto que a outra parte disponível da capacidade instalada é usada para atender a demanda de terceiros (demanda dependente, demanda independente).

Pode-se citar o exemplo de uma empresa têxtil que produz do fio ao tecido acabado e que, no setor de fiação, produz fios para demanda própria (cliente interno - tecelagem) e aproveita a capacidade instalada disponível na produção de fios para venda. Esta é uma vantagem competitiva comumente utilizada na indústria têxtil como forma de redução dos custos produtivos e que aumenta a complexidade do planejamento da produção, especificamente neste caso, para o setor de fiação.

Para o plano mestre setorial têxtil independente de setor devem ser considerados:

- previsão de demanda;
- estoque enquadrado (considera-se estoque enquadrado aquele que atende os requisitos de qualidade, embalagem e acondicionamento dos pedidos);
- previsão de demanda dependente: necessidade do produto para atender a próxima etapa da cadeia têxtil;
- carteira de pedidos dependente;
- estoque mínimo.

A seguir, serão abordados os planos mestres setoriais com suas particularidades.

Plano Mestre de Tecelagem: O Plano Mestre de Tecelagem é direcionado para o planejamento de tecidos planos crus.

No plano de tecelagem, o MPS é gerado em parte como pedidos em carteira dependentes (a partir dos pedidos em carteira do FAS de beneficiamento) e em parte como previsão de demanda independente de tecidos crus, que pode ser desencadeada via POV.

A idéia é que uma parte já possua demanda confirmada e que outra parte seja produzida conforme as previsões e que, no decorrer do plano, os pedidos firmes entrem para confirmar o que foi previsto. Esta é uma forma de reduzir o *lead time* de entrega, produzindo o artigo até a fase mais próxima da venda, porém com flexibilidade e diferenciação do artigo acabado, com variação de cor e acabamento, tratados no FAS.

Como características essenciais apontadas para o plano de tecelagem, podem ser citadas:

- demanda dependente e carteira dependente geradas pela explosão do FAS de beneficiamento;
- previsão de demanda independente de tecido cru (gerado pelo POV na confirmação do período) ;
- análise de capacidade da tecelagem geral (multi-planta), e por planta específica, realizada em função das horas disponíveis X necessárias;
- simulação da alocação de teares em geral (multi-planta) e por planta específica;
- consideração do percentual de encolhimento do urdume no beneficiamento, da contração do urdume no tear e do percentual de resíduo do urdume;
- “explosão” da necessidade de fios de trama e urdume por fornecedor (interno e externo) pela programação dos teares e urdideiras por período.

Plano Mestre de Preparação à Tecelagem: O Plano Mestre de Preparação à Tecelagem é direcionado para planejamento da necessidade de urdumes gerados a partir do plano de tecelagem, ou seja, para processo de produção de tecidos planos. Quando o processo de produção é voltado para produção de índigo, o plano de preparação tem um grau de importância ainda maior, visto que o setor de preparação à tecelagem é o “gargalo” principal do processo produtivo deste tipo de produto. Devido à complexidade do processo de engomagem que, neste caso, realiza a engomagem, a mercerização e tingimento do urdume, o processo é muito delicado e qualquer descuido pode comprometer o lote em produção.

Nesta fase (na produção de tecido índigo), cada partida da máquina (também chamada de rolada), gera uma quantidade de urdume manchado (aproximadamente dois mil metros de urdume no início e dois mil no fim da rolada), totalizando por volta de 4000 (quatro mil metros) que só poderão ser utilizados para produção de tecidos de segunda qualidade ou inferior.

Nesta ótica, devem ser planejadas quantidades que permitam realizar múltiplas roladas padrões (lote econômico de produção). Quando o processo de produção não for voltado à produção de índigo, este setor geralmente não é considerado como “gargalo” do processo produtivo; apesar disto, possuem um grande tempo de preparação da máquina quando da mudança de artigo.

Como características principais do plano de preparação à tecelagem, podem ser citadas:

- necessidade de urdume engomado pela demanda líquida a produzir, “explodida” do plano de tecelagem;
- o estoque inicial de cada urdume deve considerar, além dos rolos disponíveis no estoque, os rolos das ordens de produção emitidas e os rolos que estão em produção no tear, que não viraram tecido (metragem do rolo que ainda não foi processada pelo tear);
- análise da capacidade de preparação da tecelagem (pelas engomadeiras) geral (todas as filiais produtivas) e análise de capacidade filial por filial;
- simulação da alocação das engomadeiras pela rolada padrão e mínima para ajuste da quantidade a produzir.

Plano Mestre de Malharia: O plano de malharia integra o plano mestre setorial para as empresas que produzem tecido de malha. O plano de malharia deve ser um plano de

programação, ou seja, que permita a programação da OPM (Ordem de Produção de Malharia), quando o plano está em curso, para sincronizar a produção da malharia com a produção do beneficiamento. Esta sincronização deve ser realizada através da simulação da alocação das ordens de malharia, levando em consideração as ordens de beneficiamento (OB's) programadas para frente no tempo. Desta maneira, as OB's puxam a programação da malharia. Para serem programadas, devem considerar o *setup* da máquina, buscando a otimização da capacidade das mesmas acrescidas dos critérios abaixo:

- data de entrega do pedido para o beneficiamento (data prevista para tingimento);
- disponibilidade da máquina: ativação da máquina no artigo e a capacidade produtiva da mesma;

Referente à “explosão” do plano mestre de malharia, este pode gerar necessidade de fios para o plano de fiação, para os fios identificados como produzidos e gerada a necessidade de compra para os identificados como comprados.

Plano Mestre de Fiação: O plano de fiação complementa o plano mestre setorial para as empresas que produzem fios. Com base na revisão bibliográfica referente ao processo de fiação, o mesmo pode ser considerado como processo contínuo até a fase de fiar, processo realizado nos filatórios e, portanto, pode ser visto como um processo repetitivo em lote.

Os fios são gerados para o plano de fiação pela “explosão” dos planos de tecelagem e malharia e contabilizados como previsão de demanda dependente ou pedidos em carteira dependente, quando fazem parte de uma empresa com a cadeia produtiva verticalizada. Pode também conter a demanda dos próprios fios quando estes são comercializados. É comum a união das duas estratégias, ou seja, parte ser produzida para atender a demanda interna e outra parte para comercialização.

Esta estratégia está cada vez mais sendo utilizada pelas empresas têxteis brasileiras como forma de otimizar a capacidade produtiva disponível, possibilitando a redução dos custos de produção do fio.

Análise e Definição MRP Têxtil

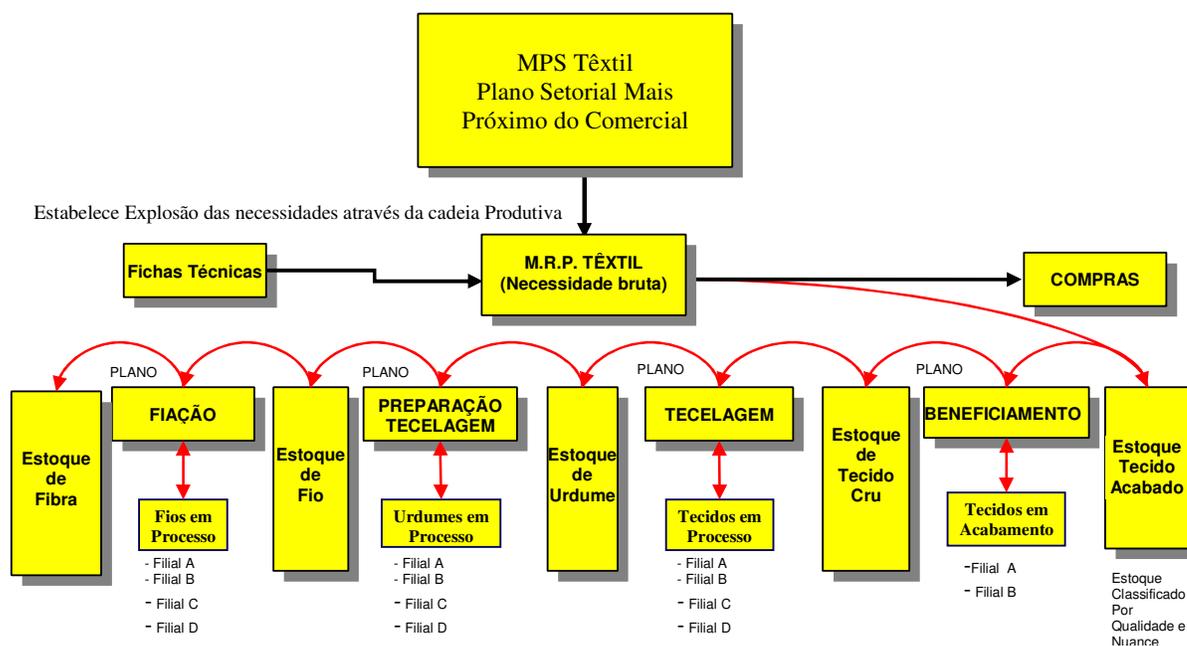
A partir dos dados técnicos do artigo (ficha técnica de produto e processo), deve ser gerada a necessidade por demanda do plano setorial mais próximo à venda, pelo valor do MPS, até os setores mais abaixo, conforme o ilustrado na Figura 4.10, “explodindo”, desta forma, a necessidade entre os planos setoriais da cadeia.

Na “explosão” das necessidades, devem ser incluídas as perdas de massa e o encolhimento previsto em cada etapa do processo. Estas perdas são registradas na ficha técnica de produto e processo de cada artigo. Assim, a malharia e/ou tecelagem recebe a necessidade de malha vinculada aos produtos e ordens que o beneficiamento colocará em produção, enquanto que a necessidade de fio será, por sua vez, gerada a partir da necessidade líquida de malha ou tecido.

O MRP têxtil estabelece a “explosão” de cada item do plano. Com a identificação, em cada plano setorial, verifica se o item é comprado ou fabricado e realiza a “explosão” pelo conceito do MRP. Se o item é comprado, deve ser determinada a necessidade líquida a comprar no período do plano e rastreado se já existe algum pedido de compra aberto para esse item. Se existir, deve ser verificado se supre a necessidade posta. Caso contrário, deve ser gerada uma solicitação de compra complementar pelo planejamento para preencher a necessidade apresentada. É importante, também, nesta fase, a identificação dos itens que podem ser fabricados ou comprados para que, num eventual “estouro” de capacidade produtiva em algum setor da cadeia, o excedente possa ser terceirizado.

Este procedimento é muito comum na indústria têxtil pela grande variação sazonal da demanda.

Figura 4.10 – “Explosão” das Necessidades entre os Planos Mestres Setoriais



Análise de Capacidade Setorial de Médio e Curto Prazo

A análise de capacidade de médio e curto prazo pode ser realizada de duas formas básicas:

- pela análise da fase crítica do fluxo;
- pela análise da alocação por capacidade finita.

Análise de Capacidade pela fase crítica do fluxo: Através da análise das etapas do elo da cadeia, é determinada qual das representadas é a restrição do processo. Com esta análise, determinam-se quais os recursos que serão utilizados para análise de capacidade. Este procedimento utiliza o princípio da Teoria das Restrições – TOC, que objetiva restringir a produção pelo recurso “gargalo”.

Os elos da cadeia produtiva têxtil que podem realizar a análise de capacidade desta maneira são: beneficiamento com tingimento processo contínuo, tecelagem, preparação à tecelagem e fiação.

A seguir é descrita a realização desta análise para cada setor específico identificado.

Análise de Capacidade de Beneficiamento pela Fase Crítica do Fluxo Produtivo no Setor de Beneficiamento: Para realizar a análise de capacidade do plano de beneficiamento no processo contínuo, os artigos acabados devem ser relacionados a um fluxo produtivo. Neste fluxo, podem existir várias fases produtivas, sendo que cada fase pode ter uma ou mais máquinas.

Deve ser determinada qual a fase crítica do fluxo, somando a velocidade de cada máquina pertencente à fase. A que obtiver o menor somatório será a fase crítica. Deverá ser calculado o tempo disponível do fluxo no período do plano através das horas disponíveis das máquinas da fase crítica. A partir do resultado, é identificado o “gargalo” e devem ser tomadas ações para aumentar a capacidade da fase crítica. Caso não seja possível, a produção do setor de beneficiamento deve ser cadenciada por esta fase.

Análise de Capacidade do Plano Mestre de Tecelagem: A análise de capacidade do plano mestre de tecelagem deve ser realizada pelo estudo do recurso crítico (que, para no caso da tecelagem, são os teares). Para que a análise de capacidade apresente uma visão mais próxima da realidade, deve ser feita por plano e por filial. Por plano, devem ser considerados todos artigos do plano e todas as máquinas críticas do setor que estão ativas para produção, no caso, todos os teares da empresa. A análise por filial é efetuada quando existir mais de uma unidade produtiva de tecelagem. Devem ser identificados quais os artigos produzidos por filial, considerando as máquinas ativas para produção na mesma filial. Através das máquinas ativas e do calendário industrial que totaliza as horas trabalhadas por máquina no período do plano, calculam-se as horas disponíveis. O cálculo das horas necessárias é feito considerando o volume a ser produzido por artigo (MPS), a velocidade do tear em RPM (rotações por minuto) e a eficiência média do tear. A análise é realizada confrontando as horas disponíveis para produção juntamente com as necessárias.

Outra forma de análise e simulação de alocação de teares muito utilizada é a análise por número de teares. Nesta, é simulada a quantidade de teares que produzirá determinado artigo dentro do período do plano; porém esta abordagem é muito grosseira, porque considera que um tear produzirá um único artigo dentro do período. Esta forma de análise é recomendada somente para empresas que produzem poucos artigos em grandes

quantidades. Para empresas que trabalham com artigos intimamente ligados à moda, este estudo mostra resultados insatisfatórios.

Análise de Capacidade para Preparação à Tecelagem: A análise de capacidade do plano mestre de preparação à tecelagem segue a lógica do plano mestre de tecelagem descrito anteriormente. Apesar disto, para a preparação à tecelagem, o recurso crítico devem ser as engomadeiras/reunideiras.

Para ser mais precisa, a análise de capacidade deve ser efetuada por plano e por filial. A primeira considera todos artigos do plano e todas as máquinas críticas do setor que estão ativas. A segunda deve ser executada quando existir mais de uma unidade produtiva de tecelagem. Neste caso, precisam ser identificados os artigos que são produzidos e as máquinas ativas para produção por filial.

Com as máquinas ativas e o calendário industrial, devem ser calculadas as horas disponíveis por máquina no período do plano. Somando as horas disponíveis de cada máquina, obtém-se o total de horas disponíveis para produção do plano. O cálculo das horas necessárias é realizado considerando o volume a ser produzido por artigo (MPS), a velocidade da engomadeira (em metros por minuto) e a eficiência média da máquina. A análise deve ser efetuada confrontando as horas disponíveis para produção com as horas necessárias.

Outro estudo que se faz necessário para este setor é a análise pela rolada padrão e pela rolada mínima, que deve confrontar a quantidade por artigo do plano do MPS com a quantidade da rolada padrão e mínima. A quantidade do MPS deve ser ajustada para ficar múltipla da rolada padrão, podendo ainda ser considerada a quantidade da rolada mínima.

Análise de Capacidade Plano de Malharia e Fiação: A análise de capacidade de malharia e fiação pode ser realizada utilizando a mesma lógica da tecelagem, ou seja, pela análise de capacidade do recurso crítico, levando em consideração o tempo disponível no período do plano *versus* tempo necessário para produção. Outra forma é através da simulação da programação das OPM's, dentro do conceito de análise de capacidade finita, alocando as ordens nas máquinas aptas a produzir os artigos pelos critérios citados anteriormente e projetadas num gráfico de *gantt*, mostrando a alocação dos recursos críticos que, neste caso, são os teares para malharia e os filatórios no caso da fiação.

Análise de Capacidade por Capacidade Finita: Conforme citado anteriormente, a análise de capacidade para este tipo de processo é realizada através da simulação/alocação de carga/máquina. Com a distribuição da necessidade de produção nos equipamentos do setor, conforme as características e a disponibilidade de equipamentos, é gerada a programação das ordens, otimizando a capacidade das máquinas pelo agrupamento de pedidos e produtos. São consideradas as características técnicas de cada equipamento (tamanho, capacidade, velocidades, entre outros) e as características dos artigos formalizados na ficha técnica. Além destas características, são identificadas as restrições principais e cada restrição recebe uma ponderação. A máquina que receber a maior pontuação será a máquina eleita para simulação. Entre as restrições, estão:

- eficiência de ocupação da capacidade da máquina (tinturaria);
- quebra de lote;
- data de entrega do pedido;
- tonalidade (tinturaria);
- disponibilidade da máquina.

Além disso, devem ser considerados:

- massa de pedidos a ser programada (filtros por data, cliente, cor, etc.);
- escolha das máquinas;
- data limite para programação (data final do plano mestre);
- disponibilidade de matéria-prima;
- disponibilidade de insumos.

Neste processo de simulação, é essencial a utilização de um *software* especialista para realizar este processo e que leve em consideração estes parâmetros e pressupostos. Existe, atualmente, um *software* no mercado brasileiro que utiliza estes princípios: o SGT comercializado pela empresa Operacional Têxtil Consultoria e Sistemas de Gestão.

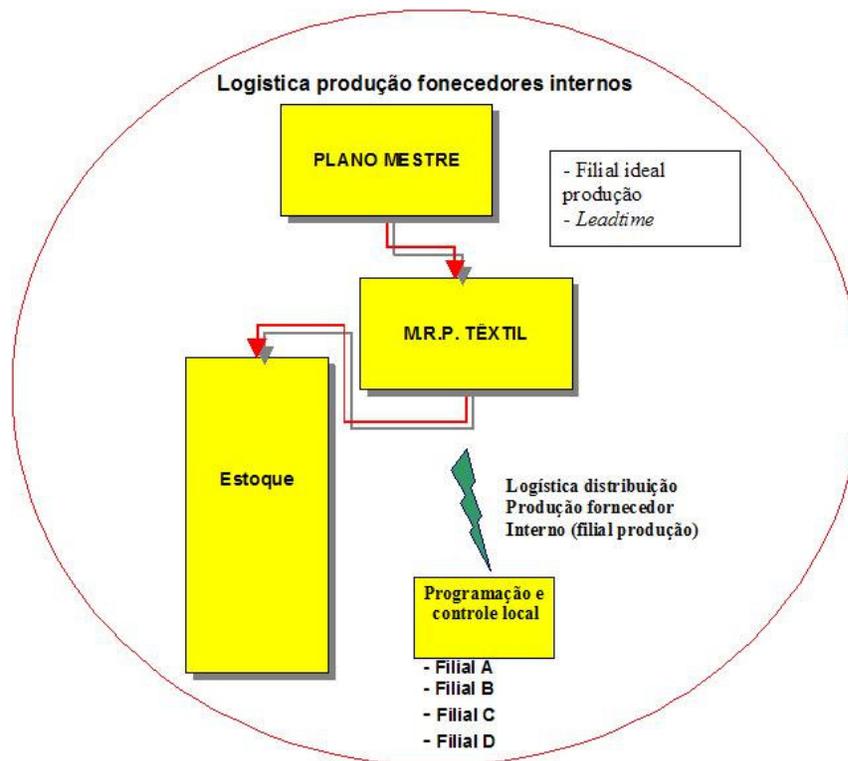
Seguindo o conceito da TOC abordado no Capítulo 2, deve ser realizada a subordinação da produção de toda cadeia pela capacidade produtiva do setor “gargalo” onde não seja possível o aumento da capacidade ou onde seja inviável este aumento. Desta maneira, a produção entre os setores produtivos será cadenciada, sem acúmulo dos estoques de artigos em processo por toda cadeia produtiva.

O setor “gargalo” pode ser identificado com a análise de capacidade de médio prazo do FAS e dos planos mestres setoriais.

Análise e Definição da Logística de Produção

É uma função indispensável para o planejamento da produção da cadeia para empresas que possuam mais de uma unidade produtiva por setor, ou seja, mais de uma filial de tecelagem, malharia ou fiação. Para tal, deve ser identificada qual a filial mais apropriada para produzir o artigo e o *lead time* do mesmo, conforme o ilustrado na Figura 4.11. Através destas definições, devem ser distribuídas as necessidades para a produção em cada unidade produtiva pertinente, conforme quantidade planejada por artigo do plano.

Figura 4.11 – Logística de Produção



Pré-atendimento Industrial

O processo de pré-atendimento inicia-se com a criação de um novo plano mestre, na adição dos pedidos em carteira no plano.

O comercial deve orientar a definição de quais artigos serão planejados para produção em determinada etapa do plano. Na alteração da situação do plano, de *planejado* para *em produção*, devem ser revistos os pedidos que serão planejados no período. Mesmo que a quantidade de pedidos em carteira seja pequena no momento da liberação do plano para a produção, à medida que entrarem novos pedidos, estes devem ser relacionados ao plano para visualização das prioridades.

Uma forma de priorização dos pedidos relacionados ao plano é pela determinação de uma seqüência prévia de atendimento dos artigos acabados relacionados no plano (FAS) e da seqüência de atendimento dos pedidos por artigo.. Esta seqüência poderá ser determinada por fila, relacionamento (clientes prioritários), região ou representante. A seqüência de atendimento orientará a produção sobre quais pedidos estão sendo produzidos em determinados lotes, que, em geral, devem receber cuidados especiais. Um exemplo são os pedidos de exportação. Esta seqüência orientará a programação da ordem de beneficiamento (OB) via FAS.

Programação Automática do Beneficiamento Via Seqüência de Pré-atendimento: O objetivo deste trabalho não é descrever a forma de programação, o seqüenciamento nas máquinas disponíveis no fluxo produtivo do beneficiamento, mas sim, relatar a lógica de integração entre o planejamento e a programação do beneficiamento, quanto à prioridade (o que é mais necessário por artigo e pedido pelo comercial).

No término da ordem de produção do tecido cru e entrada no estoque de peça crua, devem ser identificados os artigos acabados que poderão ser produzidos com a peça crua e identificados os artigos acabados planejados com pedidos em carteira com maior prioridade para a programação.

Outra função muito importante do pré-atendimento industrial é o monitoramento da execução do FAS (carteira de pedidos) e de todos os planos setoriais, com análises cruzadas do MPS de cada setor *versus* quantidade realizada em produção e programada.

Deste modo, pode-se ter um painel para visualização no momento da execução da cadeia e verificar possíveis atrasos para tomada de decisão, com objetivo de detectar desvios

do que foi planejado, orientando ações corretivas para melhor sincronização da produção entre os setores produtivos.

Dinâmica do Planejamento Mestre da Produção

A dinâmica do planejamento mestre da produção contempla a realização de três passos fundamentais para desenvolver o MPS:

- desenvolver um MPS preliminar;
- confrontar o MPS preliminar com a capacidade disponível;
- ajustar as diferenças entre o MPS inicial e a capacidade produtiva.

Conforme o descrito anteriormente, estes três passos são universais e devem orientar a dinâmica do planejamento mestre da produção para a cadeia produtiva têxtil.

Desenvolver um MPS Preliminar: O MPS preliminar deve ser criado através da desagregação do período do POV que abrange o período de planejamento mestre. Nesta desagregação, são geradas as quantidades previstas por artigo que serão computadas como previsão de demanda independente, geradas para o plano mestre setorial mais próximo do FAS. Os pedidos em carteira para o período devem ser adicionados no FAS. Neste caso, serão contabilizados como pedidos em carteira no FAS e como pedidos em carteira dependente para o plano mestre setorial mais próximo, no caso, tecelagem ou malharia.

Confrontar o MPS Preliminar com a Capacidade Disponível: Este passo deve ser cumprido seguindo o modelo proposto para realizar a análise de capacidade setorial de médio prazo para todos os setores do plano mestre. O objetivo deste passo é garantir que o plano seja viável em termos de capacidade produtiva.

Ajustar as Diferenças entre o MPS Inicial e a Capacidade Produtiva: Para o caso da capacidade inferior à necessidade do plano, deve ser ajustado o MPS inicial à capacidade produtiva. A primeira ação deve ser no sentido de aumentar a capacidade dos recursos identificados como “gargalos”. Caso não seja possível esta ampliação, o MPS deve ser replanejado, identificando os itens mais prioritários a serem produzidos. Em geral, esta escolha fica com peso maior para os itens que já possuam pedidos em carteira.

Outra que se faz necessária é a análise de rentabilidade média por artigo. Através desta, será possível identificar quais os artigos geram maior retorno à empresa.

4.3 Considerações Finais

Neste capítulo, foi proposto o modelo de planejamento de recursos de manufatura para a indústria têxtil, abrangendo os elos da cadeia produtiva têxtil padrão. Este modelo compreende o planejamento de longo, médio e curto prazo e poderá ser aplicado na implantação do planejamento de recursos de manufatura para cadeia produtiva têxtil, conforme a configuração dos elos utilizados nesta pesquisa.

5 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Este capítulo tratará da aplicação prática da metodologia de planejamento de recursos de manufatura para indústria têxtil proposta nesta dissertação. Esta metodologia foi aplicada em uma única empresa e de forma restrita ao planejamento de médio prazo, ou seja, às funções do FAS e do plano mestre de produção. A seguir, será descrita a empresa onde a metodologia foi aplicada, a situação anterior à aplicação e a metodologia proposta aderida à situação da empresa. Por fim, serão relatados os resultados obtidos com o experimento.

5.1 A Empresa onde foi Aplicada a Metodologia de Planejamento Proposta

Neste trabalho, a empresa estudada será identificada como empresa XPTO, como forma de manter em sigilo a identificação da empresa pesquisada.

Devido ao fato da concorrência ser bastante acirrada, a empresa investe continuamente no desenvolvimento de novos tecidos, como forma de continuar atendendo às expectativas do mercado, no caso, o de tecido diferenciado. Os clientes são confecções espalhadas pelo Brasil, Mercosul, América Latina, América do Norte e Europa. Exporta em torno de 20% do que produz, o restante é comercializado no mercado interno.

5.1.1 Apresentação da Empresa

A empresa XPTO é uma empresa que produz tecidos planos acabados. Conta atualmente com mais de 1000 funcionários distribuídos em três unidades fabris. Produz em torno de 50 milhões de metros lineares de tecido por ano.

Histórico da Empresa

A empresa foi fundada em meados do século passado. Iniciou suas atividades produzindo tecido para forros, como alpaca, em um sistema de trabalho conhecido como “facção”, ou seja, a empresa recebia matéria-prima de outra indústria, transformava-a em

tecidos, recebendo pelos serviços prestados de mão-de-obra, geralmente calculados em metros.

A empresa cresceu com o decorrer dos anos, passando a produzir artigos destinados à confecção de roupas como Tergal Verão e Gabardine.

Em meados de 1980, a empresa pesquisada deu um importante passo para a sua consolidação e crescimento ao direcionar sua linha de fabricação para a produção de artigos diferenciados, artigos estes conhecido e comercializado em larga escala no mundo todo.

Posteriormente, a empresa efetuou novos investimentos, tanto na modernização de seu parque fabril, como na construção de prédios para abrigar novas unidades com características próprias, já que foram necessários investimentos paralelos para que se aumentasse a produtividade e qualidade e, em consequência, obter um retorno mais rápido dos investimentos.

A empresa XPTO é considerada atualmente uma das maiores empresas produtoras de tecidos diferenciados do país, tendo sua produção comercializada em todo o território nacional e parte dela sendo exportada para alguns países da América Latina, América do Norte e Europa.

5.1.2 Descrição do Processo

A empresa pesquisada produz do fio ao tecido acabado, ou seja, possui a cadeia produtiva verticalizada, possuindo duas unidades de fiação Open End, duas fiações Ring, três unidades de tecelagem e uma unidade de beneficiamento.

5.1.3 Situação Anterior à Aplicação da Metodologia Proposta

É descrito como era realizado o processo de planejamento de recursos de manufatura na empresa antes da aplicação da metodologia proposta. Esta descrição é dividida em planejamento de médio e curto prazo.

Planejamento de Longo Prazo antes da Metodologia Proposta

O planejamento de longo prazo era realizado baseado no *feeling* (tendências de vendas) para determinar a compra de fibras (naturais e sintéticas) que eram utilizadas como

matéria-prima nas fiações. Não era determinado um plano de vendas com cotas por região, não existia a formalização das famílias de artigos que são produzidas num horizonte e confrontados com a capacidade disponível.

Planejamento de Médio e Curto Prazo antes da Metodologia Proposta

O planejamento de médio prazo também era realizado baseado no *feeling* para títulos básicos produzidos para estoque e pela necessidade gerada pela programação dos pedidos em carteira (geralmente artigos de moda), era concentrado para o setor produtivo de tecelagem que contempla os teares, as urdideiras e engomadeiras.

Quinzenalmente ,era realizado um inventário do que estava em produção nas máquinas e quais pedidos estavam em aberto. Com base nestas informações, eram determinados os artigos críticos para atendimento e determinados os artigos que iriam ser produzidos na próxima quinzena.

As tecelagens eram programadas pela análise dos pedidos totais em carteira para cada artigo, não sendo levado em consideração os montantes em processo. Eram consideradas apenas as quantidades acabadas no estoque e o comercial não percebia o que realmente estava em produção nos teares. Somente em reuniões quinzenais eram repassadas as informações do que estava sendo realmente produzido e para quais pedidos. Não existia o setor de planejamento da produção. Cada unidade tinha fichas técnicas com informações diferentes, cadastro de artigos crus, fichas técnicas de urdumes e fios, ou seja, a engenharia de produto e processo não era padronizada. A análise de capacidade das unidades produtivas e da empresa como um todo era realizada praticamente no *feeling*, considerando somente o número total de teares e a quantidade de teares a serem alocados para cada artigo. A análise de capacidade era restrita à quantidade de teares por artigos que, conforme abordado no Capítulo 4, é uma análise que não reflete o que realmente vai acontecer, para no caso da empresa XPTO que trabalha com grande variedade de artigos nas tecelagens (artigos de moda).

Planejamento de Curto Prazo: O planejamento de curto prazo era realizado pela programação do beneficiamento, feito em função dos pedidos em carteira, porém analisando a disponibilidade do tecido no estoque de tecido cru. O beneficiamento era programado seguindo as necessidades de tecidos acabados determinadas pelo comercial através da emissão de ordens de programação, ou, se o produto não era tingido, era acabado pela ordem de

chegada do rolo no acabamento. Esta ordem de programação era a seqüência de atendimento delimitada pela área comercial e continha as seguintes informações: artigo, ordem, discriminação, onde constava a quantidade por cor e a observação (que indica o tecido base). O comercial não sabia em tempo real quais pedidos estavam sendo atendidos pela produção.

5.2 Aplicação do Modelo Proposto à Empresa Pesquisada

A aplicação do modelo de planejamento de recursos de manufatura será restrito ao planejamento de médio e curto prazo, devido ao tempo reduzido para aplicação do modelo, complexidade do processo e disponibilidade dos envolvidos por parte da empresa XPTO. Foi definido o planejamento de médio e curto prazo, por ser o nível em que foi identificado o maior número de problemas da empresa referentes ao tema da pesquisa.

5.2.1 O modelo aplicado Proposto Aplicado à Empresa Pesquisada

Apesar da aplicação prática ficar limitada ao planejamento de médio prazo, o modelo proposto abrange o planejamento de longo, médio e curto prazo para a empresa XPTO, conforme o ilustrado na Figura 5.1.

A seguir, serão apresentadas as definições das estratégias corporativas, das unidades de negócio e da produção para a empresa XPTO.

Estratégias da Empresa XPTO

A) Definição da Estratégia Corporativa:

Para a definição desta estratégia, duas questões devem ser respondidas:

- Em quais negócios a corporação atua ou pretende atuar?
Produção e comercialização de tecidos acabados, acompanhando e lançando as tendências de moda para o vestuário.
- Como deve ser administrado o conjunto de negócios?
A empresa é composta por unidades de produção de fios, de produção de tecidos, e de acabamento de tecidos. Estes setores atendem como fornecedores internos à unidade de comercialização de tecidos, conforme necessidade global da empresa para comercialização.

B) Definição da Estratégia da Unidade de Negócio:

A estratégia de negócio da empresa XPTO é a diferenciação e foco. Através da vantagem competitiva do melhor desempenho em serviços e qualidade, a empresa consegue praticar melhores preços, os quais o mercado está disposto a pagar; em parte, também, pela diversificação dos artigos que acompanham as tendências da moda. O foco no segmento de artigos diferenciados contribui para fortalecer a vantagem competitiva de ser um dos melhores fornecedores deste artigo diferenciados do mundo.

C) Definição da Estratégia Produtiva:

Determinando a estratégia produtiva para empresa XPTO, conforme modelo, foram identificadas as prioridades competitivas conforme abaixo:

- qualidade;
- desempenho nas entregas;
- flexibilidade.

Qualidade: Criação do setor de gestão da qualidade, controle da qualidade no recebimento das matérias-primas, realizar o planejamento da mistura dos lotes de algodão, manutenção preventiva e preditiva principalmente nas fiações, treinamento da mão-de-obra.

Desempenho nas entregas: Ações devem ser focadas na entrega no tempo correto com promessas mais realistas, melhor controle de produção/compra e utilização de sistema de informações.

Flexibilidade: Uso de CAD/CAM, aumento da capacidade de produção principalmente dos recursos “gargalos” e aplicação da produção enxuta JIT para sincronizar a produção entre os setores.

Para a empresa XPTO, as ações nas áreas de decisão mais importantes envolvidas com o sistema produtivo devem ser:

Tecnologia: Adoção de sistemas de gestão da produção integrada especialista para indústria têxtil, automação de processos repetitivos e atualização.

Integração vertical: O que produzir, o que comprar, política a adotar com os fornecedores.

Organização: Implantação de um setor de planejamento central, enxergando as necessidades globais da empresa, interagindo com as unidades produtivas.

RH: Aprimoramento das políticas de recrutamento, seleção, treinamento, avaliação, motivação e remuneração.

Planejamento e Controle da Produção: Utilização do modelo proposto de planejamento de recursos de manufatura para a indústria têxtil, políticas de compras, de estoque, nível de informatização, ritmo de produção, formas de controle.

Novos produtos: Frequência de lançamentos, gerenciamento do desenvolvimento de novos artigos, relação produtos/processos.

Qualidade: Diminuir o reprocesso no beneficiamento, aumentar o índice de artigos de primeira qualidade, diminuir os desperdícios de matérias-primas, insumos e utilidades (vapor, água, ar comprimido, entre outros)

Neste sentido, o modelo de planejamento da produção proposto será aplicado à empresa XPTO, seguindo a estratégia produtiva, representada pelas prioridades competitivas e pelas ações nas áreas de decisão mais importantes envolvidas com o sistema produtivo.

Aplicação do Planejamento de Recursos de Manufatura de Médio e Curto Prazo para a Indústria Têxtil à Empresa XPTO

Conforme o modelo de planejamento de recursos de manufatura de médio e curto prazo proposto, serão realizadas as seguintes etapas para aplicação do modelo à empresa XPTO :

- 1) definição da política do plano mestre;
- 2) definição do FAS (*Final Assembly Schedule*);
- 3) definição dos planos mestres setoriais conforme a configuração da cadeia produtiva;
- 4) análise e definição da abrangência do MRP têxtil;
- 5) análise de capacidade para cada setor representado no plano mestre;
- 6) definição da logística de produção interna;
- 7) pré-atendimento industrial;
- 8) dinâmica do planejamento mestre da produção.

1ª Etapa - Definição da Política do Plano Mestre

Para o planejamento de médio e curto prazo para empresa XPTO tem-se:

Objetivo: Realizar o planejamento de médio prazo da cadeia produtiva da empresa, seguindo a estratégia produtiva, otimizando a qualidade, produtividade e o atendimento aos clientes.

Processo: O processo deve ser realizado pela equipe de planejamento em conjunto com o responsável pela área funcional comercial e o responsável pela área industrial

Cronograma: O planejamento mestre será efetuado em períodos quinzenais, com data de início de 25 ao dia 09 do próximo mês. Deverá ser feito o planejamento de médio prazo para o horizonte mínimo de dois meses para frente.

Participantes: Compostos por representantes da área comercial, da área produtiva e do setor de planejamento da produção;

Períodos de planejamento: O período de planejamento de recursos de médio adotado para empresa é quinzenal.

Definição do Estoque Mínimo e Lote Econômico por Artigo: Definição do estoque mínimo e do lote econômico dos artigos que serão planejados nos planos mestres setoriais.

Definição de Responsabilidades: Será atribuição do setor de planejamento da produção o levantamento de dados necessários para realizar o planejamento de médio prazo. O setor comercial terá como responsabilidade passar para o setor de planejamento os pedidos em carteira, juntamente com a identificação da prioridade dos mesmos (como padrão pode ser utilizada a data de implantação do pedido).

Formalizada a política do planejamento de médio e curto prazo, tem-se a próxima etapa definida para o modelo.

2ª Etapa - Definição do FAS

O FAS, para empresa XPTO, conforme o macro-fluxo apresentado na Figura 5.1, foi definido para o setor de beneficiamento.

A empresa XPTO executa o processo de beneficiamento do tipo contínuo e, em função desta característica, foi aplicado conforme o modelo de planejamento proposto: o FAS para processo de beneficiamento com tingimento contínuo. Neste setor produtivo na empresa estudada, os artigos possuem a identificação do tipo de acabamento final e a cor. É também o último elo da cadeia produtiva. A empresa comercializa estes artigos acabados. Desta maneira, são relacionados no FAS como pedidos em carteira, que possibilitam a determinação

e especificação dos artigos a serem produzidos neste setor no período de abrangência do FAS. Para a empresa XPTO, o FAS abrange os seguintes itens:

- os pedidos comerciais são relacionados ao plano de programação;
- como estoque disponível, são consideradas somente as peças de primeira qualidade e lotes com mesma nuance;
- a necessidade de tecido para produção é determinada considerando o encolhimento do urdume no processo de beneficiamento e a quebra da produção com peças de segunda qualidade (geralmente peças manchadas no processo de engomagem e tingimento com índigo) expressa pelo índice de primeira qualidade calculado pela média mensal realizada;
- o FAS prioriza a programação através da seqüência de atendimento determinada por artigo do FAS (identificando entre todos artigos do FAS quais os mais prioritários para produção) e da seqüência de atendimento do pedido comercial relacionado com o FAS;
- planeja a necessidade líquida de insumos (corantes, pigmentos) e produtos auxiliares (produtos químicos utilizados no processo de beneficiamento) para compra;
- Análise de capacidade pela fase crítica.

A empresa pesquisada apresentou dificuldades no balanceamento da produção, nas fases que compõem o fluxo produtivo deste setor, mas como a aplicação do modelo não abrange a solução para este problema, não foi aprofundado o estudo prático.

3ª Etapa - Definição dos Planos Mestres Setoriais Conforme a Configuração da Cadeia Produtiva

Conforme o ilustrado na Figura 5.1, a cadeia produtiva da empresa XPTO é composta pelos seguintes elos também identificados como setores produtivos:

- beneficiamento com tingimento contínuo (planejado com o FAS);
- tecelagem plana;
- preparação à tecelagem;

- fiação.

Cada um destes elos ou setores será representado com um plano mestre setorial, à exceção do beneficiamento que já está representado no planejamento de médio prazo com o FAS.

Foi aplicada a sincronização das necessidades entre os setores pelas quantidades de pedidos em carteira e previsão de demanda (conforme modelo). Para os setores abaixo do FAS (tecelagem, preparação à tecelagem e fiação), a sincronização se dará pelas quantidades dos pedidos em carteira dependente (quantidade em carteira do FAS – estoque inicial) e as quantidades de previsão de demanda dependente (quantidade prevista de artigos acabados no FAS – estoque inicial).

A técnica de programação mestre foi aplicada de acordo com o modelo, com a quantidade prevista, definindo o que será produzido (quantidade de previsão de demanda gerada pela desagregação do POV, para o setor de tecelagem). Com a confirmação da entrada dos pedidos comerciais no FAS, o MPS é recalculado para o maior valor entre a carteira e a demanda, adicionando o estoque de segurança e descontando o estoque disponível (somente peças de primeira qualidade).

Para a empresa XPTO, as datas de início dos planos por setor seguem o modelo proposto com a identificação do *lead time* padrão para os setores envolvidos, conforme ilustrado na Tabela 5.2.

Tabela 5.1 – Planos Mestres Setoriais com Data Início e Fim Conforme *Lead Time* do Setor

Plano Mestre / Períodos	Beneficiamento <i>Lead time</i> = 3	Tecelagem <i>Lead time</i> = 4	Prep. à tecelagem <i>Lead time</i> = 1	Fiação <i>Lead time</i> = 2
Data início	10/mês/ano	06/mês/ano	05/mês/ano	03/mês/ano
Data final	24/mês/ano	20/mês/ano	19/mês/ano	16/mês/ano

Na empresa XPTO são comercializados somente os artigos acabados, planejados pelo FAS, o qual está relacionado diretamente com a área comercial através dos pedidos comerciais. Na seqüência será abordada as características específicas de cada setor produtivo, iniciando com o setor de tecelagem.

Plano Mestre de Tecelagem para Empresa XPTO

O MPS, conforme o modelo, é o maior valor entre a quantidade em carteira e a previsão de demanda. A determinação da previsão de demanda pode ser gerada para o plano de tecelagem pelo POV, conforme a ocorrência histórica da venda e do fator de *mix* dos artigos que compõe a família, descrito no Capítulo 4, definição do POV. O estoque inicial, no plano mestre de tecelagem, é determinado pelos rolos de tecido cru disponíveis no estoque (na indústria têxtil chama-se de tecido disponível na sala de pano cru), os tecidos que estão em produção nos teares (tecido em processo); no caso, as quantidades que já foram transformadas em tecido pelo tear e os rolos de tecido cru que estão em trânsito da filial para a matriz, onde se localiza o setor de beneficiamento, último setor produtivo da empresa.

Plano Mestre de Preparação à Tecelagem para Empresa XPTO

O artigo produzido neste setor é o urdume engomado tinto que, na empresa XPTO, além da reunião e engomagem dos fios, passa pelo processo de mercerização e tingimento, o que, na prática, requer muita atenção dos envolvidos por se tratar de um processo delicado e complexo. Desta o plano de preparação é muito importante, por ser o setor “gargalo” entre todos os setores produtivos da empresa.

O valor do MPS é estabelecido conforme o modelo de planejamento aplicado, determinado através dos pedidos em carteira, no caso, pedidos dependentes (pedidos comerciais de artigos acabados relacionados no FAS) e da previsão de demanda, que para este setor pode ser dependente (previsão de tecidos crus) e independente (no caso para produzir o urdume para estoque). Com o MPS calculado pelo plano, é simulada a produção desta quantidade, obedecendo à quantidade por partida identificada como rolada. Esta rolada possui uma quantidade (quantidade que gera metragem de tecido manchado dentro de níveis aceitáveis) e uma quantidade mínima (quantidade que gera metragem de tecido manchado dentro de níveis mínimos aceitáveis para máquina). Neste caso, deve ser ajustada a quantidade a produzir (determinada pelo MPS) de acordo com a rolada padrão e mínima, ou seja, determinado o valor para o MPS que seja múltiplo da rolada padrão ou que seja complementável com a rolada mínima.

O estoque inicial para este setor leva em consideração: os urdumes disponíveis no estoque, os urdumes empenhados por ordens de produção da tecelagem e os rolos de urdume que estão em produção na tecelagem (conforme Capítulo 3, os rolos de urdume ficam na

frente do tear e à medida que passam pelo processo de tecer, se transformam em tecido) que ainda não foram transformados em tecido.

Plano Mestre de Fiação

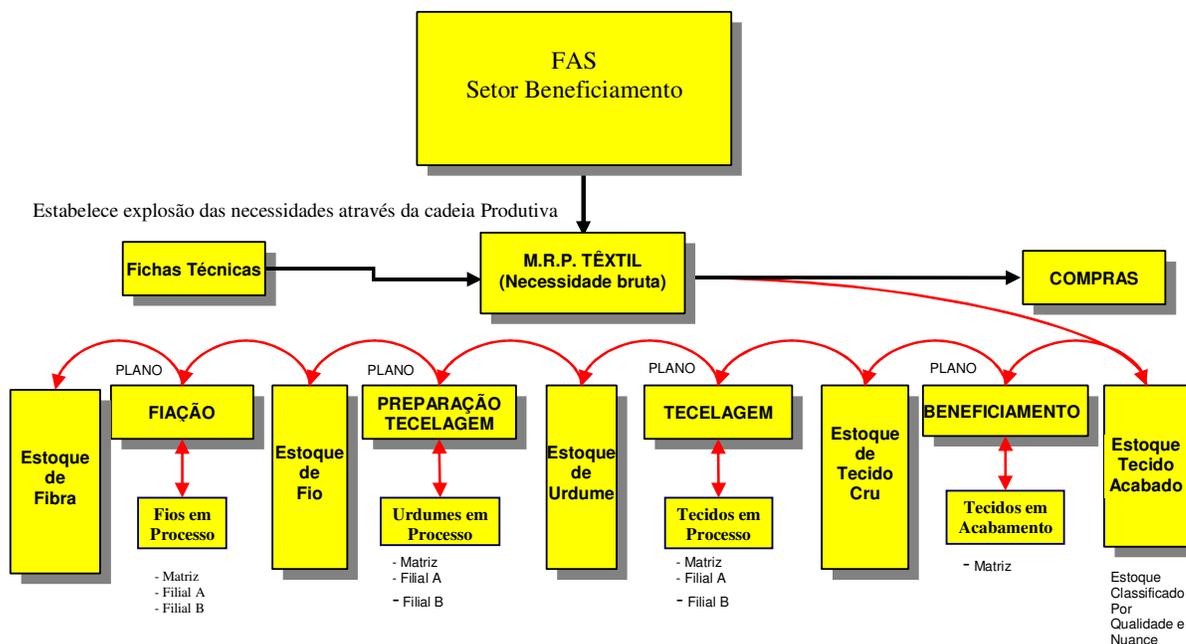
Os artigos produzidos neste setor da empresa pesquisada são os fios que, conforme o Capítulo 3, são classificados em fios *ring* (fios mais finos e fortes) e os fios *open end* (fios mais grossos e fracos). Portanto, os fios *open end* são utilizados no urdume e, conseqüentemente, gerados para o plano de fiação a partir do plano de preparação à tecelagem. Os fios *ring* são utilizados na trama do tecido conforme o descrito no Capítulo 3, sendo gerados pelo plano de tecelagem cru.

A produção de fios para empresa XPTO é destinada 100% como própria demanda da empresa. Uma parte da necessidade de fios da empresa é comprada de alguns fornecedores devido à necessidade ser maior que a capacidade instalada das fiações e à necessidade de alguns fios sintéticos de características diferenciadas. No caso, o MPS calculado pelo plano é totalmente voltado ao abastecimento interno da empresa, pelo que a necessidade gerada pelos planos de tecelagem e preparação a tecelagem são produzidos internamente e comprados. Foi identificado cada fio, se o mesmo é comprado ou produzido. Para os fios comprados, são geradas necessidades de compra e, para os produzidos, são “explodidas” as necessidades pelo MRP têxtil, que será abordado a seguir.

4ª Etapa - Análise e Definição da Abrangência do MRP têxtil

Para a empresa XPTO, o MRP têxtil abrange a “explosão” das necessidades entre os setores de beneficiamento, tecelagem, preparação à tecelagem e fiação, ilustrado na Figura 5.3. O MRP parte do FAS de beneficiamento até a fiação pelos dados das fichas técnicas relacionadas.

Figura 5.2 – “Explosão” das Necessidades entre os Planos Mestres Setoriais para Empresa XPTO



Para o cálculo das necessidades brutas da empresa XPTO, foram consideradas as perdas para determinar a necessidade real para produção:

- do FAS para a produção no beneficiamento, percentual de primeira qualidade mais percentual de encolhimento do urdume no beneficiamento;
- no plano de tecelagem, a contração do urdume no tear mais o percentual de resíduo do urdume;
- no plano de preparação não foi considerada nenhuma perda no processo;
- para fiação, para os fios de trama foi considerado o percentual de resíduo da trama.

Estas informações são registradas na ficha técnica, provenientes da apuração no desenvolvimento do artigo. Para o setor de fiação, existem alguns fios especiais que são comprados e outros são produzidos internamente. Em cada fio, foi verificado se este é comprado ou fabricado. Para os fios fabricados internamente, são geradas as necessidades para produção; para os fios comprados, são geradas necessidades de compra.

5ª Etapa - Análise de Capacidade para Cada Setor Representado no Plano Mestre

A análise de capacidade de médio prazo para a empresa XPTO foi aplicada para cada setor produtivo da mesma, conforme os setores abaixo:

Beneficiamento: Foi aplicada a análise feita pela determinação da fase crítica do fluxo produtivo do setor. No processo de beneficiamento da empresa XPTO, existem alguns fluxos e, para cada um, é calculada a fase crítica. Por esta fase, é realizada a análise das horas disponíveis *versus* horas necessárias.

Tecelagem: Na tecelagem, foi aplicado o modelo que determina a realização da análise pelo recurso crítico. Foi adotada a análise pelo volume total do plano e por filial de produção com as horas necessárias *versus* horas disponíveis, analisando somente os artigos produzidos na unidade matriz e, da mesma forma, para as filiais 1 e 2. Quanto ao plano em curso, foi considerada somente a quantidade a produzir (valor do MPS – quantidade produzida) e o tempo disponível atual (o tempo que resta da vigência do período do plano). Mesmo partindo do princípio do *time fence* abordado no Capítulo 2, na prática, ficou quase inviável não alterar o plano mestre dentro do período em curso.

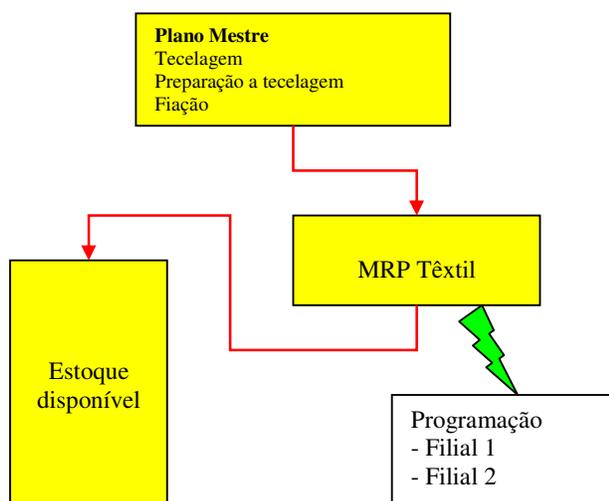
Preparação à Tecelagem: Aplicada a metodologia proposta, a tecelagem apresentou as mesmas características descritas anteriormente com o diferencial da análise de capacidade por máquina (engomadeira), ou seja, identificando os artigos que serão produzidos nesta máquina. Esta análise mostrou-se pertinente quando o plano está em curso, identificando qual máquina está sobrecarregada e qual está mais disponível para o balanceamento da produção e o conseqüente aumento da produtividade. O ajuste dos valores a produzir através do lote econômico de produção no plano mestre deste setor apresentou bons resultados, diminuindo o índice de produção de urdumes de segunda qualidade e aumentou a eficiência deste setor produtivo que é o “gargalo” da empresa.

Fiação: Para a fiação, também foi utilizado o conceito formalizado no modelo de planejamento de análise pelo recurso crítico. Os recursos críticos determinados para a análise foram os filatórios.

6ª Etapa - Definição da Logística de Produção Interna

A logística de produção interna foi essencial para distribuir as necessidades planejadas no plano mestre, através do MPS, para as filiais produtivas da empresa. Foi utilizada a logística de produção para os planos mestres de tecelagem, preparação à tecelagem e fiação, conforme Figura 5.4. Esta distribuição foi realizada pela identificação da filial mais adequada à produção de cada artigo. Além dessa distribuição, teve que ser permitida a distribuição de qualquer artigo para outra filial de produção a fim de aproveitar a capacidade disponível em outra filial.

Figura 5.3 – Logística de Produção da Empresa XPTO



7ª Etapa - Pré-atendimento Industrial

A utilização do pré-atendimento industrial na empresa XPTO foi feita com o planejamento dos pedidos em carteira no FAS, que são ordenados na seqüência de atendimento do artigo (identificado para o item do plano) e na seqüência de atendimento do pedido por artigo do plano. Estas seqüências orientam a programação dos artigos e pedidos mais prioritários para o comercial através da programação automática do beneficiamento descrita a seguir.

Programação Automática do Beneficiamento via Seqüência de Pré-atendimento: Quando um rolo de tecido é produzido na tecelagem e entra no estoque de peças cruas, é verificado quais os artigos que podem ser produzidos e que estão relacionados no FAS. A prioridade é estabelecida com a identificação da seqüência de atendimento do artigo (qual o artigo acabado que tem maior prioridade para programação) e quais os pedidos mais prioritários.

8ª Etapa - Dinâmica do Planejamento Mestre da Produção

1º passo) MPS Preliminar: Foi desenvolvido o planejamento de médio prazo, período a período, através da determinação do MPS preliminar para o plano de tecelagem. Pela quantidade da previsão de demanda independente, foi calculado o MPS. Neste caso, não foi gerado pelo POV, que tem como uma das funções fazer a previsão de demanda por métodos estatísticos.

2º passo) Confrontar o MPS Preliminar com a Capacidade Disponível: Através do MPS preliminar de todos os artigos do plano mestre de tecelagem do período, foi analisada a capacidade pelo recurso crítico, conforme modelo para tecelagem. Para realizar a análise de capacidade para os outros setores, primeiro foi efetuada a “explosão” para gerar a necessidade para os outros setores, a partir da realização da análise de capacidade para cada um dos setores envolvidos (preparação à tecelagem e fiação) para que se possa garantir a viabilidade do plano em termos de capacidade.

3º passo) Ajuste das Diferenças entre o MPS Inicial e a Capacidade Produtiva: Para empresa pesquisada, a análise para os ajustes das diferenças ficou a cargo do estudo do setor “gargalo” que, neste caso, é o da preparação à tecelagem, mais especificamente para as máquinas de engomagem/reunião/tingimento dos fios. Como a possibilidade do aumento de capacidade neste setor representa um investimento muito grande, restou a opção de restringir o volume total planejado em todos os planos setoriais à capacidade disponível deste setor.

Neste capítulo, foi relatada a aplicação do modelo de planejamento de recursos de manufatura proposto à empresa XPTO como forma de validação e aperfeiçoamento, pois na prática, apareceram exceções que precisaram ser contornadas.

A seguir, serão abordados os resultados obtidos com a aplicação prática do modelo a empresa XPTO.

5.3 Os Resultados Obtidos

Foi aplicado o modelo de planejamento proposto à empresa XPTO para a definição das estratégias e ao planejamento de médio e curto prazo. Desta forma, os resultados ficam restritos a essa abrangência. Com a definição e formalização da estratégia corporativa, da estratégia da unidade de negócio e da estratégia produtiva, melhorou a coerência do planejamento de recursos de manufatura, em relação aos níveis de estratégias citadas.

A identificação e formalização das prioridades competitivas de qualidade, desempenho nas entregas e flexibilidade permitiu que a empresa tomasse decisões para estruturar e fortalecer estas prioridades. Em consequência destas decisões, nas áreas de decisão envolvidas com a produção foram realizadas as seguintes ações:

- Adoção de sistema de gestão da produção informatizado e integrado especialista para área têxtil;
- Melhora da Integração vertical, através da definição antecipada do que produzir, do que comprar;
- Criação do setor de planejamento da produção o qual utiliza o modelo de planejamento proposto;
- Gerenciamento do projeto de novos produtos através de procedimentos e documentação das etapas da criação;
- Gestão da qualidade e produtividade, aumentando os índices de primeira qualidade e diminuição dos desperdícios.

Com a aplicação do planejamento de recursos de manufatura de médio e curto prazo seguindo a estratégia formalizada pela empresa chegou-se aos seguintes resultados: Com a definição da política do plano mestre, ficaram formalizados os objetivos, a equipe, o cronograma, os participantes, os períodos de planejamento, estoque mínimo, lote econômico e a definição das responsabilidades dos envolvidos no processo de planejamento.

Com a definição do FAS, foi possível a empresa XPTO relacionar a carteira de pedidos comerciais com o estoque e a produção. Possibilitou determinar a quantidade de tecido com encolhimento e perdas do processo. Outra característica marcante e que possibilitou bons resultados, foi à priorização (identificação de qual artigo produzir primeiro)

da programação através da seqüência de atendimento dos artigos e pedidos. A empresa pesquisada apresentou dificuldades no balanceamento do fluxo produtivo planejado pelo FAS. Porém como o objetivo delimitado para esta pesquisa não foi à otimização do seqüenciamento das ordens de produção, deste modo, não foi aprofundado o estudo prático do problema. Os planos mestres setoriais através do MRP têxtil possibilitaram sincronizar a explosão de necessidades liquidas por todos os elos da cadeia produtiva desta empresa. Em geral a análise de capacidade pela fase critica mostrou-se adequada para os setores de tecelagem preparação a tecelagem e fiação.

Com a utilização do plano mestre de tecelagem, foi possível determinar a necessidade liquida para produção em cada filial produtiva. A análise de capacidade por filial possibilitou identificar qual filial possuía disponibilidade de capacidade, permitindo uma melhor distribuição das quantidades planejadas de forma global para todas as filiais de produção. Esta distribuição, identificada no modelo como logística de produção interna foi aplicada nos setores produtivos de tecelagem e preparação a tecelagem otimizando a capacidade instalada, permitindo maior flexibilidade na produção de tecido cru, fortalecendo a prioridade competitiva de “Flexibilidade” definida na estratégia produtiva da empresa.

O pré-atendimento industrial orientou a programação das ordens de produção do setor de beneficiamento pelo método de seqüenciamento de fila, ou seja, o primeiro rolo de tecido cru que entra no estoque, será o primeiro que vai ser programado para o processo de beneficiamento. A determinação das prioridades de programação de acabamento (com definição de cor e acabamento do tecido) pelo setor comercial pelo plano de acabamento final - FAS e o pré-atendimento permitiu melhorar o desempenho nas entregas, fazendo com que a prioridade competitiva de “Desempenho nas entregas” fosse melhorada.

Como resultados gerais obtidos com a aplicação pratica do modelo proposto para o planejamento de médio e curto prazo na empresa XPTO, podem ser citados:

- resultados mensuráveis;
- resultados imensuráveis.

Imensuráveis em função do tempo restrito à aplicação do modelo na empresa XPTO e mensuração dos resultados.

Mensuráveis:

- diminuição da quantidade de tecidos classificados como de segunda qualidade em torno de 8 %;

- antes da implantação eram produzidos aproximadamente 63 artigos-base diferentes; depois da aplicação do modelo são produzidos aproximadamente 270 artigos diversos;
- antes, 11 artigos representavam 50% da quantidade produzida; depois, 35 representam este percentual da produção.

Imensuráveis:

- Grande parte do sucesso do aumento da diversificação das vendas pode ser creditada ao modelo de planejamento de recursos de manufatura implantado;
- melhora significativa da sincronização dos volumes a produzir entre os setores produtivos;
- redução do tempo médio de atendimento dos pedidos comerciais;
- redução dos estoques em processo;
- aumento da produtividade apesar do aumento da variedade de artigos produzidos;
- aumento da eficiência do setor produtivo gargalo da cadeia produtiva.

6 CONCLUSOES E RECOMENDAÇÕES

Neste último capítulo, serão abordadas as considerações finais desta dissertação, relacionando o que foi abordado com a proposta inicial apresentada. Serão identificados os pontos fortes e os pontos fracos da metodologia de planejamento de recursos de manufatura apresentada e, por último, serão apresentadas sugestões para novas pesquisas referentes ao tema.

6.1 Relacionamento com a Proposta Inicial

O objetivo principal deste trabalho proposto inicialmente foi definir um modelo de Planejamento de Recursos de Manufatura que atenda às características da indústria têxtil e que possibilite uma maior aderência na implantação do planejamento da produção de longo, médio e curto prazo. O modelo foi baseado na revisão de literatura dos Capítulos 2 e 3 e da experiência do autor em projetos de implantação de planejamento da produção para indústrias têxteis no Brasil e no Peru. Este modelo foi formalizado no Capítulo 4.

A formalização da estratégia corporativa, da unidade de negócio e da produção, possibilitou manter a coerência do nível estratégico e melhorar as prioridades competitivas em função da estratégia produtiva. Através das prioridades formalizadas com a aplicação do modelo de planejamento, foi possível realizar ações concretas nas áreas de decisão envolvidas com a manufatura. A melhora na integração entre a área comercial e produção, através do estabelecimento de prioridades, foi alcançada. Chegou-se a uma melhor utilização da capacidade instalada e maior flexibilidade na produção, através da análise de capacidade global e com análises por filial de produção específica.

Com relação aos objetivos específicos, a identificação das particularidades que devem ser tratadas no planejamento para indústria têxtil foi descrita no decorrer da revisão de literatura nos Capítulos 2 e 3 e formalizada no Capítulo 4. A estrutura e dinâmica do modelo de planejamento foi descrita na modelagem do planejamento.

Com relação à aplicação do modelo de planejamento proposto, este foi implantado na empresa XPTO, do ramo têxtil, que não utilizava uma metodologia de planejamento de recursos de manufatura formalizada. A proposta inicial foi aplicar o modelo de planejamento modelado para o planejamento dos recursos de manufatura de longo, médio e curto prazo para cadeia produtiva têxtil. Porém a aplicação prática do modelo foi realizado para o planejamento de médio e curto prazo na empresa pesquisada.

A metodologia pode ser implantada sem o apoio do *software*, mas vai demandar muito trabalho de digitação de dados em planilhas, coleta de informações, entre outros. Com a utilização do *software*, o trabalho é otimizado através da utilização de banco de dados que possibilita o compartilhamento dos dados evitando a redundância, com trabalho de forma integrada e colaborativa. Além de permitir realizar simulações em memória de computador de análises de capacidade, explosão da necessidade de recursos da cadeia produtiva, entre outros. A aplicação prática do modelo proposto à empresa XPTO, foi complementada com a utilização do *software* SGT, da Operacional Têxtil Consultoria e Sistemas que não possuía um módulo de planejamento de recursos produtivos de longo, médio e curto prazo. Este software foi complementado com o desenvolvimento do módulo de Planejamento e customização de outras funções de apoio ao planejamento, sob a coordenação do autor, seguindo o modelo proposto de planejamento de recursos de manufatura para cadeia têxtil desta dissertação. A implantação deste modelo de planejamento via software ao caso prático, foi facilitada porque o sistema já possuía uma engenharia de produto / processo e controle de estoque totalmente voltado à cadeia produtiva têxtil.

6.2 Sugestão para Novas Pesquisas Referentes ao Tema

Como o objetivo deste trabalho é propor uma metodologia de planejamento de recursos de manufatura, porém sem detalhar a programação da produção dos setores envolvidos, ficou evidente a necessidade do aprofundamento do estudo especificamente na programação e otimização do seqüenciamento em cada setor produtivo têxtil, principalmente para o setor de beneficiamento, que possuem várias opções de fluxo produtivo e, por isso, torna-se um processo complexo. A inclusão do planejamento da cadeia produtiva de confecções do vestuário no modelo proposto também é uma necessidade pertinente.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, J. W.; RAHMILEVITZ, Ari. **CIM Têxtil: Sistemas Informatizados de Apoio à Produção**. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, REFA, 1988.

ARAÚJO, Mário de; CASTRO, E. M. M.. **Manual de Engenharia Têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984.

ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de Materiais: uma Introdução**. Tradução: Celso Rimoli; Lenita R. Esteves. São Paulo: Atlas, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 13462**: Tecido de Malha por Trama – Estruturas Fundamentais. Rio de Janeiro: 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÕES.
Disponível em: < http://www.abit.org.br/em_pauta/setor.shtml>. Acessado em: 27 jun. 2003.

BALLESTERO, Maria E. A. (Coord). **Administração da Qualidade e Produtividade: Abordagens do Processo Administrativo**. São Paulo: Atlas, 2001.

BALLOU, Ronald. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BRITO, Rodrigo G. F. A. **Planejamento Programação e Controle da Produção**. IMAM, 2000.

CATAGUASES, **Indústria Têxtil**. Disponível em:
<<http://www.cataguases.com.br/novo2/por/tecnologia>>. Acesso em 25 ago. 2002.

CORRÊA, H.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.

CORRÊA, Henrique; GIANESI, Irineu. **Sistemas de planejamento e controle da produção**. In CONTADOR, José Celso. **Gestão de operações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

CORRÊA, H.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP- conceitos, uso e implantação**. São Paulo: Gianesi Corrêa & Associados: Atlas, 2000.

COX, James F.; SPENCER, Michael S. **Manual da Teoria das Restrições**: Prefácio de Eliyahu M. Goldratt. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B. **Fundamentos da administração da produção**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.

DE MALAS PRONTAS PARA O MERCADO EXTERNO. *Gazeta Mercantil*, São Paulo, 02 de janeiro de 2002.

DONOVAN, Michael. **Advanced Planning and Scheduling: Effective Early Warning Systems**. Disponível em: <http://www.rmdonovan.com/pdf/adv_planning.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2003.

DU PONT, Manual de Tecnologia Têxtil. Du Pont do Brasil, Depto de Fibras Têxteis. Setembro de 1991.

ELIAS, Sérgio José Barbosa. **Os Sistemas de Planejamento e Controle da Produção das Indústrias de Confecções do Estado do Ceará - Estudo de Múltiplos Casos**. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

EL SECTOR TEXTIL. **Vestimenta En El Mercosur**. Disponível em <<http://www.mercopartenariat.org/textil.htm>. Acesso em: 03 mar. 2002.

ESTRATÉGIA EM MANUFATURA. **Fator Importante na competitividade da indústria têxtil Nacional**. Disponível em <http://www.fei.br/textil/P&T_entrevista.html. Acesso em: 10 dez. 2002.

FERRAZ, Eduardo. **Segredos trocados**. *Revista Exame*, São Paulo, p.48-51, 23 jan. 2002.

FERREIRA, Aurélio B. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa Básico**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.

FILHO, Alcides G.; NETO, Roseli J.A **Indústria do Vestuário, Economia, Estética e Tecnologia**. Florianópolis: Letras Contemporâneas, 1997.

FILHO, Edgar de O. **Estratégia de manufatura: as mudanças no sistema de PCP de uma indústria têxtil: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Administração de Novos Negócios) - Universidade Regional de Blumenau, 2001.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

GESSNER, Robert A. **Master Production Schedule Planning**. New York: Wiley, 1986.

GOLDRATT, Eliyahu M. **A Síndrome do Palheiro: garimpando informação num oceano de dados**. São Paulo: Educator, 1991.

GONÇALVES, Rogério.N. **Marketing Têxtil: Criando Vantagens Competitivas em Mercados Turbulentos**. Rio de Janeiro: CNI/SENAI/CETIQT, 2001.

GORINI, A. P. F.; SIQUEIRA, S. H. G. de. **Complexo têxtil brasileiro. Boletim Setorial do BNDES**, Rio de Janeiro: BNDES, 1997.

IEL, CNA e SEBRAE. **Análise da eficiência e da Competitividade da Cadeia Têxtil Brasileira**. Brasília, DF: IEL, 2000.

KARACAPILIDIS, Nikos I.; PAPPIS, Costas P. **Production Planning and Control in Textile Industry: A case study**. GMD German National Research Center for Information Tecnology. & University of Piraeus Greece. Disponível em < <http://nathan.gmd.de/persons/nikos/papers/cii-textile.os>>. Acesso em 04 jun. 2003.

LOESCH, Cláudio. **Detecção e Diagnóstico de Irregularidades na Indústria de Fiação Têxtil**. Florianópolis, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina.

LÓPEZ, Oscar Ciro. **Gestão de Sistemas de Produção / Apostila Curso Pós-Graduação de Engenharia de Produção**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

MANO, Cristiane. **Hora de tirar o atraso**. Exame. São Paulo: Editora Abril, v. 787, n. 5, p. 42-46, mar. 2003.

MARIANO, Márcia. **Panorama da Indústria Têxtil de Minas Gerais**. Revista Textilia. Editora Brasil Têxtil, Jan/Fev/Mar 2002, ano 12, n. 43.

MARTINS, Petrônio F.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1999.

MARTINS, Petrônio G.; ALT, Paulo R.C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2000.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e Operações**. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

OLIVEIRA, M. H.; RIBEIRO, A. P. **Análise conjuntural da indústria confeccionista brasileira**. Informe Setorial, Rio de Janeiro, n. 9: Sistema BNDES, dez/96.

PETTRES, Bárbara. **Desacelerou**. Revista Expressão. Retrospectiva Têxtil 2000-2001, p. 46, 2002.

PIRES, SILVIO R. I. **Gestão Estratégica da Produção**. Piracicaba: Editora Unimep, 1995.

PRODUCTION Planning & JIT. Disponível em: < <http://www.usd.edu/~rlau/jit.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

PROFAX, Aps Insight. MRP vs. **APS the difference is in the detail**. Edição 9. Disponível em :< [http:// www.apsinsight.com](http://www.apsinsight.com) >. Acesso em: 10 set. 2002.

SEBRAE-SP. IPT. **O Desempenho das Micros e Pequenas Empresas no Setor Têxtil-Confecção**. Realização : SEBRAE-SP (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas De São Paulo) & IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), 2001.

SCHUCH, Luiz Gustavo S. **Estratégia de Manufatura, Sistema de PCP e Sistema de Medição e Avaliação de Desempenho**: um estudo de caso. Florianópolis, 1998. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

SHWITZKY, Marcelo. **Acuracidade dos Métodos de Previsão e a sua Relação com o Dimensionamento dos Estoques de Produtos Acabados**. Florianópolis, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine.....**Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SOARES, Cristina R. **TOC, STP E TOC: Uma Abordagem Conjunta**. Porto Alegre: PPGEP, 2001.

STRUMIELLO, Luis Daniel Pittini. **Proposta Para O Planejamento e Controle da Produção e Custos para pequenas empresas do vestuário**. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

TEXTEIS Interamericanos Antecipando o Futuro. **Revista Textilia**. São Paulo: Editora Brasil Têxtil, v. 43, p. 18-24, jan./fev./mar. 2002.

TEXTILIA (NET). **A História da indústria têxtil no Brasil**. Disponível em: <http://www.textilia.net/index.asp?PLC_Opcao=113&PLC_a64_001_c=050102&PLC_w06_ukey=STAR_STAR__0LPOPO4KP&PLI_page=1>. Acesso em: 15 abr. 2002.

TUBINO, Dalvio F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2000.

_____. **Sistemas de Produção: A produtividade no Chão de Fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

_____. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.