

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROCESSO DE GESTÃO DA
DEMANDA EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL-MECÂNICO**

ADRIANO SILVA SEIXO DE BRITTO

ORIENTADOR: PROF. DR. SÍLVIO R. I. PIRES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2005

IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROCESSO DE GESTÃO DA DEMANDA EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL-MECÂNICO

ADRIANO SILVA SEIXO DE BRITTO

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 28 de março de 2005, pela
Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Sílvio R. I. Pires

PPGEP - UNIMEP - Orientador

Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza

PPGEP - UNIMEP

Prof. Dr. Fernando César Almada Santos

DEP - EESC - USP

À

Minha Família – Stela, Danielle e Alexandre

E aos meus pais Jalles e Marise

E ao meu orientador Prof. Dr. Sílvio R. I. Pires

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao professor Sílvio Roberto Ignácio Pires pela orientação, compreensão e incentivo dispensado ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores José Antônio Arantes Salles e Fernando Bernardi de Souza pelo incentivo e amizade.

À Secretaria da Pós-Graduação da FEMP, pelo apoio, e principalmente, pela amizade demonstrada pela secretária Marta e pelos demais funcionários.

À Planalto Indústria Mecânica Ltda. e a todos seus funcionários que colaboraram direta ou indiretamente nos trabalhos realizados em ambiente fabril.

Quem tem um sonho não dança.

Agenor de Miranda Araújo Neto (Cazuza)

(1958-1990)

Músico e poeta brasileiro.

BRITTO, ADRIANO SILVA SEIXO DE. **IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROCESSO DE GESTÃO DA DEMANDA EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL-MECÂNICO**. 2005, 157P. DISSERTAÇÃO (MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO) – FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO, UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA, SANTA BÁRBARA D'OESTE.

RESUMO

Na atualidade, as empresas industriais têm procurado gerir a demanda de forma mais rápida e precisa que seus concorrentes. Essas empresas têm entendido que o processo de gestão da demanda é bem mais amplo do que o tradicional processo de previsão de demanda (vendas). Nesse contexto, este trabalho realiza uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema e relata um caso real de implementação de um processo de gestão da demanda em uma empresa do setor metal-mecânico localizada na região centro-oeste do país. Os resultados da implementação mostram uma significativa melhora no desempenho das entregas dos produtos, obtida principalmente através de uma mudança na tipologia de Produção sob Encomenda (*Make to Order*) para Montagem sob Encomenda (*Assemble to Order*)

PALAVRAS-CHAVE: Gestão da Demanda, Gestão da Produção, Planejamento e Controle da Produção.

BRITTO, ADRIANO SILVA SEIXO DE. IMPLEMENTING A DEMAND MANAGEMENT PROCESS IN A METAL-MECHANICAL COMPANY. 2005, 157P. MASTER DEGREE DISSERTATION (MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO) – FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO, UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA, SANTA BÁRBARA D'OESTE.

ABSTRACT

Nowadays the industrial companies have attempted to manage the demand in a faster and more precise way than their competitors. They have understood that the demand management process is broader than the traditional forecasting process. In this context, this research conducted a large bibliographical review concerning the demand management subject and describes a real case of implementing a demand management process in a metal-mechanical company located in the Middle West of Brazil. The results show significant improvements in terms of product delivery performance, which was obtained mainly through a change from the Make to Order the Assemble to Order production typology.

KEYWORDS: *Demand Management, Production Management, Manufacturing Planning and Control.*

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	X
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABELAS	XII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVO.....	3
1.2. RELEVÂNCIA DO TEMA	4
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO	6
2. GESTÃO DA PRODUÇÃO	8
2.1. DEFINIÇÃO	8
2.1.1. SISTEMAS PRODUTIVOS	11
2.1.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	20
2.1.3. ÁREAS RELACIONADAS COM PCP	23
2.1.4. PROCESSOS TÍPICOS DE PCP	24
2.1.5. SISTEMAS E TÉCNICAS DE PCP	29
2.1.5.1. SISTEMAS MRP E MRP II	30
2.1.5.2. SISTEMAS ERP (<i>ENTERPRISE RESOURCE PLANNING</i>)	36
2.1.5.3. OPT (TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO OTIMIZADA) E TEORIA DAS RESTRIÇÕES	37
2.1.5.4. <i>JUST IN TIME</i> E MANUFATURA ENXUTA	41
2.1.5.5. SISTEMAS HÍBRIDOS	47
3. GESTÃO DA DEMANDA	48
3.1. RAZÕES PARA GERIR A DEMANDA	48
3.2. PRINCIPAIS ATIVIDADES	51
3.3. FATORES QUE AFETAM A DEMANDA	52
3.4. GESTÃO DA DEMANDA NO PCP	53
3.4.1. INTEGRAÇÃO COM O PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES	55
3.4.2. INTEGRAÇÃO COM O PROGRAMA MESTRE DA PRODUÇÃO - MPS	60
3.4.3. INTEGRAÇÃO COM GESTÃO DE ESTOQUES	65
3.4.4. PROCESSO DE PREVISÃO DE DEMANDA / VENDAS	67
3.4.4.1. DEFINIÇÕES	67
3.4.4.2. FALHAS NAS PREVISÕES	75
3.4.4.3. TIPOS DE DEMANDA - DEMANDA DEPENDENTE/ INDEPENDENTE	78
3.4.4.4. HORIZONTE E ESCOPO DAS PREVISÕES	79
3.4.4.5. TIPOS DE PREVISÃO	81
3.4.4.5.1. MÉTODOS QUALITATIVOS	82
3.4.4.5.2. MÉTODOS QUANTITATIVOS	86
3.4.4.6. ESCOLHA DE UM MÉTODO DE PREVISÃO	95
3.4.4.7. MÉTODOS DE MEDIÇÃO DA QUALIDADE DA PREVISÃO	97
3.4.4.8. INTEGRAÇÃO, AGREGAÇÃO E DESAGREGAÇÃO DAS PREVISÕES	100
3.4.4.9. A GESTÃO DA DEMANDA NOS CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO E O PLANEJAMENTO DAS NECESSIDADES DE DISTRIBUIÇÃO - DRP	102
3.4.5. PROMETER PRAZOS DE ENTREGA	104

3.4.5.1.	GESTÃO DA DEMANDA E O NÍVEL DE SERVIÇO AOS CLIENTES	106
3.4.5.2.	RESPONSÁVEIS PELA GESTÃO DA DEMANDA	107
4.	ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA METALÚRGICA	111
4.1.	METODOLOGIA DE PESQUISA	111
4.2.	TIPOS DE PESQUISA	112
4.3.	METODOLOGIA UTILIZADA NO ESTUDO DE CASO	114
4.4.	O ESTUDO DE CASO REALIZADO	114
4.4.1.	A EMPRESA E O PRODUTO ESTUDADO	114
4.4.2.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	117
4.4.3.	SITUAÇÃO ANTERIOR	125
4.4.4.	SISTEMATIZAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DA DEMANDA	128
5.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	150
5.1.	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	152
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	154

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APICS	<i>American Production and Inventory Control Society.</i>
ATO	<i>Assemble to Order.</i>
ATP	<i>Available to Promise.</i>
BOM	<i>Bill of Material.</i>
CFE	<i>Cumulative Sum of Forecast Errors.</i>
DRP	<i>Distribution Requirements Planning.</i>
ERP	<i>Enterprise Resources Planning</i>
ETO	<i>Enginenring to Order.</i>
JIT	<i>Just in Time.</i>
MAD	<i>Mean Absolute Deviation.</i>
MAPE	<i>Mean Absolute Percent Error.</i>
MMQ	<i>Método dos Mínimos Quadrados.</i>
MPS	<i>Master Planning Scheduling.</i>
MRP	<i>Material Requeriment Planning.</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resources Planning.</i>
MSE	<i>Mean Squared Error.</i>
MTO	<i>Make to Order.</i>
MTS	<i>Make to Stock.</i>
OPT	<i>Optimized Production Technology.</i>
PCP	<i>Planejamento e Controle da Produção.</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit.</i>
S&OP	<i>Sales and Operation Planning.</i>
TOC	<i>Theory of Constraints.</i>
TPOP	<i>Time Phased Order Point.</i>

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA DA ESTRUTURA DO TRABALHO	07
FIGURA 2 – PONTO DE DESACOPLAMENTO PARA OS QUATRO SISTEMAS	16
FIGURA 3 – COMPARAÇÃO ENTRE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO TRAD. E S&OP ...	27
FIGURA 4 – ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA MRP	33
FIGURA 5 – VISÃO GERAL DE UM SISTEMA MRP II	35
FIGURA 6 – TÍPICO SISTEMA ERP	37
FIGURA 7 – PRINCIPAIS RELACIONAMENTOS DA GESTÃO DA DEMANDA	53
FIGURA 8 – GESTÃO DA DEMANDA NO PROCESSO MRP.....	54
FIGURA 9 – PLANEJAMENTO MENSAL DO S&OP	59
FIGURA 10 – BALANÇO ENTRE DEMANDA E FORNECIMENTO	62
FIGURA 11 – Os <i>TIMES FENCES</i> DO MPS - PREVISÕES CONSUMIDAS POR ORDENS ..	63
FIGURA 12 – SISTEMA GENÉRICO DE PREVISÃO DE DEMANDA	74
FIGURA 13 – O PROCESSO DE PREVISÃO	77
FIGURA 14 – DEMANDA DEPENDENTE E INDEPENDENTE	79
FIGURA 15 – ALGUNS MODELOS DE REGRESSÃO SIMPLES	88
FIGURA 16 – LINHA DE REGRESSÃO LINEAR EM RELAÇÃO AOS DADOS REAIS	88
FIGURA 17 – EXEMPLO DE PIRÂMIDE DE PREVISÃO	102
FIGURA 18 – COMPACTADOR COLETOR DE RESÍDUOS SÓLIDOS MEGALIX 15000....	117
FIGURA 19 – REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA DA ÁRVORE DO PRODUTO	117
FIGURA 20 – FLUXOGRAMA DE MANUFATURA DO COLETOR COMPACTADOR	119
FIGURA 21 – SEÇÃO DE CORTE E DOBRA	120
FIGURA 22 – MONTAGEM DAS LATERAIS DA TAMPA TRASEIRA	121
FIGURA 23 – MONTAGEM DA PLACA TRANSPORTADORA	122
FIGURA 24 – MONTAGEM DA PLACA COMPACTADORA	122
FIGURA 25 – LOCALIZAÇÃO DAS PLACAS TRANSPORTADORA E COMPACTADORA....	123
FIGURA 26 – MONTAGEM DA CAIXA DE CARGA	123
FIGURA 27 – MONTAGEM DO CHASSI	124
FIGURA 28 – MONTAGEM VEICULAR DO COLETOR	124
FIGURA 29 – EQUIPAMENTO PINTADO	125
FIGURA 30 – PROCESSO DE PRODUÇÃO MTO	127
FIGURA 31 – PROCESSO DE GESTÃO DA DEMANDA COM SISTEMA ATO	129
FIGURA 32 – PREVISÃO VERSUS DEMANDA NO ANO DE 2003	138
FIGURA 33 – DEMANDA DO MODELO MEGALIX 15000 DO ANO 2001 À 2004.....	143
FIGURA 34 – FLUXOGRAMA DE MANUFATURA COM <i>LEAD TIME</i> NO SISTEMA ATO ...	146

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS PRODUTIVOS	12
TABELA 2 – SISTEMAS PRODUTIVOS E SEUS PRODUTOS	13
TABELA 3 – INTERAÇÃO DOS CLIENTES EM DIFERENTES AMBIENTES DE MANUFATURA	15
TABELA 4 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS PUROS NA ÓTICA DA EMPRESA	18
TABELA 5 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS PUROS NA ÓTICA DO CLIENTE	18
TABELA 6 – COMPARAÇÕES ENTRE AS ESTRATÉGIAS DE ATENDIMENTO DOS PEDIDOS	19
TABELA 7 – TIPOS DE DESPÉRCIOS A SEREM ELIMINADOS	45
TABELA 8 – FATORES QUE AFETAM A DEMANDA POR PRODUTOS E SERVIÇOS	53
TABELA 9 – APLICAÇÕES DAS DEMANDAS NAS PREVISÕES DE DEMANDAS	81
TABELA 10 – GUIA DE SELEÇÃO DE UM MÉTODO DE PREVISÃO	97
TABELA 11 – MODELO DOS COLETORES COMPACTADORES ATUALMENTE PRODUZIDOS	116
TABELA 12 – VENDAS DO MODELO MEGALIX ENTRE OS ANOS 2000 A 2002	116
TABELA 13 – VENDAS DO MODELO MILLENIUM ENTRE OS ANOS 2000 A 2002	116
TABELA 14 – DEMANDA DO SEGUNDO SEMESTRE DO ANO 2002	131
TABELA 15 – PREVISÃO DE DEMANDA PRIMEIRO SEMESTRE DE 2003	131
TABELA 16 – VENDAS DO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2003.....	131
TABELA 17 – MPS DO SUBCONJUNTO SISTEMA CAIXA COLETORA	132
TABELA 18 – MPS DO SUBCONJUNTO TAMPA TRASEIRA	132
TABELA 19 – MRP DA CAIXA DE CARGA	132
TABELA 20 – MRP DO ESCUDO EJETOR	133
TABELA 21 – MRP DAS LATERAIS DA TAMPA TRASEIRA	133
TABELA 22 – MRP DA PLACA TRANSPORTADORA	133
TABELA 23 – MRP DA PLACA COMPACTADORA	134
TABELA 24 – MRP DO COLETOR DE CHORUME	134
TABELA 25 – PREVISÃO DE VENDAS PARA O SEGUNDO SEMESTRE DE 2003	134
TABELA 26 – MPS DO SUBCONJUNTO SISTEMA CAIXA COLETORA	135
TABELA 27 – MPS DO SUBCONJUNTO TAMPA TRASEIRA	135
TABELA 28 – MRP DA CAIXA DE CARGA	135
TABELA 29 – MRP DO ESCUDO EJETOR	136
TABELA 30 – MRP DAS LATERAIS DA TAMPA TRASEIRA	136
TABELA 31 – MRP DA PLACA TRANSPORTADORA	136
TABELA 32 – MRP DA PLACA COMPACTADORA	137
TABELA 33 – MRP DO COLETOR DE CHORUME	137
TABELA 34 – VENDAS EM RELAÇÃO À PREVISÃO DE VENDAS	137
TABELA 35 – DADOS PARA CALCULAR AS MEDIDAS DE ERROS DA PREVISÃO.....	138
TABELA 36 – PREVISÃO DE VENDAS PARA PRIMEIRO SEMESTRE DE 2004	140
TABELA 37 – VENDAS DO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2004	140
TABELA 38 – MPS DO SUBCONJUNTO SISTEMA CAIXA COLETORA	140
TABELA 39 – MPS DO SUBCONJUNTO DA TAMPA TRASEIRA	141

TABELA 40 – MRP DA CAIXA DE CARGA	141
TABELA 41 – MRP DO ESCUDO EJETOR	141
TABELA 42 – MRP DAS LATERAIS DA TAMPA TRASEIRA	142
TABELA 43 – MRP DA PLACA TRANSPORTADORA	142
TABELA 44 – MRP DA PLACA COMPACTADORA	142
TABELA 45 – MRP DO COLETOR DE CHORUME	142
TABELA 46 – REDUÇÃO DO <i>LEAD TIME</i> DE ENTREGA DO PRODUTO	148

1 – INTRODUÇÃO

Atualmente, no mundo globalizado, as empresas estão cada vez mais tendo que sobreviver em um ambiente extremamente competitivo. Com as informações mais rápidas, as empresas precisam investir cada vez mais e melhor para competir.

Dependendo do ramo de negócio, essa competição obriga a empresa a alterar seus processos produtivos de acordo com a demanda do mercado para satisfazer seus clientes. As prioridades competitivas são vantagens operacionais que os processos de uma empresa devem possuir para suplantar seus concorrentes (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2004), e são apresentadas por Davis *et al* (2001) como Custo, Qualidade, Flexibilidade e Entrega.

Para suplantar seu concorrente, a empresa deve trabalhar com as prioridades competitivas. A empresa deve apresentar um baixo custo de produção para que esse se reflita no preço final. A qualidade do produto, que atualmente é vista mais como uma obrigação da empresa, está muito ligada ao custo e este *trade-off* está praticamente solucionado, isto é, pode-se produzir um produto com melhor qualidade sem, necessariamente, aumentar seu custo.

Dentro da flexibilidade tem-se pelo menos cinco tipos que são a flexibilidade de novos produtos: habilidade de incluir novos produtos ou alterar produtos já existentes, flexibilidade de “mix”: habilidade de produzir determinado subconjunto da linha de produtos em determinado intervalo de tempo, flexibilidade de volume: habilidade de alterar os níveis agregados de produção do sistema de forma eficaz, flexibilidade de entrega: capacidade de a empresa ofertar uma gama de produtos a seus clientes e dentro do processo produtivo representa a capacidade e rapidez para mudar de um produto antigo para um novo e a flexibilidade de robustez: habilidade do sistema continuar funcionando ou retomar o funcionamento normal, uma vez que ocorra uma mudança relevante no suprimento de insumos ou no processo em si. O desempenho das

entregas atualmente é uma arma competitiva de extrema importância. O tempo de entrega de um produto para o cliente é uma estratégia que a empresa deve explorar e o seu resultado é a satisfação do cliente com a entrega de seu pedido no tempo certo (prometido).

Gerir a demanda de forma mais rápida e exata que seus concorrentes tem, atualmente, garantido o sucesso de muitas empresas. Hoje em dia o cliente quer bons produtos, preços competitivos e entregues de forma muito rápida. Para gerir esta demanda, as empresas investem em previsão de demanda que, de acordo com Corrêa *et al* (2001), é, possivelmente, o mais importante processo dentro da gestão da demanda.

Diante deste fato, pode-se dizer que, historicamente, prever sempre foi inerente ao ser humano e fez parte do cotidiano de magos, ciganos e outros. Previsão é sinônimo de antevisão de sucesso, ou melhor, prognóstico do sucesso. Nas organizações atuais a previsão faz com que muitos gerentes gostariam de saber como poderiam prever com certeza o que acontecerá no futuro. A resposta é simples: não podem (KRAJEWSKI e RITZMAN, 1990).

Observa-se, portanto, que dentro do planejamento, a gestão da demanda é uma atividade interativa que se responsabiliza por coletar e coordenar todas as demandas potenciais sobre a capacidade manufatureira de uma empresa, tratando as interações do dia-a-dia entre consumidores e a companhia (VOLLMANN *et al*, 1992).

Uma das atividades importantes na função de gestão da demanda é a de prometer prazos de entrega viáveis garantindo, assim, o desempenho em confiabilidade de entrega. A forma de calcular ou estimar o prazo de entrega de determinados produtos varia conforme o tipo de produção, ou seja, se os produtos são produzidos para estoques, se são produzidos ou projetados sob pedidos ou se são montados sob pedidos.

Em relação ao mercado brasileiro, nota-se que as empresas tiveram, até o final da década de 1980, uma reserva de mercado patrocinada pelo governo, onde a

demanda por novos produtos não tinha alterações rápidas. Os custos de manter um produto em estoque não eram o mais importante para a empresa, pois a inflação corrigia estes custos e mascarava os preços finais do produto. Nas empresas, os processos produtivos não passavam por atualizações tecnológicas constantes, tão visíveis em mercados de livre concorrência, devido às restrições impostas pelo governo pela reserva de mercado.

A abertura de mercado, iniciada no começo dos anos 1990, fez com que as empresas competissem por um mercado no qual elas muitas vezes não estavam preparadas para enfrentar a concorrência com empresas mais atualizadas tecnologicamente. Muitas sucumbiram, outras tiveram que se associar para sobreviver.

Com a mudança da moeda brasileira e com o passar dos anos, observou-se uma redução da inflação. Muitas empresas que utilizavam o processo inflacionário para sobreviver tiveram que se adaptar à nova ordem.

Uma forma de reduzir os custos e de garantir certa flexibilidade no atendimento dos clientes pode ser obtida através da Montagem sob Encomenda (ATO – *Assemble to Order*), cuja característica básica é a produção de subconjuntos que são posteriormente transformados em produtos finais a partir do pedido do cliente.

1.1 – OBJETIVO

O processo de Gestão da Demanda é mais utilizado em grandes empresas, as quais apresentam processos administrativos e de manufatura melhor estruturados e que têm uma maior capacidade de entender, atender e influenciar a demanda no mercado. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo principal:

- estruturar e implementar um processo de Gestão da Demanda em uma empresa do setor metal-mecânico.

Cabe ressaltar que o processo de Gestão da Demanda estruturado pode ser aplicado em qualquer produto da empresa. Será escolhido um produto, dentre os produzidos pela empresa, para o estudo de caso. A empresa atualmente trabalha na forma MTO (Produção sob Encomenda), o qual será alterado, em parte, para o sistema de produção ATO (Montagem sob Encomenda).

1.2 – RELEVÂNCIA DO TEMA

Na década de 1990, devido à globalização da economia, ocorreram profundas mudanças nos sistemas produtivos das empresas, e nesta década, começaram a serem divulgados estudos sobre a Gestão da Demanda.

A Gestão da Demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa. Partindo deste ponto, as empresas podem desenvolver os planos de capacidade, fluxo de caixa, vendas, produção, etc. As previsões têm uma função muito importante nos processos de planejamento dos sistemas de produção, pois permitem que os administradores antevejam o futuro e planejem adequadamente suas ações (TUBINO, 2000).

É importante ressaltar que o conceito de Gestão da Demanda está muito além de uma previsão de vendas e que, em geral, “as empresas não utilizam um processo de Gestão da Demanda bem estruturado” (FAVARETTO, 2001 apud TROQUE, 2003).

A Gestão da Demanda representa um processo que, ainda, não está totalmente esclarecido para as pequenas e médias empresas, porém, já está sendo utilizado pelas grandes empresas para poder influenciar a demanda de seus produtos. Quando percebem este processo na sua integralidade e importância, elas têm um grande desafio para implementação, mas que poderá trazer grandes benefícios, como um maior planejamento e controle para as áreas de produção, vendas e finanças.

Para competir, as empresas devem gerir seus negócios de modo que seus custos sejam reduzidos, produzam produtos de alta qualidade e entregues no tempo certo para satisfazer seus clientes. Diante desse fato, a Gestão da Demanda pode proporcionar mudanças dentro da empresa fazendo que sua interação com o mercado seja melhor e, como resultado, poderá trazer benefícios a seus clientes e a todos os interessados no processo da empresa (*stakeholders*).

A implantação de um processo de Gestão da Demanda deverá contribuir para que as Gerências de Produção e Vendas da empresa, do estudo de caso, possam atuar de forma mais próxima à realidade das previsões.

Encontrar o ponto de desacoplamento (*decoupling point*) entre os Sistemas MTS e MTO é um processo gradativo para transformá-los em Montagem sob Encomenda (ATO) no qual são atendidos os pedidos específicos de cada cliente. A empresa passa do sistema MTO para o ATO com o objetivo de expandir seu volume produtivo e/ou aproveitar as similaridades existentes entre seus produtos (PIRES, 1995).

Segundo Corrêa *et al* (2001), ao trabalhar com o sistema produtivo ATO a empresa poderá formar uma base de dados relevantes para a previsão, conhecer melhor a concorrência e seu comportamento e saberá analisar os dados históricos.

A aplicação do sistema de produção ATO, também, poderá proporcionar uma nova avaliação nos custos de produção do produto e, por conseqüência, poderá melhorar os prazos de entrega dos produtos e um novo relacionamento entre os clientes. Segundo Slack *et al* (1993), confiabilidade significa cumprir as promessas de entregas – honrar o contrato de entrega dos clientes, portanto, poderá criar uma vantagem competitiva baseada no tempo.

Em anos recentes, a competição baseada no tempo tem sido o foco de consideráveis interesses entre profissionais e acadêmicos (JAYARAM *et al*, 1999). Segundo esses autores, muitas empresas têm utilizado várias estratégias para ter vantagem competitiva baseada no tempo, tais como

redução no *lead time* de manufatura, desenhos modulares e engenharia simultânea para desenvolver novos produtos mais rapidamente, métodos da manufatura JIT e programas de análise de fluxo de trabalho.

1.3 – ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos e que estão representados de forma simplificada conforme a Figura 1, sendo:

Capítulo 1 – Introdução – aborda o objetivo, relevância do tema e a estrutura do trabalho.

Capítulo 2 – Gestão da Produção – executa uma revisão da literatura apresentando a evolução do PCP nas empresas industriais.

Capítulo 3 – Gestão da Demanda – executa numa revisão da literatura e a sua aplicação no PCP nas empresas.

Capítulo 4 – Estudo de Caso – apresenta um caso de implementação de um processo de gestão de demanda em uma empresa metalúrgica.

Capítulo 5 – Conclusões – apresenta as principais conclusões do trabalho executado e sugestões para trabalhos futuros.

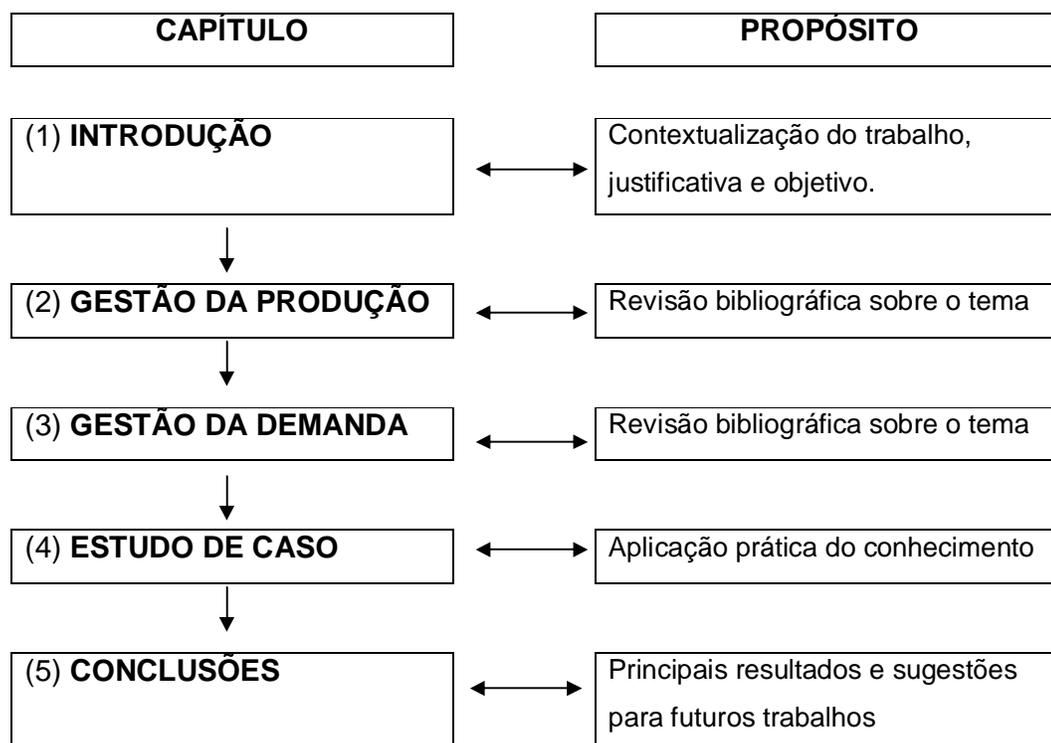


Figura 1 – Representação simplificada da estrutura do trabalho

2 – GESTÃO DA PRODUÇÃO

Esse capítulo tem por objetivo apresentar os principais conceitos de Gestão da Produção e de Planejamento e Controle da Produção, bem como mostrar a inserção e integração da Gestão da Demanda nesse contexto.

A administração da produção continua sendo uma área importantíssima no contexto industrial neste início do século XXI. Muitas indústrias estão atravessando um período de rápidas mudanças, acarretadas pelos avanços tecnológicos. À medida que as empresas ocupam posições de liderança, elas se tornam mais enxutas e ágeis, e esperam muito que suas operações modernizadas sejam confiáveis e eficientes. Nesse ambiente dinâmico, a Gestão da Produção se torna mais importante do que nunca. As operações são as peças de integração crítica que permite o funcionamento conjunto de todas as áreas funcionais de uma organização. A organização integrada de maneira bem-sucedida enfrentará a competição global com produtos de qualidade, notável serviço ao cliente e controle de custos eficiente (GAITHER e FRAZIER, 2001).

2.1 – DEFINIÇÃO

A Gestão da Produção (em inglês, *Production Management*), também conhecida como Gestão da Manufatura, Administração da Produção e Administração de Produção e Operações pode ser definida como “um campo de estudo que busca o planejamento, a programação, o uso e o controle efetivo da organização da manufatura por meio do estudo de conceitos de engenharia de projeto, engenharia industrial, sistemas de informações gerenciais, gestão da qualidade, gestão de estoques, contabilidade e outras funções que afetam o processo de transformação” (COX *et al*, 1998).

Observa-se que diversos autores definem a Gestão da Produção de forma simples e objetiva.

Buffa e Sarin (1987) definem a Gestão da Produção como a transformação de entrada de recursos para criar produtos e serviços usuais.

Para Fogarty *et al* (1991), a Gestão da Produção pode ser descrita como sendo o projeto, a operação e o controle de sistemas para manufaturar e distribuir produtos.

Observa-se que, nestes cinco anos de intervalo entre as definições destes dois autores, verificou-se que houve acréscimos de várias atividades realizadas pela Gestão da Produção. Atividades com o envolvimento de pessoas de outras áreas da empresa.

Pode-se observar esta agregação de valores dentro das empresas, pois a produção era necessária, mas não tinha a devida importância nas questões de decisão da empresa.

O mundo vem presenciando um aumento crescente no nível de exigências do mercado consumidor e no nível de competitividade do comércio internacional. Vários fatores já vinham há décadas contribuindo para essa globalização das economias. A ascensão do Japão a uma potência econômica mundial provocou um desconforto em muitas nações. Mas a grande contribuição japonesa foi redescobrir para o mundo uma grande fonte de competitividade das nações que estava adormecida: a produção (PIRES, 1995).

Neste sentido, Corrêa e Giansesi (1996) explicam que poucas áreas dentro da administração de empresas mudaram tanto como a Gestão da Produção. Durante muitos anos, a produção foi considerada quase um mal necessário. Os outros setores viam a fábrica como a origem de seus problemas. Desde o período pós-guerra, o setor de produção e seu pessoal passaram anos sendo isolados do processo decisório da empresa. As decisões eram tomadas e comunicadas ao setor de produção. Porém, nos últimos vinte anos, o mundo, principalmente o ocidente, está revalorizando o papel da produção no atingimento dos objetivos estratégicos da organização.

Nesta revalorização da produção, as empresas descobriram que ela é de extrema importância para a sua sobrevivência e, neste sentido, passaram a verificar como o seu cliente se sentia em relação a seus produtos e serviços. Esta abordagem é apresentada por Slack *et al* (1997), que explicam que a administração da produção está na essência da vida empresarial, uma vez que representa o ato de criação de produtos e serviços do qual todos nós dependemos, e que a criação é a principal razão da existência de qualquer organização. Ela é importante para a organização porque afeta diretamente o nível pelo qual ela satisfaz seus consumidores. Hoje em dia, a produção está na linha de frente de qualquer empresa.

Nesta mesma direção, Russomano (2000) considera a Gestão da Produção como um processo planejado pelo qual elementos são transformados em produtos úteis, ou seja, um procedimento organizado para se conseguir a conversão de insumos em produtos acabados.

Moreira (2000) afirma que a Gestão da Produção vem sendo, ao longo do tempo, confundida com atividade fabril. Ao ouvi-la, as pessoas imaginam um local cheio de máquinas, produtos sendo produzidos, pessoas andando de um lado para outro e assim por diante. Tudo isso tem a ver com a Gestão da Produção. Na atividade de serviço o conceito ainda é recente e nem sempre a adaptação é perfeita, mas vem progredindo rapidamente.

Gaither e Frazier (2001) definem Gestão da Produção como administração do sistema de produção de uma empresa que transforma os insumos em produtos e serviços e sua principal preocupação reside nas atividades do processo de transformação ou produção.

Krajewski e Ritzman (2004) afirmam que Gestão da Produção lida com processos que produzem bens e serviços que as pessoas usam todos os dias. São atividades fundamentais que as empresas usam para realizar suas tarefas e atingir suas metas.

A gestão do processo de transformação dos recursos de entrada tais como matéria-prima, equipamentos, mão-de-obra e etc, em produtos finais e serviços pode ser entendida como sendo a síntese da Gestão da Produção.

Pode-se observar novamente que, nestes quatros últimos autores, as definições de Gestão da Produção são muito parecidas entre si, dando-se muita ênfase no sistema produtivo das empresas e quase nenhuma citação é feita sobre os clientes, que são as razões para a sua existência.

No próximo item serão analisados os sistemas produtivos de uma empresa.

2.1.1 – SISTEMAS PRODUTIVOS

Após a análise do papel do processo de Gestão da Produção, é muito importante frisar que sua operação é direcionada pelas características que o sistema produtivo possui em uma empresa.

Algumas definições sobre sistemas produtivos encontrados na literatura mais recente são apresentadas a seguir.

Slack *et al* (1997) explicam que um sistema de produção é qualquer operação que produz bens ou serviços ou um misto dos dois, e faz isso por um processo de transformação.

Um sistema produtivo é definido como um conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção que transformam os recursos de entrada em bens ou serviços (MOREIRA, 2000).

Após reuniões realizadas no Brasil em 1992 e no Japão em 2002, esta última conhecida como Protocolo de Kyoto, a questão ambiental ganhou muita força e as empresas passaram a rever seus processos produtivos. Numa definição mais recente, Pires (2004) define o sistema produtivo como um elemento capaz de transformar recursos de entrada (*inputs*) em produtos e/ou serviços como saídas (*outputs*) e, também, como resultado gera resíduos e lixo.

Para melhor entender estes sistemas produtivos, alguns autores criaram vários tipos de classificações para explicá-los. Na Tabela 1 elas são apresentadas de forma simplificada.

Tabela 1 – *Classificação dos sistemas produtivos segundo alguns autores*

Autor	Ano	Tipo de Classificação
Pires	1995	Base no volume produtivo em dois grandes grupos: produção contínua e intermitente.
Moreira	2000	Função do fluxo de produto.
Tubino	2000	Grau de padronização dos produtos, tipos de operações e natureza do produto.

A classificação dos sistemas produtivos tem por finalidade facilitar o entendimento das características inerentes a cada sistema de produção e sua relação com a complexidade das atividades de planejamento e controle desses sistemas.

Para Buffa e Sarin (1987), os sistemas produtivos, primeiramente, se classificam em dois tipos distintos, baseados na tecnologia de produção empregada, que são:

- Sistemas focalizados no processo (*process-focused*) – São sistemas capazes de produzir de acordo com as especificações do cliente, produção customizada. Sua maior característica é a flexibilidade.
- Sistemas focalizados no produto (*product-focused*) – São sistemas capazes de produzir produtos padronizados em grandes volumes. Sua maior característica é a alta produtividade de produção.

Numa segunda classificação, Buffa e Sarin (1987) dividem os sistemas em produção para estoques (*production to stock*) e produção sob encomenda (*production to order*), e combinaram estas classificações numa tabela com exemplos (Tabela 2).

Tabela 2 - *Sistemas produtivos e seus produtos (BUFFA e SARIN, 1987)*

SISTEMA	PARA ESTOQUE	SOB ENCOMENDA
Focalizado no produto	Calculadoras, televisão, gasolina, fotocopiadoras	Ônibus, caminhão, fios e cabos, componentes eletrônicos
Focalizado no processo	Instrumentos médicos, peças sobressalentes, equipamentos para testes	Máquinas ferramentas, navios, ônibus espacial,

Para Pires (1995), uma das mais relevantes formas de classificar os sistemas produtivos é classificá-los de acordo com a forma de interação destes com os clientes, ou seja, conforme o nível de interferência que o comprador pode ter no produto final.

Basicamente, essa forma de classificação se baseia em quatro principais tipos de sistemas produtivos: a produção para estoque, produção sob encomenda, montagem sob encomenda e engenharia sob encomenda.

As características básicas desses sistemas produtivos são:

(1) **Produção para Estoque (MTS – *Make to Stock*)** – Neste tipo de sistema, primeiro ocorre a produção para depois ocorrer a venda. São produzidos produtos padronizados baseados na previsão de vendas. Sua principal vantagem é a rapidez na entrega dos produtos. Seus custos com estoques tendem a serem grandes. O ciclo de vida do produto é relativamente longo e previsível. O cliente tem pouca ou nenhuma interação com o projeto dos produtos (PIRES, 1995).

Gaither e Frazier (2001) explicam que, neste tipo de sistema, os produtos são produzidos antecipadamente e colocados em estoques. Quando são recebidas as encomendas dos produtos, eles são embarcados imediatamente dos estoques.

(2) **Produção sob encomenda** (MTO – *Make to Order*) – Neste tipo de sistema, a produção só se inicia após o recebimento do pedido formal do cliente, apesar do projeto básico poder ser desenvolvido em contato inicial do cliente. Os produtos são projetados a partir de especificações básicas. A interação com o cliente é maior, em comparação ao sistema MTS, e o produto pode ser modificado mesmo durante a fase de produção. Os tempos de entrega tendem a ser de médio a longo prazo e as listas de materiais são usualmente únicas para cada produto (PIRES, 1995).

Nesta mesma ótica, Gaither e Frazier (2001) explicam que, neste tipo de sistema, a produção deve ter primeiro em mãos os pedidos dos clientes para somente após iniciar a produção.

Verifica-se na produção sob encomenda certo grau de customização dos produtos. Muda e Hendry (2003) explicam o sistema MTO produz produtos com maior customização em baixo volume após o recebimento do pedido do cliente.

(3) **Montagem sob encomenda** (ATO – *Assemble to Order*) – Este tipo de sistema é caracterizado pelos subconjuntos, grandes componentes e materiais diversos que são armazenados até o recebimento dos pedidos dos clientes contendo as especificações dos produtos finais. A interação do cliente com o projeto do produto é limitada. As entregas tendem a ser de médio prazo e as incertezas da demanda (quanto ao *mix* e volume dos produtos) são gerenciadas através de um excesso no dimensionamento dos estoques de subconjuntos e capacidade de áreas de montagem (PIRES, 1995).

Fogarty *et al* (1991) explicam que, nos sistemas ATO, algumas partes dos produtos são montadas e estocadas antes do pedido do cliente. Após o pedido, o produto final é montado e o cliente tem um tempo de espera menor. O cliente tem um produto com alguma customização.

(4) **Engenharia sob encomenda** (*Engineering to Order* – ETO) – É como se fosse uma extensão do sistema MTO, com o projeto do produto feito quase que totalmente baseado nas especificações do cliente. Os produtos são

altamente customizados e o nível de interação com os clientes é grande (PIRES, 1995).

Corrêa *et al* (2001) explicam que no ETO tanto o projeto, quanto a manufatura de componentes e a montagem final são feitos a partir, e só a partir, de uma solicitação do cliente.

Analisando os quatro tipos de sistemas de produção, Higgins *et al* (1996) comparam as diferentes abordagens (Tabela 3).

Tabela 3 – *Interação dos clientes em diferentes ambientes de manufatura (HIGGINS et al, 1996)*

Aspectos	MTS	ATO	MTO	ETO
Interface entre manufatura e cliente	Baixa / Distante	Principalmente com nível de vendas	Engenharia e nível de vendas	Principalmente com nível de engenharia
Tempo de entrega	Pequeno	Médio	Variável	Variável
Volume de produção de cada unidade vendida	Alto	Médio	Baixo	Muito baixo
Variedade de produtos	Médio	Alto	Baixo	Muito baixo
Promessa de entrega	Disponibilidade de produtos acabados	Disponibilidade de componentes e submontagens	Capacidade para manufatura	Capacidade para manufatura

Através da comparação é observada que a interação dos clientes varia entre os sistemas produtivos. Esta interação é analisada em vários aspectos mostrando que, dependendo do sistema produtivo, estes variam significativamente.

Pires (1995) em seu trabalho apresenta o conceito de ponto de desacoplamento (*decoupling point*) definido por Higgins e Browne, no ano de 1992, que representa o ponto a partir do qual qualquer material é dedicado a um pedido específico de um cliente. Assim, o posicionamento desse ponto dentro de um ciclo produtivo é importante porque ele define o que será

produzido com base nas previsões de demanda e o que será produzido com base nos pedidos dos clientes. A Figura 2 mostra o posicionamento deste ponto.



Figura 2 – *Ponto de desacoplamento para os quatro sistemas (adaptado de PIRES, 1995)*

Verifica-se que, na Figura 2, o ponto de desacoplamento indica onde começa a interferência do cliente no sistema produtivo. Observa-se que, no sistema MTS, a sua ingerência é praticamente nula e que, no sistema ETO, ela se inicia na matéria-prima e o produto final só é produzido a partir do seu pedido juntamente com suas características.

A postergação pode ser utilizada, também, em outros processos dentro de uma empresa, como, por exemplo, a embalagem. Numa definição mais recente, Skipworth e Harrison (2004) definem a postergação como o adiamento, até que o pedido do cliente seja recebido, da parte final do processo de transformação, através do qual um número de diferentes itens prolifera e para os quais um período de tempo é disponível. A postergação no processo de transformação pode ser um processo de manufatura, processo de montagem, processo de configuração, embalagem ou processo de etiquetagem.

Rudberg e Wikner (2004) explicam que o ponto de desacoplamento de pedidos dos clientes separa decisões tomadas de acordo com certezas de decisões segundo incertezas relativas à demanda dos clientes. Os pontos de

desacoplamentos são usados para classificar atividades de agregação de valor em termos de informações de demanda dos clientes.

A posição do ponto de desacoplamento deve resultar em um guia para a política do planejamento do negócio ou deve constituir da própria decisão do planejamento do negócio. A posição determina o mínimo de *lead time* para o cliente que a empresa pode suprir, tão bem como o fator de risco que a empresa está exposta (HIGGINS *et al*, 1996).

Em outro trabalho recente, Yang *et al* (2004) ampliam o conceito de postergação para incluir a postergação no desenvolvimento do produto, postergação de compra, postergação de produção e postergação logística. O escopo destas duas últimas estratégias de postergação é restrito e assumem que a postergação de produção difere da postergação de compra, na qual é necessário que a matéria-prima e os componentes tenham sido adquiridos para a produção inicial em antecipação dos pedidos dos clientes, e a postergação logística é aplicada somente em produtos acabados.

Pires (1995) explica que os sistemas do tipo MTO e MTS são considerados sistemas puros, enquanto o sistema ATO é um sistema híbrido, sendo que a maioria das empresas inicia sua produção nos sistemas puros e, posteriormente, migram para o sistema híbrido para minimizar as desvantagens dos sistemas puros.

Uma comparação de vantagens e desvantagens das tipologias puras (MTS e MTO), para empresas e clientes, pode ser vista nas Tabelas 4 e 5. Analisando-se essas características, as empresas podem decidir qual o sistema mais adequado, considerando seus critérios competitivos definidos no Planejamento Estratégico (SANTA EULÁLIA, 2001). Em análise das Tabelas 4 e 5, nota-se que os sistemas puros apresentam vantagens e desvantagens, tanto do ponto de vista de quem produz como de quem compra o produto.

Tabela 4 – *Vantagens e desvantagens dos sistemas puros na ótica da empresa (SANTA EULÁLIA, 2001)*

Sistema	Vantagens	Desvantagens
MTS	Autonomia sobre as decisões acerca da produção. Possibilidade de melhor racionalização da produção	Custos e riscos envolvidos nos estoques Risco de não atender a demanda real em termos de mix e volume de produção
MTO	A demanda dos produtos finais é conhecida (mix e volume de produção)	Longos ciclos de produção Maior complexidade na área produtiva

Tabela 5 – *Vantagens e desvantagens dos sistemas puros na ótica do cliente (SANTA EULÁLIA, 2001)*

Sistema	Vantagens	Desvantagens
MTS	Pronta entrega Geralmente preços menores	Produto padronizado que não atende plenamente o cliente
MTO	Personalização dos produtos	Tempo de espera maior Geralmente preços maiores

Algumas empresas produzem seus produtos antes do recebimento do pedido. Outras nem começaram a produzir até que tenham o pedido do cliente firme em mãos. Outras ainda fabricam o produto parcialmente, retêm os componentes acabados até que recebam os pedidos, daí então terminam o produto e o entregam. A escolha da melhor maneira depende de uma série de coisas: da natureza do produto, dos padrões da indústria sobre o tempo de atendimento de pedido, dos processos de fabricação, da situação competitiva da empresa, etc. (WALLACE *et al*, 2003).

Na Tabela 6, Wallace *et al* (2003) apresentam um resumo referente a comparações das estratégias de atendimento dos pedidos nos ambiente de produção.

Tabela 6 – *Comparações entre as estratégias de atendimento dos pedidos (WALLACE et al, 2003)*

Sistema	Vantagens	Desvantagens
MTS	<p>Prazo de atendimento do pedido muito curto.</p>	<p>Estoque alto de produtos acabados.</p> <p>Necessidade de previsão em nível de item final.</p> <p>Faltas no estoque quando a previsão está errada.</p> <p>Risco de obsolescência em nível de produto e componente.</p>
ATO	<p>Prazo de atendimento do pedido curto.</p> <p>Nenhum ou muito pouco estoque de produtos acabados.</p> <p>Previsões agregadas e não em detalhes.</p> <p>Flexibilidade e resposta rápida.</p>	<p>Normalmente requer listas de materiais para serem estruturadas de maneira diferente.</p> <p>Risco de obsolescência em nível de componentes.</p>
MTO	<p>Risco de obsolescência menor.</p>	<p>Prazo de atendimento dos pedidos mais longo.</p>
ETO	<p>Risco de obsolescência muito baixo</p>	<p>Prazo de atendimento dos pedidos muito longo.</p>

Wallace *et al* (2003) explicam que, dentre as estratégias de atendimento dos pedidos, três entre as quatro estratégias apresentadas empregam o conceito de postergação, MTO, ATO, ETO e que o MTS não faz postergação, pois o processo finaliza o produto antes da chegada do pedido do cliente.

Para obter a transição de MTO para ATO, o motivador não é tanto a proliferação de produtos e, sim, o desejo de se reduzir os custos e também os *lead times*. Uma estratégia de MTO muitas vezes resulta em *lead times* bastante longos, mas, no mundo atual, a maioria dos clientes não gosta de esperar.

Wallace *et al* (2003) apresentam algumas características para a transição de MTO para ATO nas empresas:

- Pode ser necessário algum reprojeto no produto para criar o conceito de módulos na etapa imediatamente anterior ao acabamento.
- A faixa de opções talvez tenha de ser reduzida. A vantagem é uma redução no número de escolhas disponíveis aos clientes em relação aos *lead times* significativamente menores para se ter o produto e com custos freqüentemente mais baixos.
- Provavelmente será necessário adotar algum planejamento de listas de materiais, para refletir estas mudanças e permitir previsões e planejamentos eficientes.
- É quase certeza que será necessária alguma mudança no processo de produção para apoiar a construção e o estoque de módulos completos ou dos intermediários antes do recebimento do pedido e do acabamento.

Após a análise dos sistemas produtivos, é muito importante conceituar e entender a importância do Planejamento e Controle da Produção dentro da Gestão da Produção.

2.1.2 – PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO - PCP

Para Zaccarelli (1986), o Planejamento e Controle da Produção (PCP) consiste, essencialmente, em um conjunto de funções inter-relacionadas que objetivam comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa.

O PCP é a função administrativa que tem por objetivo fazer os planos que orientarão a produção e servirão de guia para seu controle. Em termos simples, o PCP determina o que, quanto, como, onde, quem e quando vai ser produzido o produto (MACHLINE *et al*, 1990).

Toda empresa deve ter como princípio a satisfação do cliente e, para tê-la, o PCP deve saber qual é a sua necessidade. Neste sentido, Vollmann *et al* (1992) explicam o PCP como o elemento que fornece informações para o gerenciamento eficiente do fluxo de materiais, utilização efetiva de pessoas e equipamentos, coordenação interna das atividades com os fornecedores, e comunicação com os clientes sobre as necessidades do mercado.

Para Pires (1995), o termo PCP pode ser definido como sendo um conjunto de atividades gerenciais a serem executadas e que são fundamentais para que se concretize a produção de um item/produto qualquer. Assim, o PCP é parte fundamental da Gestão da Produção como um todo.

Slack *et al* (1997) explicam que o propósito do planejamento e controle é garantir que a operação seja realizada eficazmente e produza produtos e serviços. É como fazer uma conciliação do potencial da operação de fornecer produtos com a demanda de seus consumidores.

Nesta mesma linha, Russomano (2000) explica que o PCP é a função da administração que planeja, dirige e controla o suprimento de material e as atividades de processamento de uma empresa, de modo que os produtos especificados sejam produzidos por métodos preestabelecidos para conseguir um programa de vendas aprovado; essas atividades são desempenhadas de tal maneira que recursos humanos, facilidades industriais e capitais disponíveis são usados com a máxima vantagem.

Em um sistema produtivo, ao serem definidas suas metas e estratégias, faz-se necessário formular planos para atingi-las, administrar os recursos humanos e físicos com base nesses planos, direcionar a ação dos recursos humanos sobre os físicos e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios. Esse conjunto de atividades é desenvolvido pelo PCP (TUBINO, 2000).

Os sistemas de PCP provêm informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização de mão-de-obra e dos equipamentos,

assim como a coordenação das atividades internas com as atividades de fornecedores e distribuidores e a comunicação / interface com os clientes (CORRÊA *et al*, 2001).

Segundo Corrêa *et al* (2001), as principais atividades gerenciais básicas do PCP são:

- **Planejar as necessidades futuras de capacidade:** qualitativa e quantitativamente do processo produtivo, de forma que haja disponibilidade para atender ao mercado com níveis de serviço compatíveis com as necessidades competitivas da organização.
- **Planejar a aquisição dos materiais comprados:** de modo que eles cheguem nos momentos e nas quantidades certas, necessários para manter o processo produtivo sem rupturas.
- **Planejar níveis apropriados de estoques:** de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais nos pontos corretos, de forma a garantir que as incertezas do processo afetem minimamente o nível de serviços aos clientes e a garantir o funcionamento suave da fábrica.
- **Programar atividades de produção:** de forma que as pessoas e os equipamentos envolvidos no processo estejam, em cada momento, trabalhando nas coisas certas e prioritárias, evitando assim, dispersão desnecessária de esforços.
- **Ser capaz de saber sobre a situação corrente:** das pessoas, dos equipamentos, dos materiais, das ordens (de compra, de fabricação, e de serviços) e de outros recursos produtivos da fábrica, de modo a poder informar e, de modo geral, comunicar-se adequadamente com clientes e fornecedores.

- **Ser capaz de reagir eficazmente:** reprogramando atividades bem e rapidamente, quando algo correr mal no processo ou quando situações ambientais inesperadas ocorrerem.
- **Ser capaz de prometer prazos:** com precisão aos clientes e, depois, cumprir mesmo em situações ambientais dinâmicas e, muitas vezes, difíceis de prever.
- **Prover informações a outras funções:** a respeito das implicações físicas e financeiras das atividades, presentes e futuras, da manufatura, contribuindo para que os esforços de todas as funções possam ser integrados e coerentes.

A maioria das atividades gerenciais suportadas pelo PCP tem claras implicações estratégicas. Embora até recentemente consideradas operacionais, elas afetam diretamente os níveis de desempenho do sistema de produção, em termos de custos, qualidade, prazos e confiabilidade e, por conseguinte, afetam a forma com que a própria organização compete e é vista pelo mercado.

2.1.3 – ÁREAS RELACIONADAS COM O PCP

Com o crescimento dos sistemas produtivos, uma série de funções é destacada das funções básicas (Produção, Marketing e Finanças) e agrupada em departamentos de suporte ou apoio. Algumas funções estão mais relacionadas com os sistemas de planejamento e controle da produção que, segundo Tubino (2000), são:

- **Engenharia** – a engenharia assume todas as funções técnicas de projeto dos produtos e dos processos de fabricação e montagem dos bens ou serviços. O PCP usa as informações da engenharia para identificar o que e como produzir os produtos solicitados pelos clientes.

- **Compras/Suprimentos** – têm por responsabilidade suprir o sistema produtivo com as matérias-primas, componentes, materiais indiretos e equipamentos necessários à produção de bens ou serviços. O PCP relaciona-se diretamente com Compras, passando-lhe informações sobre o planejamento das quantidades de materiais e prazos necessários para o atendimento de um programa de produção, solicitando-lhe a reposição dos materiais, e acompanhando o desempenho dos fornecedores no atendimento desse programa.
- **Manutenção** – encarrega-se em manter os equipamentos e instalações do sistema de produção em perfeito estado de uso. O PCP tem interesse imediato no bom andamento das atividades de manutenção. A programação da produção exige o conhecimento das condições físicas dos equipamentos e instalações, e o replanejamento exige rapidez na troca de informações sobre a mudança de estado dos mesmos.
- **Recursos Humanos** – é de sua responsabilidade recrutar e treinar os funcionários, etc. O PCP relaciona-se com o RH a longo prazo, definindo a patamar de produção necessário para atender à previsão de demanda, base política de recrutamento e treinamento, e em curto prazo programando os recursos produtivos onde os funcionários serão alocados.

2.1.4 – PROCESSOS TÍPICOS DE PCP

Independente do sistema produtivo, da tecnologia de processo e do sistema de PCP (JIT, MRP, OPT, os quais serão oportunamente apresentados) utilizado na Gestão da Produção, existem algumas atividades que são tradicionalmente inerentes à sua realização (PIRES, 1995). Isso significa que, num nível de complexidade variável, elas quase sempre se farão necessárias. Essas atividades são:

- **Gestão da Demanda** - dentro do planejamento, a previsão de demanda é uma atividade interativa que se responsabiliza por coletar e coordenar todas as demandas potenciais sobre a capacidade manufatureira de uma empresa, tratando as interações do dia-a-dia entre consumidores e a companhia (VOLLMANN *et al*, 1992). Os trabalhos de planejamento praticamente se iniciam com os dados iniciais vindos das áreas de Vendas e Marketing. Normalmente esses dados são gerados pela Gestão da Demanda e dizem respeito ao que produzir em quais quantidades e em que prazo eles devem estar concluídos, visando sempre identificar as fontes de demandas, as tendências de mercado e os fatores econômicos que influenciam a demanda (LENZA, 2000) apud (SANTA EULALIA, 2001). Pela sua importância neste trabalho, a Gestão da Demanda será melhor detalhada no capítulo 3.

- **Planejamento de Vendas e Operações (*Sales and Operations Planning – S&OP*)** - segundo Corrêa *et al* (2001), a principal preocupação das empresas, ao menos no setor privado, tem recentemente se voltado para como gerenciar suas áreas funcionais de modo a obter, manter e ampliar seu poder competitivo. Cada área funcional deve possuir seu objetivo de desempenho estabelecido e priorizado, estabelecendo, assim, a melhor forma de contribuir para a competitividade da empresa.

O processo de planejamento e controle da produção, estruturado para atender a integração das diversas áreas funcionais é o S&OP (Planejamento de Vendas e Operações). Deve integrar, tanto no nível de políticas como no nível de decisões (ao menos de médio e longo prazo), as funções de manufatura, marketing, finanças e engenharia e desenvolvimento de produto (CORRÊA *et al*, 2001).

O S&OP é um processo de planejamento e procura identificar como a visão de determinado horizonte de futuro, juntamente com o conhecimento da situação atual, pode influenciar as decisões. É um planejamento contínuo, caracterizado por revisões mensais e contínuos ajustes nos planos da empresa, à luz das flutuações da demanda do mercado, auxiliando no balanceamento da demanda

e oferta e também no nível de volume agregado como em nível detalhado de “mix” (WALLACE, 2001), da disponibilidade de recursos internos e do suprimento de materiais e serviços externos (CORRÊA *et al*, 2001).

Para Wallace (2001), os benefícios resultantes do Planejamento de Vendas e Operações são:

- Para as empresas que produzem para estoque: melhor atendimento ao cliente e, ao mesmo tempo, inventários de produtos acabados quase sempre menores;
- Para as empresas que produzem sob encomenda; melhor atendimento ao cliente e, ao mesmo tempo, prazos de entregas quase sempre mais curtos;
- Ritmos de produção mais estáveis, aumentando a produtividade.

Um dos principais objetivos do S&OP é gerar planos de vendas, produção, financeiro e de introdução de novos produtos, que sejam realistas, viáveis e coerentes uns com os outros e com os objetivos estratégicos da empresa (CORREA *et al*, 2001).

De acordo com Wallace (2001), a missão do S&OP é a de balancear a demanda com a oferta em nível de volume. O volume se refere aos índices globais de vendas, índices de produção, inventários agregados, e pedidos pendentes ou em atraso.

Segundo Wallace (2001), uma informação de entrada muito importante para o processo de S&OP é a previsão de vendas resultante do processo de Gestão de Demanda. O S&OP é uma evolução natural do Plano Agregado de Produção preconizado nos tradicionais modelos dos sistemas MRP/ERP (*Manufacturing Resources Planning / Enterprise Resources Planning*), na medida em que incorpora mais participação e transparências entre as áreas. A diferença básica entre o S&OP e o Planejamento (Agregado) de Produção é que no S&OP são realizadas de forma integrada o plano de vendas e o de

produção, diferente do Planejamento de Produção que era realizado após o planejamento de vendas, de forma seqüencial, conforme ilustra a Figura 3.

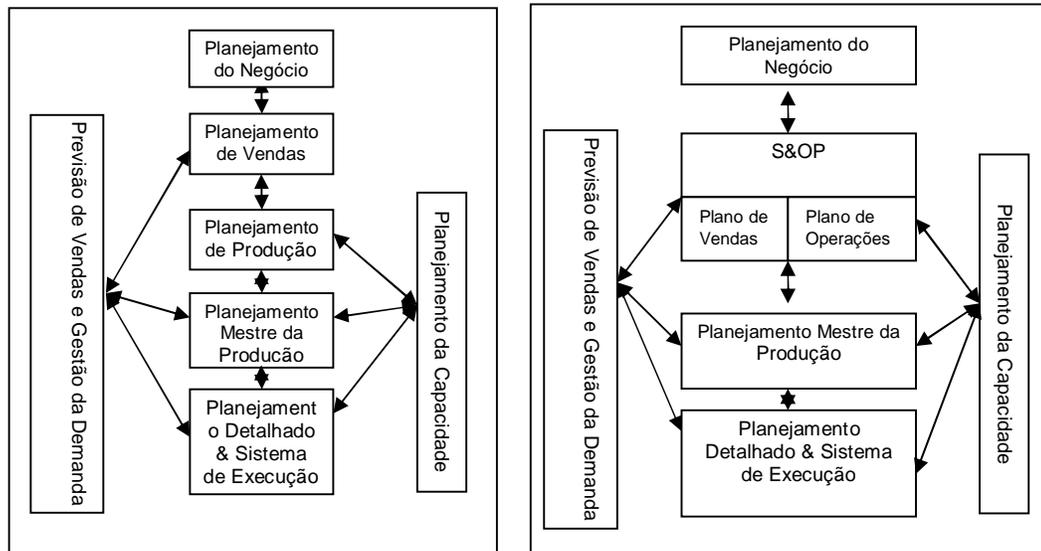


Figura 3 - Comparação entre Planejamento da Produção tradicional e o S&OP (WALLACE, 2001)

- **Programa Mestre da Produção (Master Production Scheduling - MPS)** – consiste num referencial básico para a produção, estabelecendo quando e em que quantidade cada produto deverá ser produzido dentro de um certo horizonte de planejamento. Na elaboração desse programa, as restrições impostas pela capacidade são verificadas num nível macro.

Segundo Pires (1995), o Programa Mestre de Produção é o “referencial básico para a produção, estabelecendo quando e em que quantidade cada produto deverá ser produzido dentro de um certo horizonte de planejamento”.

Bonney (2000) explica que o MPS, em conjunto com o programa de vendas, é o planejamento que a empresa responde pela demanda de mercado.

Segundo Bremer (2000), o MPS é um programa da produção de curto/médio prazo, que considera os pedidos existentes e é realizado em função dos produtos finais e componentes críticos. O MPS também executa a função de

conciliar a demanda existente e a capacidade disponível para aquele período, procurando atender os pedidos dentro dos prazos estabelecidos.

O MPS é a fase mais importante do planejamento e controle de uma empresa, constituindo-se na principal entrada para o planejamento das necessidades de materiais (SLACK *et al.*, 1997). A geração dos planos do MPS deve considerar todas as fontes de demanda, pois a estabilidade e confiabilidade da programação dependem do conhecimento dessas demandas e das restrições existentes. O MPS será mais bem detalhado no capítulo 3.

- **Planejamento das Necessidades de Materiais (*Material Requirement Planning – MRP*)** – é uma técnica para converter a previsão de demanda de um item de demanda independente em uma programação das necessidades das partes componentes do item. Ele pode ser visto como uma técnica de programar a produção de itens de demanda dependente, já que determina quanto deve ser adquirido de cada item e em que data o item deve estar disponível. Também é visto como um sistema de controle de estoques de itens de demanda dependente (MOREIRA, 2000). O MRP será mais bem detalhado no capítulo 3.

- **Programação da Produção** – estabelece, a curto prazo, quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário à composição dos produtos finais. Encarrega-se de fazer o seqüenciamento das ordens emitidas, de forma a otimizar a utilização dos recursos. Dependendo do sistema de produção utilizado pela empresa (puxado ou empurrado), a programação da produção enviará as ordens a todos os setores responsáveis (empurrando) ou apenas a montagem final (puxando) (TUBINO, 2000).

- **Planejamento e Controle da Capacidade** – estipula, basicamente, através de um parâmetro mais adequado (como quantidade de peças, quantidade de horas, etc.) quais devem ser os níveis de produção (*outputs*) máximos que os centros produtivos devem ter num certo horizonte de planejamento. O controle de capacidade basicamente cuida das providências

para que a capacidade planejada seja realizada e das informações a serem utilizadas por outras atividades do PCP (PIRES, 1995).

- **Controle de Estoques** – o controle dos estoques cuida basicamente do controle físico sobre todos os itens fabricados e comprados, utilizados pela indústria na produção de seus produtos. Em termos práticos, isto significa trabalhar com dois objetivos aparentemente conflitantes: minimizar os investimentos em estoques e maximizar os níveis de atendimento aos clientes e produção da indústria (PIRES, 1995).

- **Controle de Produção** – consiste basicamente em acompanhar a fabricação e compras dos itens planejados (programados), com o objetivo de que os prazos estabelecidos sejam cumpridos. Atua colhendo dados importantes para o sistema de custos, tomando decisões típicas de chão de fábrica e alimentando de informações o controle de estoques (PIRES, 1995).

Essas atividades do PCP, vistas aqui de forma resumidas, serão melhor detalhadas no capítulo 3, com maior ênfase em S&OP, MPS, MRP e Gestão da Demanda.

2.1.5 – SISTEMAS E TÉCNICAS DE PCP

Neste tópico, serão apresentados os diversos sistemas ou abordagens mais conhecidas para PCP e suas principais características.

Para Newman e Sridharan (1995) apud Santa Eulália (2001), os sistemas mais comuns e utilizados na prática e discutidos na literatura são os sistemas empurrados baseados no MRP, os sistemas puxados baseados no *Kanban* (JIT), os sistemas baseados na teoria das restrições (que programam a produção segundo os recursos gargalos) e os sistemas baseados no ponto de reposição.

Pires (1995) afirma que pelo menos três sistemas são utilizados nas atividades de PCP:

- MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) – Planejamento dos Recursos da Manufatura.
- JIT – Produção *Just-in-Time*.
- OPT (*Optimized Production Technology*) – Tecnologia da Produção Otimizada.

O sistema MRPII evoluiu para o ERP (*Enterprise Resource Planning*) ou Planejamento dos Recursos da Empresa. O OPT (*Optimized Production Technology*) – Tecnologia da Produção Otimizada evoluiu para a TOC (*Theory of Constraints* ou Teoria das Restrições) e o JIT para *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta).

A opção pela utilização de um desses sistemas, ou pela utilização dos mesmos de forma combinada, tem se constituído numa das principais decisões acerca do gerenciamento produtivo nos últimos anos.

2.1.5.1 – Sistemas MRP e MRP II

O MRP, em uma definição muito simples, é o planejamento para se ter a peça certa, no lugar certo, no momento certo e em quantidade planejada para poder realizar o MPS em tempo e corretamente.

Agora se verifica que o termo MRP, de acordo com o Dicionário APICS (COX *et al*, 1998), é um conjunto de técnicas que utiliza a lista de materiais (BOM – *Bill of Material*), informações de estoques e o Programa Mestre de Produção (MPS – *Master Production Scheduling*) para calcular as necessidades de materiais. Ele produz recomendações para liberar as ordens de reposição de materiais.

Para Slack *et al* (1997), o MRP permite que as empresas calculem quantos materiais de determinado tipo são necessários e em que momento. Para fazer isso, utiliza-se de pedidos em carteira, assim como uma previsão para os

pedidos que a empresa acha que irá receber. Este sistema ajuda as empresas a fazerem cálculos de volume e tempo.

O sistema MRP ajuda a manufatura determinar precisamente quando e quanto de material comprar e processar baseado na análise dos pedidos de vendas, ordens de produção, previsões e inventários atuais (PETRONI, 2002).

Meredith *et al* (2002) explicam que o MRP é um sistema de gerenciamento da produção e inventário. Como tal, ele requer informações sobre produção e inventário para produzir o seu produto básico – uma programação ou plano de pedidos, tanto dos liberados como dos pendentes, que especifiquem as medidas para serem tomadas agora e no futuro e tem como um dos produtos principais o relatório de liberação de pedidos planejados, dentre outros.

Porém observa que, na prática, o MRP consiste em um conjunto de procedimentos, regras e registros com a finalidade de transformar o MPS em necessidades líquidas de materiais para cada item de estoque necessário para manufaturar um produto.

O conceito de cálculo de necessidade de materiais é simples e conhecido há muito tempo. Baseia-se na idéia de que, se são conhecidos todos os componentes de determinado produto e os tempos de obtenção de cada um deles, pode-se, com base na visão de futuro das necessidades de disponibilidades do produto em questão, calcular os momentos e as quantidades que devem ser obtidas, de cada um dos componentes para que não haja falta nem sobra, no suprimento das necessidades dadas pela produção (CORRÊA *et al*, 2001).

Segundo Krajewski e Ritzman (2004), o sistema MRP permite, às empresas, reduzir os níveis de estoque, utilizar-se de modo mais adequado à mão-de-obra e as instalações e melhorar o atendimento ao cliente. Isso se deve a três vantagens do MRP, que são:

- A previsão estatística por componentes com demanda irregular resulta em grandes erros de previsão. Compensar esses erros com aumento

de estoques é muito oneroso. O MRP calcula a demanda dependente de componentes dos programas de produção de seus produtos acabados, fornecendo uma melhor previsão das necessidades.

- Fornecem informações úteis para o planejamento da capacidade e para a estimativa das necessidades financeiras. Programas de produção e compras podem ser convertidos em necessidades de capacidade e valores e podem ser projetados nos períodos de tempo quando passarem a existir.
- Atualizam automaticamente a demanda dependente e os programas de reposição de estoque quando variam os programas de produção de itens de produtos acabados.

Os principais dados de entrada de um sistema MRP é um banco de dados com as listas de materiais, plano mestre de produção e um banco de dados com registro de estoque. O MRP converte o plano mestre de produção e outras fontes de demanda, nas necessidades para todos os subconjuntos, componentes e matérias-primas necessárias para fabricar os itens dos produtos finais. Este processo é denominado explosão do MRP, porque converte as necessidades de diversos produtos finais em um plano de necessidades de materiais que especifica a programação de reposição de todos os subconjuntos, componentes e matérias-primas necessárias para os produtos finais (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2004).

Antes dos cálculos viabilizados pelo MRP, a gestão de todos os itens em estoque era feita com base em modelos convencionais (lote econômico e ponto de reposição). Tratavam-se todos os itens de forma indiscriminada, com se fossem todos de demanda independente. Assim, todos os componentes dos produtos eram tratados com base na incerteza da previsão de demanda.

Para que se tenha uma melhor visão do sistema, Meredith *et al* (2002) apresentam um esquema de funcionamento do MRP, conforme a Figura 4:

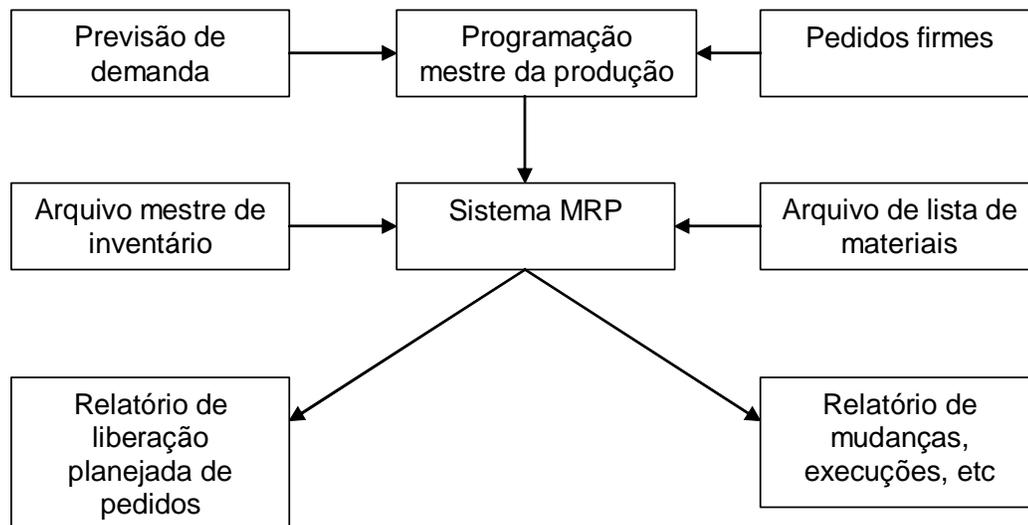


Figura 4 – Esquema básico de funcionamento do sistema MRP (MEREDITH et al, 2002)

Posteriormente, na década de 1970, esse sistema que executava apenas uma das atividades evoluiu paralelamente ao desenvolvimento da informática, surgindo um sistema computacional com o pretensioso objetivo de realizar todas as principais atividades do PCP (PIRES, 1995). Esse novo sistema passou a se chamar MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) ou Planejamento dos Recursos da Manufatura, como sendo um sistema de informações abrangendo toda a manufatura.

Em resumo, o MRP II pode ser descrito como um sistema hierárquico de gestão da produção, em que os planos de longo prazo de produção são sucessivamente detalhados até se chegar ao nível do planejamento de componentes e máquinas específicas (CORRÊA e GIANESI, 1996). Esse sistema busca cobrir quase todas as funções dos sistemas convencionais.

O MRP II amplia os sistemas MRP para compartilhar informações com uma série de outros departamentos funcionais fora da área de produção, incluindo os setores de engenharia, compras, registros de pedidos – clientes, manutenção e contabilidade. Portanto, um dos componentes-chaves do MRP II

é armazenar centralmente informações operacionais e proporcionar acesso a esses departamentos que as necessitam (MEREDITH *et al*, 2002).

Para Pires (1995), o MRP II tem premissas não realísticas como a necessidade de se conhecer antecipadamente os ciclos produtivos (*lead time*) de cada item planejado, bem como considera todas as necessidades de montagem numa única data.

A quantidade de módulos que compõem um MRP II tende a variar ao redor das atividades básicas do PCP e é basicamente composto de programa mestre da produção, lista de materiais, roteiros de fabricação, planejamento das necessidades de materiais, gerenciamento de custos, compras e controle do chão-de-fábrica. Tende a ter uma sistemática de funcionamento complexa e volumosa (PIRES, 1995).

Corrêa e Giansesi (1996) apresentam algumas vantagens na utilização do sistema MRP II que são:

- Sua natureza é dinâmica e reage bem à mudança. Essa característica faz que ele seja mais útil para situações em que as estruturas de produtos sejam complexas, com vários níveis e vários componentes por nível e em que as demandas sejam instáveis.
- A lógica do MRP II permite que se trate de forma mais apropriada os itens de demanda dependente do que a lógica do ponto de reposição.
- É um sistema de informações integrado, que põe em disponibilidade para um grande número de usuários grande quantidade de informações.

Krajewski e Ritzman (2004) proporcionam uma visão geral de um sistema MRP II, conforme a Figura 5.

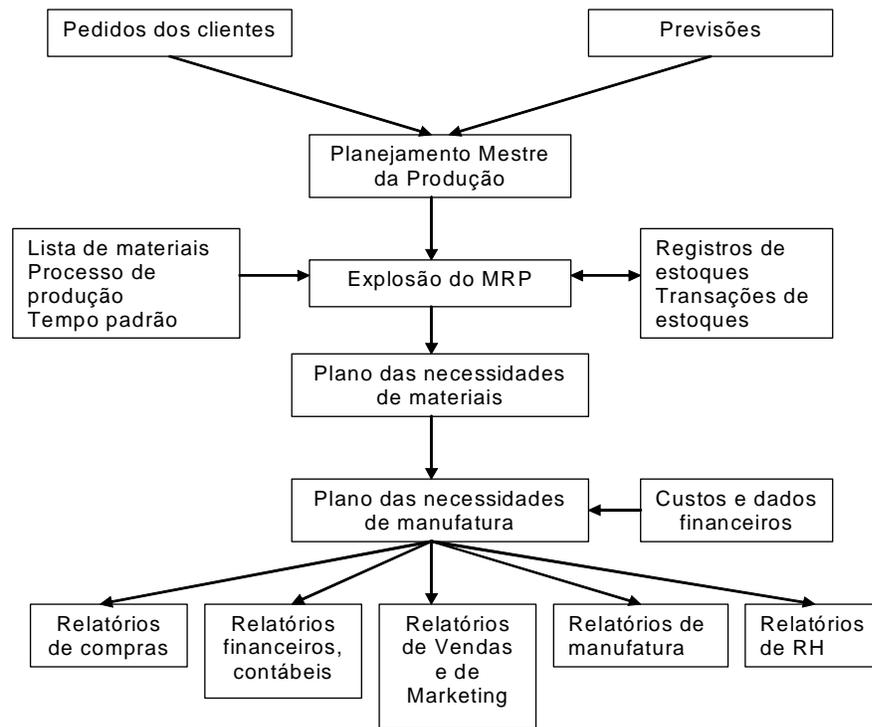


Figura 5 – Visão geral de um sistema MRP II (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2004)

Apesar de o MRP II ser visto como um sistema evolucionário do MRP, que acrescenta a este um nível extraordinário de precisão nas informações requeridas, ele possui suas deficiências. Para Pires (1995), até a metade da década de 1980, o MRP II era muito mais elogiado do que criticado. Algumas contribuições, como o conceito de demanda dependente, controles *on line*, gerenciamento integrado da produção através de bancos de dados compartilhados, dentre outras, representaram um grande progresso para o PCP. Com o advento do sistema JIT (*Just in Time*), o gigantismo dos sistemas MRP II veio à tona. As críticas mais comuns estão relacionadas ao volume de dados planejados/controlados, ao nível de acuracidade necessários e o fato do sistema assumir capacidade infinita.

Em pesquisa apresentada por PIRES (1995), dados mostram que o módulo mais utilizado do MRP II é aquele que executa o planejamento das

necessidades de materiais, ou seja, é o módulo que representa o sistema MRP original.

2.1.5.2 – Sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*)

Com o avanço da tecnologia da Informação, as empresas passaram a utilizar sistemas computacionais para suportar suas atividades. O desenvolvimento desses sistemas ficava limitado a áreas específicas da organização, tornando as informações fragmentadas, ocasionando uma dificuldade de consolidação de informações que, muitas vezes, eram inconsistentes e redundantes, armazenados em mais de um sistema.

Este desenvolvimento mostra que a evolução do MRP ainda não parou por aí. Continua ainda hoje, e o sistema integrado que sucedeu o MRP II é o ERP (*Enterprise Resource Planning*) ou Planejamento dos Recursos da Empresa (CORRÊA, *et al*, 2001), o qual é basicamente composto de módulos que atendem a necessidades de informação para apoio à tomada de decisão de outros setores que não apenas aqueles ligados à manufatura.

Nesta mesma visão da evolução para sistemas integrados, Meredith *et al* (2002) explicam que os sistemas de informação têm caminhado na direção de integrar todas as atividades e processos comerciais dentro de uma empresa e são chamados de ERP. Têm como objetivo propiciar informações sem emendas em tempo real para todos os funcionários que necessitam.

Silva e Pessoa (1999) apud Laurino e Mesquita (2000) explicam que o ERP, em sua concepção fundamental, é um sistema aplicativo que serve como uma infra-estrutura básica (“*backbone*”) para toda a empresa. Integra processos de gerenciamento e de negócios, proporcionando uma visão global da organização.

O ERP é um sistema integrado que possibilita um fluxo de informações único, contínuo e consistente por toda a empresa sob uma única base de dados. É

um instrumento para a melhoria de processos de negócio, tais como produção, compras ou distribuição, orientado por estes processos e não as funções/departamentos da empresa, com informações on-line e em tempo real (STAMFORD, 2003).

Evidentemente, esse enfoque elimina a incompatibilidade criada quando departamentos funcionais diferentes utilizam sistemas diferentes, e também elimina a necessidade que pessoas de vários setores terem a necessidade de redigitar a mesma informação várias vezes em outros sistemas. A Figura 6 ilustra um típico sistema de ERP (MEREDITH *et al*, 2002):

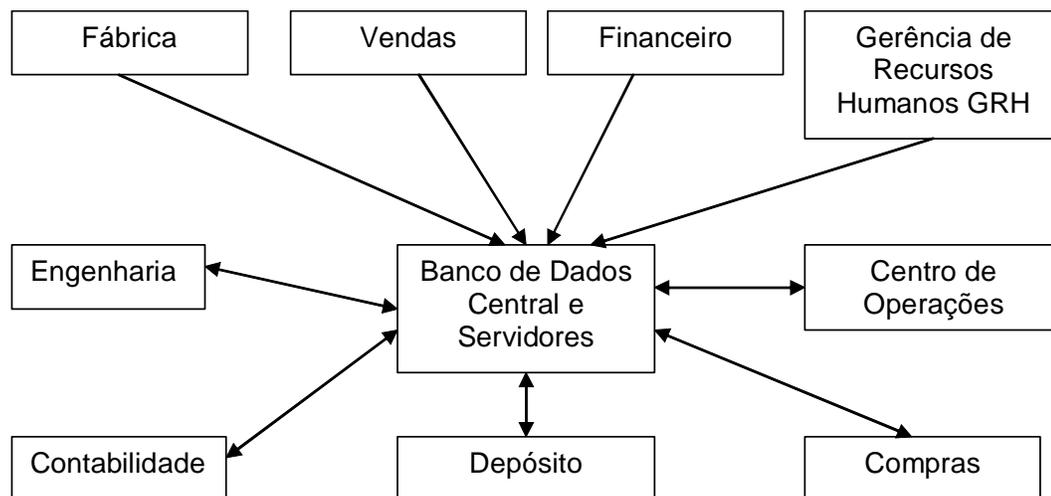


Figura 6 – Típico sistema de ERP (MEREDITH *et al*, 2002)

2.1.5.3 – OPT (*Optimized Production Technology* – Tecnologia da Produção Otimizada) e Teoria das Restrições

O OPT surgiu em Israel, na década de 1970, quando o físico Eliyahu Moshe Goldratt aplicou uma técnica usada para prever o comportamento de um átomo cristalino aquecido para otimizar um grande número de variáveis de um problema de programação de produção. O OPT era, no final da década de 1980, o software mais poderoso e de maior sucesso para programação de chão de fábrica. Seu criador não considerava o OPT um sistema de PCP, mas

apenas um sistema de programação da produção e que ele é apenas um produto derivativo de uma teoria mais ampla criada por ele, a Teoria das Restrições (TOC - *Theory of Constraints*) (PIRES 1995).

Para Slack *et al* (1997), o OPT é uma técnica que auxilia a programação de sistemas produtivos, ao ritmo ditado pelos recursos mais fortemente carregados, ou seja, os gargalos. Se a taxa de atividade em qualquer parte do sistema exceder aquela do gargalo, alguns itens estarão sendo produzidos sem que possam ser utilizados. Se a taxa de trabalho cai abaixo do ritmo no gargalo, todo sistema é subutilizado. Segundo Meredith *et al* (2002), o procedimento básico do OPT é primeiro identificar as estações de trabalho que são gargalos na fábrica, programá-las para mantê-las em pleno uso e depois programar as estações não-gargalos com a finalidade de manter as estações gargalos ocupadas de forma a nunca ficarem esperando trabalho.

Esses recursos gargalos por serem limitantes do processo produtivo, devem ser tratados de maneira especial, de forma que as decisões em torno de todos os outros recursos do sistema estejam submetidas às decisões tomadas em relação aos recursos gargalos. E pelo fato de ser a principal restrição do sistema, a qualidade de sua administração é essencial para atender à demanda, o que significa manter o gargalo do sistema de transformação de insumo disponível pelo maior tempo disponível, reduzindo ao máximo o tempo de espera entre as tarefas sucessivas (BARROS e MOCCELLIN, 2004).

O OPT é um sistema de informação de PCP completo, especialmente apropriado para ambientes de job-shop complexos. Ao desenvolver a quantidade de trabalho a ser feito em cada centro de trabalho, o OPT, dada uma combinação (mix) de produtos, localiza os gargalos nos processos de produção (GAITHER e FRAZIER, 2001)

A abordagem OPT advoga que o objetivo básico das empresas é “ganhar dinheiro”. Considera também que a manufatura deve contribuir com este objetivo básico através da atuação de três elementos: maximizar o fluxo de materiais vendidos, reduzir os níveis de estoques no sistema e reduzir

despesas operacionais com a transformação dos estoques em fluxo de produtos vendidos (CORRÊA *et al*, 1996). A idéia é aumentar o *throughput* e reduzir tanto as despesas de estoque como as operacionais (GAITHER e FRAZIER, 2001).

Dentre os vários autores que explicam os princípios do OPT, Slack *et al* (1997) divulgam estes princípios como sendo:

1. Balanceie o fluxo, não a capacidade.
2. O nível de utilização de um recurso não gargalo é determinado por alguma outra restrição do sistema, não por sua própria capacidade.
3. Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos.
4. Uma hora perdida no recurso gargalo é uma hora perdida para sempre em todo o sistema.
5. Uma hora poupada num recurso não gargalo é uma miragem.
6. Os gargalos governam tanto a produção como os estoques do sistema.
7. O lote de transferência pode não ser, e muitas vezes não deveria ser, igual ao lote de processamento.
8. O lote de processamento deveria ser variável, não fixo.
9. Os *lead times* são resultados da programação e não podem ser determinados a priori.
10. Os programas devem ser estabelecidos olhando-se todas as restrições simultaneamente.

Em relação às vantagens do OPT, ele tem uma vocação especial para auxiliar as empresas na redução de *lead times* e estoques na ordem de 30% e de 40 a 75 %, respectivamente (CORRÊA e GIANESI, 1996).

O OPT ajuda as empresas a focalizarem suas atenções em seus problemas e não incentiva a desperdiçar esforços em problemas que não modificam o resultado do recurso gargalo. Ele restringe a necessidade de dados com alto nível de acuidade, já que apenas os recursos gargalos demandam dados precisos (CORRÊA e GIANESI, 1996).

Dentre as limitações, o OPT centraliza as tomadas de decisões, é um sistema “proprietário” e caro, não é um software amigável (*user friendly*), exige certo nível de habilidade analítica do programador, treinamento e entendimento perfeito dos princípios envolvidos. Várias empresas possuem o OPT e os resultados têm sido satisfatórios. Entretanto, a amostra de usuários ainda é pequena para que se possa afirmar que o OPT é um sistema de uso geral e de bom desempenho (CORRÊA e GIANESI, 1996).

Em sua evolução, a idéia fundamental na Teoria das Restrições (TOC) é que todo sistema tangível, tal como um empreendimento com fins lucrativos, deve ter pelo menos uma restrição. Se isso não fosse verdade, o sistema iria então produzir uma quantidade infinita daquilo que almeja (NOREEN *et al*, 1996). Um aspecto desta filosofia é a melhoria contínua do desempenho da produção (GAITHER e FRAZIER, 2001).

Davis *et al* (2001) explicam que a evolução do OPT resultou nos conceitos da Teoria das Restrições, que é um método de PCP que tenta otimizar a programação pela maximização da utilização dos gargalos do processo.

A TOC foi desenvolvida para focalizar a atenção na restrição de capacidade ou gargalo da produção. Através da identificação da localização da restrição e do esforço para removê-la, buscando então nova restrição, a produção está sempre focalizando naquela parte que determina criticamente o ritmo da produção (SLACK *et al*, 1997).

A TOC é um sistema de PCP que se baseia nos conceitos tambor, pulmão, corda. A produção é controlada em pontos de controle, ou gargalos, que são coletivamente chamados de tambor (*drum*), porque estabelecem o ritmo a ser

seguido por todas as outras operações. Um pulmão (*buffer*) na forma de estoque é mantido antes de um gargalo, a fim de que sempre haja material no qual trabalhar. Uma corda (*rope*) é alguma forma de comunicação, no sentido inverso do processo para impedir que os estoques se elevem e para coordenar as atividades necessárias para sustentar o MPS. A corda garante que toda etapa de produção esteja sincronizada como MPS (GAITHER e FRAZIER, 2001).

2.1.5.4 – Just in Time (JIT) e Manufatura Enxuta

O dicionário da APICS (COX, *et al*, 1998) define o JIT como uma filosofia de manufatura que se baseia na eliminação planejada de todo desperdício e na melhoria contínua da produtividade. Ela envolve a execução bem-sucedida de todas as atividades de manufatura necessárias para produzir um produto final, da engenharia de projetos à entrega e inclusão de todos os estados de transformação da matéria-prima em diante. Os elementos principais do *just in time* são a manutenção somente dos estoques necessários quando preciso; melhorar a qualidade até atingir um nível zero de defeitos; reduzir *lead times* ao reduzir os tempos de preparação, comprimentos de fila e tamanhos de lote; revisar incrementalmente as próprias operações; e realizar essas coisas a um custo mínimo. Num sentido mais amplo, aplica-se a todas as formas de manufatura, *job-shops* e processos, bem como a manufatura repetitiva.

Suas raízes provêm da cultura japonesa onde refugo, retrabalho e desperdícios são inaceitáveis, o que conduz a uma constante busca pela qualidade absoluta e do custo mínimo (RUSSOMANO, 2000).

A empresa líder no desenvolvimento do JIT em meados da década de 1970 no Japão foi a Toyota. A estratégia da Toyota no Japão tem sido aproximar progressivamente a manufatura de seus clientes e fornecedores (SLACK *et al*, 1997). Posteriormente o conceito JIT se expandiu. É mais que uma filosofia gerencial que procura não apenas eliminar os desperdícios, mas também

colocar o componente certo, no lugar certo e na hora certa (MARTINS *et al*, 1998).

Verifica-se que a idéia básica do sistema JIT é, de maneira simples e objetiva, fabricar e entregar produtos no momento exato a serem vendidos. Desta forma, o JIT deseja atender a demanda, no instante exato, com perfeita qualidade e sem desperdício. De qualquer forma, o JIT procura produzir produtos no momento requerido pelos clientes, nunca antes ou depois.

Para Krajewski e Ritzman (2004), o sistema JIT concentra-se em reduzir ineficiências e tempo improdutivo nos processos, a fim de aperfeiçoar continuamente o processo e a qualidade dos produtos fabricados. O envolvimento dos funcionários e a redução das atividades que não agregam valor são essenciais.

Pires (1995) explica que o sistema JIT consiste em três elementos básicos que são: um sistema de gerenciamento da produção, um sistema de garantia da qualidade e um sistema de manutenção preventiva total. Além disso, existem três conceitos fundamentais: o Kanban (sistema de controle da produção), o sistema de planejamento da produção e a filosofia global de gerenciamento.

Meredith *et al* (2002) explicam, em termos operacionais, que o JIT significa manter o fluxo de trabalho ativo em tempo integral, desde o recebimento na planta até a entrega para o cliente, eliminando inventários, reduzindo as distâncias percorridas, suprimindo defeitos e sucatas, utilizando ao máximo o espaço disponível e também realizando melhoria contínua dos processos.

Seu objetivo principal é a redução dos desperdícios, principalmente minimizar elementos ou atividades que não agregam valor ao produto. Assim, para o JIT, tudo que não é produção é considerado perda ou desperdício.

Nesta visão, para o JIT o estoque é considerado o maior desperdício, não pelos juros do capital empatado, mas por esconder os problemas na produção. Isso dá ao JIT a capacidade de promover o aprimoramento contínuo da

produção, pois, ao diminuir os estoques e permitir que os problemas de produção apareçam, pode-se conseguir uma melhoria no processo.

Segundo Corrêa e Gianesi (1996), o sistema JIT diferencia-se do sistema tradicional nos seguintes aspectos:

- Os estoques são considerados nocivos por ocuparem espaços e altos investimentos de capital e, principalmente, por esconder as ineficiências do processo produtivo;
- Coloca ênfase na redução dos lotes de fabricação através da redução dos tempos de preparação de equipamentos;
- Assume a meta de eliminação de erros;
- Coloca ênfase no fluxo de materiais e não na maximização da utilização da capacidade;
- Transferem a responsabilidade de funções como o balanceamento das linhas, o controle de qualidade e a manutenção preventiva à mão-de-obra direta, deixando à mão-de-obra indireta às funções de apoio e auditoria;
- Coloca ênfase na ordem e limpeza da fábrica como pré-requisitos fundamentais para o atingimento dos objetivos pretendidos.

O sistema JIT concentra-se em reduzir as ineficiências e tempo improdutivo nos processos. O envolvimento dos funcionários e a redução de atividades que não agregam valor são essenciais para as operações. Neste sentido, Krajewski e Ritzman (2004) apresentam as seguintes características do JIT:

- Método de puxar o fluxo de materiais;
- Qualidade alta e consistente;
- Lotes de pequeno tamanho;

- Cargas uniformes das estações de trabalho;
- Componentes padronizados e métodos de trabalho;
- Relações próximas com os fornecedores;
- Força de trabalho flexível;
- Fluxos em linha;
- Manutenção preventiva.

Muitas técnicas do JIT referem-se diretamente ao PCP, de acordo com Slack *et al*, (1997):

- A programação puxada coloca na operação cliente a responsabilidade de solicitar a entrega de materiais, em vez de a operação fornecedora ter que enviar;
- Sistema de controle kanban: são objetos de controle como cartões, os quais governam a movimentação de materiais entre estágios, assim como a produção de componentes para estoques;
- A programação nivelada procura suavizar o fluxo de produtos da produção, através da redução do período em que uma determinada seqüência de produção é repetida;
- Lote econômico de produção unitário garantindo um fluxo suave do mix de produtos necessários;
- A sincronização é o processo pelo qual o ritmo da produção é regularizado para produtos de alto volume.

As metas colocadas pelo JIT em relação aos vários problemas de produção são (CORRÊA e GIANESI, 1996):

- Zero defeitos;

- Tempo zero de preparação (*setup*);
- Estoque zero;
- Movimentação zero;
- Quebra zero;
- *Lead time* zero;
- Lote unitário (uma peça).

Eliminar o desperdício de todos os tipos é a ideologia fundamental que há por de trás do JIT. São identificados sete tipos de desperdícios que devem ser eliminados e que Gaither e Frazier (2001) colocam na Tabela 7:

Tabela 7 – *Tipos de desperdícios a serem eliminados (GAITHER e FRAZIER, 2001)*

Desperdícios	Forma de eliminação
Superprodução	Faça somente aquilo que é necessário agora.
Espera	Coordene os fluxos entre as operações e equilibre cargas desequilibradas por meio de trabalhadores e equipamentos flexíveis.
Transporte	Projete <i>layout</i> de instalações que reduzam ou eliminem o manuseio e embarque de materiais.
Produção desnecessária	Elimine todos os passos.
Estoques de trabalho em processo	Elimine-os, reduzindo tempos de preparação, aumentando taxas de produção e fazendo uma melhor coordenação de taxas de produção entre centros de trabalho.
Movimento e esforço	Melhore a produtividade e a qualidade eliminando movimentos humanos desnecessários, torne os movimentos necessários mais eficientes, mecanize e depois automatize.
Produtos defeituosos	Elimine defeitos e inspeções. Faça produtos perfeitos

Segundo Pires (1995), o sistema JIT tem proporcionado mudanças radicais e positivas dentro da manufatura que são:

- Colocação do cliente/mercado como pólo norteador da manufatura;

- Diminuição da mão-de-obra indireta no chão-de-fábrica e conseqüente envolvimento da mão-de-obra direta nas atividades de controle de produção, controle de qualidade e manutenção preventiva;
- Mudança na relação com os fornecedores, através de uma relação de longo prazo;
- Criação da mentalidade de que os tempos improdutivo e os estoques devem ser minimizados/eliminados.

Deve-se observar que o JIT não se adapta perfeitamente à produção de muitos produtos diferentes, pois isso requer extrema flexibilidade em dimensões que não são conseguidas. Além disso, é desejável que o *layout* de produção seja o celular, de modo a tornar o processo mais eficiente, reduzir a movimentação e o tempo gasto com *setup*.

Por fim, cabe observar que os conceitos do JIT têm sido difundidos através da abordagem conhecida como Manufatura Enxuta. Essa abordagem foi popularizada no ocidente, em 1990, por Womack *et al*, e esses autores denominam o JIT de Manufatura Enxuta (GODINHO FILHO e FERNANDES, 2004).

Womack e Jones (1998) definem a manufatura enxuta como uma abordagem que busca uma forma de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, segundo a qual é possível fazer cada vez mais com menos.

Godinho Filho e Fernandes (2004) definem a Manufatura Enxuta como um modelo estratégico e integrado de gestão direcionado a certas situações de mercado, que propõe auxiliar a empresa a alcançar objetivos de desempenho (qualidade e produtividade).

2.1.5.5 – Sistemas Híbridos

Embora o JIT e o MRP possam ser vistos como abordagens bastante diferentes de planejamento e controle, eles podem ser combinados para formar um sistema híbrido. Há várias maneiras pelas quais eles podem ser combinados, mas cada um delas tenta explorar vantagens relativas do MRP e do JIT.

Sistemas híbridos são sistemas de gestão da produção que têm elementos de mais do que uma lógica básica (JIT, MRP II ou sistemas de programação de produção com capacidade finita) trabalhando de forma integrada, de modo que cada lógica seja utilizada para oferecer soluções para aquelas subunidades para as quais melhor se encaixe (CORRÊA *et al*, 2001).

No funcionamento deste sistema híbrido (MRP II + JIT), o MRP II representaria a estrutura de planejamento futuro de médio e longo prazos e seria responsável pela gestão (planejamento e controle) de matérias-primas e componentes. A gestão detalhada (programação de curtíssimo prazo e controle) de fábrica ficaria então por conta das ferramentas do JIT (kanban ou outro método visual).

Os sistemas de programação da produção com capacidade finita, usado em conjunto integrado com o MRP II, substituem principalmente o módulo do MRP II de SFC (*Shop Floor Control* ou de controle de fábrica). Ao dizer sobre a integração de sistemas de programação finita com sistemas MRP II, é necessário checar se esta é feita em ambos sentidos – do programa gerado pelo MRP alimentando o sistema de programação finita e do novo programa gerado pelo sistema de programação finita retroalimentando o MRP, para que este refaça os planos de materiais (CORRÊA *et al*, 2001).

No próximo capítulo serão apresentados os conceitos sobre Gestão de Demanda.

3 – GESTÃO DA DEMANDA

Neste capítulo serão apresentados os principais conceitos e técnicas relacionadas ao processo de Gestão de Demanda. Espera-se que através dele as empresas possam ter uma melhor eficiência em seus processos produtivos, fazendo com que as necessidades dos clientes sejam atendidas.

3.1 – RAZÕES PARA GERIR A DEMANDA

Segundo Proud (1999) e Corrêa *et al* (2001), o conceito de Gestão da Demanda não é muito disseminado e explorado, possivelmente por não ser tão simples. O raciocínio mais usual para que as empresas não o utilizem pode ser descrito pela seguinte explicação: quando se cogita em administrar um processo, pressupõe-se normalmente que ele esteja de alguma forma, sob o controle de quem o administra. Isso ocorre com a administração da produção ou administração de suprimentos e em outros processos administráveis. No entanto, a demanda é oriunda do ambiente externo à organização, estando, em grande parte, fora de seu controle e podendo variar ao sabor das forças mercadológicas. Dessa forma, discutem que é fato corriqueiro nas empresas as pessoas se perguntarem como é possível administrar a demanda de mercado e, por conseqüência, como um processo de Gestão da Demanda pode se estabelecer em uma empresa.

Nesta mesma ótica, Bremer (2000) explica que o processo de Gerenciar a Demanda busca prover a empresa de um conjunto de atividades capazes de gerir sua demanda, ou seja, identificar quais as necessidades dos clientes em termos de produtos e serviços, dimensionar a capacidade de absorção de cada segmento de mercado e segmento de cliente, e determinar qual o nível de atendimento para cada um desses segmentos.

Gerenciar a demanda é de extrema importância para a empresa e, neste sentido, Corrêa *et al* (2001), apontam cinco razões:

- Poucas empresas são tão flexíveis que possam, de forma eficiente, alterar de forma substancial seus volumes de produção ou *mix* de produtos produzidos de um período para outro, de forma a atender às variações de demanda, principalmente no curto prazo;
- Para muitas empresas, principalmente aquelas multidivisionais, ao menos parte da demanda não vem do ambiente externo, mas de outras divisões ou de subsidiárias, o que permite esforços de administração dessa demanda;
- Empresas que não têm relações de parceria com seus clientes podem negociar quantidade e momento da demanda por eles gerada, de modo a melhor adaptá-la a suas possibilidades de produção;
- A demanda de muitas empresas, principalmente as que produzem produtos de consumo, pode ser criada ou modificada, tanto em termos de quantidades quanto de momento, por meio de atividades de marketing, promoções, propaganda, esforço de venda, entre outros;
- Mesmo empresas que produzem outros tipos de produtos, que não de consumo, podem exercer influência sobre a demanda por meio de esforço de venda, mediante sistemas indutores de comportamento de seus vendedores e representantes comerciais (sistema de cotas e comissões variáveis).

Para Vollmann *et al* (1992), o processo de Gestão da Demanda traz benefícios significativos quando bem desenvolvidos. Esses benefícios são basicamente decorrentes de um planejamento adequado das demandas geradas internamente e externamente, significando que a capacidade da empresa pode ser mais bem planejada e controlada, as promessas de prazos podem ser mais realistas e as atividades de distribuição física podem ser melhoradas significativamente. Isso implica em, ao mesmo tempo, obter ganhos em custos para a empresa e melhor atendimento do mercado.

A demanda é a centelha que faz todo sistema econômico de uma empresa movimentar-se. Para um melhor entendimento do processo de Gestão da Demanda deve-se, primeiramente, definir a palavra demanda que, de acordo com o dicionário APICS (COX *et al*, 1998), significa uma necessidade por um produto ou por um componente em particular.

Esta demanda pode ser oriunda de várias fontes, como pedidos de clientes, previsões, necessidade de transferência entre plantas, armazéns, etc. Se forem produtos acabados, os dados da demanda são geralmente diferentes dos dados de vendas, devido ao fato que nem sempre a demanda resulta em vendas.

Já a Gestão dessa Demanda, segundo ainda definição do Dicionário APICS (COX *et al*, 1998), “é a função de reconhecimento de todas as demandas por produtos e serviços para atender o mercado”. Ela envolve a realização de atividades necessárias para estimular a demanda ocorrer, priorizar a demanda quando a empresa possui restrições de fornecimento, bem como atividades de previsão, de recebimento de pedidos, de promessa de prazos e de determinação de necessidades de distribuição. Uma gestão de demanda facilita o planejamento e o uso de recursos objetivando resultados rentáveis para o negócio.

De forma semelhante, Chase & Aquilano (1995) apud Santa Eulália (2001) colocam que a Gestão da Demanda tem como objetivo coordenar e controlar todos os fatores da demanda para que o sistema produtivo possa ser utilizado com eficiência e para que os prazos de entrega dos produtos sejam cumpridos. Ainda discutem que, em curto prazo, a Gestão da Demanda é útil para se determinar os recursos necessários na produção, tais como matéria-prima, máquinas e mão-de-obra. No longo prazo, serve como base para decisões estratégicas, tais como criação de novos produtos ou ampliações das instalações.

Sendo assim, o processo de Gestão da Demanda fornece as informações iniciais para a produção, visando identificar as fontes, as tendências de

mercado e os fatores econômicos que influenciam a demanda, representando um canal entre o MPS e o mercado.

3.2 – PRINCIPAIS ATIVIDADES

Para Vollmann *et al* (1992), Proud (1999) e Corrêa *et al* (2001), a função de Gestão da Demanda inclui esforços em oito principais áreas que são: prever a demanda, comunicar com o mercado, influenciar a demanda, prometer prazo, priorizar e alocar, entrar ordens de clientes, planejar a distribuição e planejar o nível de serviços aos clientes.

É por meio desses processos que Marketing e Vendas inserem informações do mercado no processo de MRP II. A seguir, essas oito principais atividades da Gestão da Demanda serão apresentadas com base em autores como Vollmann *et al* (1992), Proud (1999) e Corrêa *et al* (2001).

- **Prever a Demanda** – esse processo é possivelmente o mais importante (especialmente para empresas MTS e ATO), porém uma previsão nunca é absolutamente correta. Para isto, existem ferramentas disponíveis de previsão de vendas que coletam, analisam e tratam as informações com o objetivo de gerar uma demanda futura.
- **Comunicar com o Mercado** – Sua função é de grande importância, mas é muito negligenciada pelas empresas, pois normalmente o pessoal de vendas está preocupado somente em vender. Despreza uma função muito importante que é de trazer informações dos clientes e do mercado para a empresa em base contínua e permanente. Isso leva a uma situação em que as previsões somente são realizadas com base em dados históricos e em conhecimento de pessoas que mantêm pouco ou nenhum contato com o mercado.
- **Influenciar a Demanda** – É fundamental que a empresa influencie a demanda já manifestada. Ela pode fazer isso através de negociar parcelamentos de entregas com os clientes, oferecer ao mercado

determinado *mix* de produtos que melhor ocupe a capacidade instalada ou por meio de promoção e propaganda.

- **Prometer Prazos** – Importante para garantir desempenho em confiabilidade de entregas. A forma de calcular ou estimar prazos depende do tipo de produção (MTS, MTO, ATO).
- **Priorizar e Alocar** – O objetivo é criar condições para que a empresa consiga atender a toda a demanda dos clientes. Caso haja problemas, é preciso decidir quais clientes serão atendidos total ou parcialmente, e quais terão de esperar. Esta decisão é de responsabilidade da área comercial, devendo ser operacionalizada por mecanismos da gestão de demanda.
- **Entrar Ordens de Clientes** – Aceitação e abertura de uma ordem de cliente para certa quantidade de produtos a ser entregue em uma data especificada.
- **Planejar a Distribuição** – As atividades de distribuição são planejadas com base nas informações desenvolvidas pela gestão de demanda, como a definição de promessa de datas de entregas, de remessa para suprimento de estoques, abastecimentos entre plantas, dentre outras, definindo-se o que se chama de programa de transportes.
- **Planejar o Nível de Serviços aos Clientes** – Esse conceito relaciona-se, em termos logísticos, basicamente com a disponibilidade do produto final, principalmente em termos de tamanhos e confiabilidade dos prazos de entrega.

3.3– FATORES QUE AFETAM A DEMANDA

A previsão de demanda dos clientes apresenta vários desafios. A resposta a estes desafios é que a demanda por produtos e serviços pode variar enormemente, causando um modelo de demanda por um produto em

particular. Muitos fatores afetam a demanda a toda hora. Os fatores externos não podem ser controlados pelos gerentes como, por exemplo, o estado geral da economia e algumas ações do governo como legislação e taxas. Os fatores internos podem afetar a demanda pelos produtos como, por exemplo, *design*, embalagens e preço. A Tabela 8, segundo Krajewski & Ritzman (1990), mostra as duas principais categorias de fatores: externos e internos.

Tabela 8 – *Fatores que afetam a Demanda por Produtos e Serviços (KRAJEWSKI & RITZMAN, 1990)*

Fatores Externos	Fatores Internos
Estado geral da economia	<i>Design</i> do produto
Ações de governo	Preço como propaganda de promoção
Gosto dos consumidores	<i>Design</i> de embalagem
Imagem do produto	Cotas de vendas ou incentivos
Ações dos competidores	Expansão ou contração geográfica das áreas de mercado
Disponibilidade e custo de produtos complementares	<i>Mix</i> de produto
	Políticas para pedidos não atendidos de imediato

3.4– GESTÃO DA DEMANDA NO PCP

Para realizar suas tarefas, a Gestão da Demanda integra-se com diversas funções dentro da hierarquia do PCP, e seus relacionamentos podem ser representados pela Figura 7 (VOLLMANN *et al*, 1992).

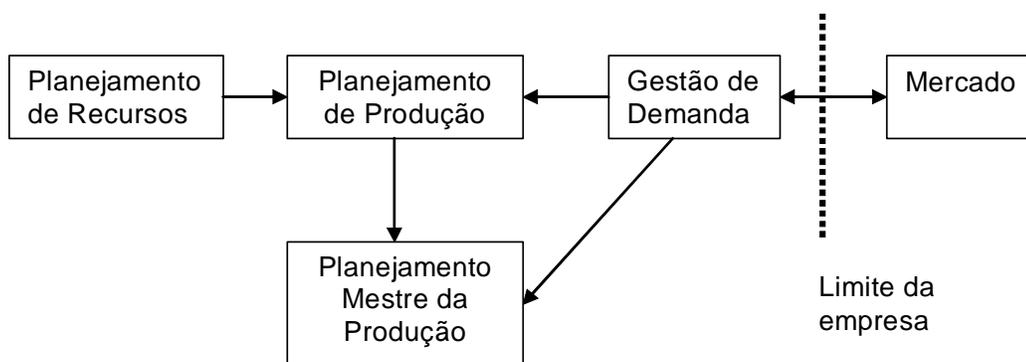


Figura 7 – *Principais relacionamentos da Gestão da Demanda (VOLLMANN et al, 1992)*

A Gestão da Demanda faz o papel de um “portal” no módulo de planejamento e controle da produção, que estabelece a ligação com o mercado, mantendo uma conexão entre os sistemas de PCP e os clientes. Assim, as demandas iniciam ações por todo o PCP, que resultam em entregas de produtos e consumo de materiais e capacidades (VOLLMANN *et al*, 1992).

Segundo Slack *et al* (1997), a gestão da **carteira de pedidos** e da **previsão de vendas**, tomada conjuntamente, é denominada Gestão da Demanda, e esta engloba um conjunto de processos que fazem a interface da empresa com seu mercado consumidor. Dependendo do negócio, esses processos podem incluir o cadastramento de pedidos, a previsão de vendas, a promessa de entrega, o serviço ao cliente e a distribuição física. Os autores relacionam a Gestão da Demanda com o planejamento das necessidades de materiais (MRP) de forma mais detalhada, conforme demonstrado na Figura 8.

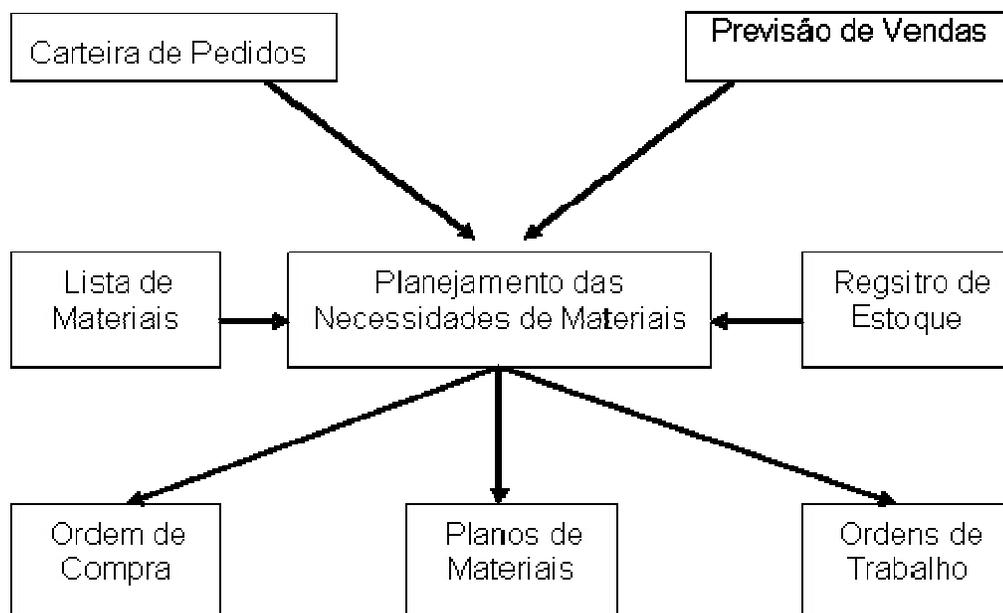


Figura 8 – Gestão da Demanda no processo MRP (SLACK *et al*, 1997)

Na maior parte das organizações, a previsão da demanda é responsabilidade dos departamentos de vendas e/ou marketing. É, entretanto, um insumo (*input*) principal para a decisão do planejamento e controle da capacidade. Sem uma estimativa de demanda futura, não é possível planejar efetivamente para futuros eventos, somente reagir a eles. Entretanto, há três requisitos para uma previsão de demanda, que são (SLACK *et al*, 1997):

- **Ser expressa em termos úteis para o planejamento e controle da capacidade:** precisa ser expressa nas mesmas unidades que a capacidade e traduzidas em expectativas realísticas;
- **Ser tão exata quanto possível:** a exatidão é importante porque, enquanto a demanda pode mudar instantaneamente, existe uma defasagem entre decidir alterar a capacidade e a mudança surtir efeito;
- **Dar uma indicação da incerteza relativa:** as decisões de trabalhar a mais em horas extras ou recrutar pessoal, em geral são baseados em níveis de demanda previstos, que na prática podem diferir consideravelmente da demanda real, conduzindo a custos desnecessários ou serviços insatisfatórios aos clientes.

3.4.1 – Integração com o Planejamento de Vendas e Operações

A ligação entre a Gestão de Demanda e o Planejamento de Vendas & Operações depende, até certo ponto, como a empresa executa seu planejamento de produção. Se o planejamento de produção é trimestral e em dólares, ou alguma outra medida financeira, então a exigência chave para o planejamento da demanda é para que este seja sincronizado com esta meta. Se uma ordem de entrega para um cliente significativa afeta o plano de produção, esta informação deve ser comunicada ao S&OP. Da mesma forma, uma mudança na política de estoques de distribuição pode influenciá-lo (VOLLMANN *et al*, 1992).

Para Crandall (1998) apud Santa Eulália (2001), o plano agregado de produção resultante do S&OP é relativamente simples quando a demanda é constante e não é simples quando a demanda varia. Para satisfazer as variações de demandas sem incorrer em entregas atrasadas, a empresa é forçada muitas vezes a possuir estoques acabados como uma forma de antecipação de seus períodos de elevada demanda, ou ainda desenvolver uma capacidade produtiva flexível para atender as variações. Muitas vezes a melhor solução é uma combinação dessas três alternativas, conviver com alguns atrasos, estoque e flexibilidade produtiva.

Assim sendo, o S&OP oferece aos dirigentes a oportunidade de explorar uma boa quantidade de decisões estratégicas em uma empresa, tais como variações na previsão de vendas, *mix* de produção, níveis de produção, níveis de pessoal, capacidades de equipamentos, utilização de espaço de armazéns, serviços aos clientes e o relacionamento entre marketing, produção e financeiro.

Para Wallace (2001), o S&OP é um processo de tomada de decisão que resulta em um plano global para a empresa, incluindo vendas, marketing, produção, financeiro e desenvolvimento de produtos.

Entretanto, Wallace (2001) identifica quatro fundamentos do S&OP que são: demanda e oferta e volume e *mix* que são detalhados a seguir.

- **Demanda e Oferta:** o mais importante é conseguir o balanceamento entre os dois e mantê-las sempre assim, pois, caso contrário, se a demanda ultrapassar a oferta, pode acontecer que o desempenho será afetado e degenera-se sobre três aspectos: custo, qualidade e prazo. Negócios são perdidos, os custos se elevam e deste modo os lucros levam duro golpe. Se acontecer o contrário, a oferta é maior que a demanda pode acontecer do inventário aumentar, os custos de estocagem aumentam e o fluxo de caixa diminui. Os índices de produção e produtividades diminuem e as variações de volume tornam-se desfavoráveis.

- **Volume e Mix:** precisam ser tratados de forma separada para melhor entendimento. Se o volume for controlado com eficiência, será mais fácil lidar com os problemas de *mix*, à medida que for surgindo. Se o volume não for bem planejado, os problemas de *mix* se tornarão mais difíceis de enfrentar. Os problemas de volume antecedem aos de *mix*. As empresas inteligentes planejam seus volumes em primeiro lugar.

Sendo assim, os quatro fundamentos devem ser bem planejados e controlados para que a empresa possa entregar os produtos aos clientes com confiabilidade e velocidade.

Para melhor entender como se dá a integração do S&OP com a Gestão da Demanda, é importante que seja apresentado como é a dinâmica do S&OP nas empresas, ou seja, qual a seqüência de fases e decisões consideradas no S&OP e em que pontos ela interage diretamente com a Gestão da Demanda (WALLACE, 2001):

- (1) **Executar os relatórios de previsões de vendas:** atualizar os arquivos com dados do período recém-terminado, como vendas reais, produção, estoques, etc. Gerar informações para o pessoal de Vendas e Marketing realizar novas previsões, incluindo análises de vendas, relatórios estatísticos das previsões e planilhas para o pessoal de vendas no campo.
- (2) **Planejamento da demanda:** o pessoal da área de Marketing e Vendas revisa as informações recebidas na fase 1, analisa e discute, e ajusta a nova previsão da gerência para os próximos doze meses ou mais, incluindo lançamentos de novos produtos e ações de marketing planejadas.
- (3) **Planejamento de capacidade:** são analisadas as restrições de capacidade considerando as previsões gerenciais enviadas da fase 2 e as planilhas do plano de S&OP atualizada com o planejamento do período anterior. São considerados, nesse momento, os níveis de

estoques e restrições de produção, de armazenagem, distribuição e de fornecedores. O resultado desta fase é a planilha S&OP com as análises realizadas, relatórios de análise de capacidade a grosso modo e uma lista de possíveis problemas de fornecimento.

(4) **Reunião Pré-S&OP:** é nesta fase que são tomadas as decisões de balanceamento entre a demanda e a oferta. São analisados os problemas e as diferenças para que as recomendações sejam preparadas para a próxima reunião. Identificam-se problemas das áreas onde o consenso não é alcançado e determinam como esses problemas serão apresentados na reunião executiva, podendo criar cenários de situações mostrando alternativas de ações para a solução de determinado problema. Essa reunião deve incluir pessoas chaves de todas as áreas da empresa. Os resultados dessa reunião são uma visão financeira atualizada do negócio, recomendação para cada família de produtos, lançamentos de novos produtos não incluídos, recomendações de alterações de recursos (aumento de pessoal, adição de turno), recomendações de mudanças na estratégia de suprimentos e agenda para a próxima reunião.

(5) **Reunião executiva de S&OP:** é onde todas as fases anteriores convergem. É nesta fase que se aceita ou não a recomendação da fase 4, ou escolhe-se um novo caminho. São aprovadas as mudanças de ritmo de produção ou de aquisição. Relacionar a parte financeira das informações do S&OP com o Plano de Negócios. Revisar o desempenho de atendimento ao cliente, das questões relativas a novos produtos, de projetos especiais e tomar as decisões necessárias.

A Figura 9 apresenta o processo mensal do Planejamento de Vendas e Operações.

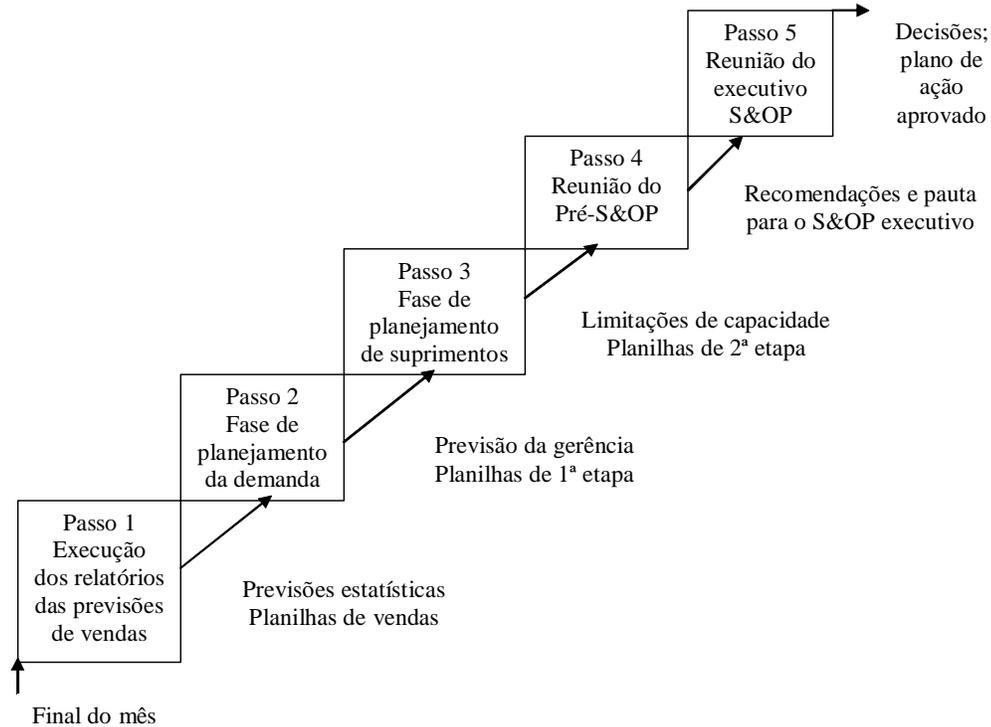


Figura 9 – *Planejamento Mensal do S&OP* (WALLACE, 2001)

Nota-se claramente a elevada dependência entre os processos de S&OP e de Gestão da Demanda. Estes processos possuem integração, pois ao observar as etapas do S&OP, pode-se concluir erroneamente que a Gestão da Demanda é parte do S&OP. Na verdade a Gestão da Demanda realiza outras análises além das previsões concretizadas pela área comercial.

Observa-se que as fases 1 e 2 do S&OP representam os principais pontos de integração entre esses dois processos. Essa integração se dá basicamente com as projeções de vendas futuras. Também nas fases 4 e 5 são analisadas e aprovadas as possíveis restrições da empresa para atender as projeções de vendas e sugeridas eventuais alterações necessárias à demanda. Nesse ponto, pode-se fazer necessária uma integração com os processos de influenciar a demanda, ou com o planejamento do nível de serviço aos clientes, ou ainda com o processo de planejamento de distribuição.

Para Palmatier e Shull (1989) apud Santa Eulália (2001), os principais objetivos da fase de integração da Gestão da Demanda com o S&OP são:

- Desenvolver uma previsão unificada de marketing como plano de vendas, fazendo eventuais recomendações de ajustes, quando necessário, a outros planos de vendas pré-existentes.
- Identificar grandes projetos ou grandes ordens que não fazem parte do *baseline* da demanda (ou seja, demanda normal) e definir estratégias para gerenciar essas situações.
- Identificar mudanças em indicadores chaves, em tendências e em desenvolvimentos competitivos para analisar seus impactos e formas de tratá-los;
- Discutir o plano de introdução de novos produtos, obsolescência, mudanças de preços e promoções que causarão impacto no plano de vendas;
- Identificar e documentar os pressupostos que nortearão os planos.

Para operacionalizar esses objetivos, os autores afirmam que a fase de Planejamento da Demanda no S&OP deve incluir pessoas de diversas áreas da empresa, como gerentes de vendas, gerentes de *customer services*, executivos, marketing e vendas, gerentes de produtos, gerentes de distribuição e o pessoal de Gestão de Demanda. Pode ser útil a participação do planejador mestre para que a comunicação com o pessoal de manufatura seja facilitada. Cada pessoa contribui com uma perspectiva única para o processo de Planejamento da Demanda.

3.4.2 – Integração com o Programa Mestre da Produção (MPS)

As empresas esperam que as demandas de mercados sejam expressas em termos reais ou de previsão. Para fazer isto, as empresas em geral produzem o

MPS, que determina que um número de cada produto possa ser feito em algum horizonte de planejamento e o Programa de Vendas determina que um número de cada produto possa ser vendido (BONNEY, 2000).

E neste sentido tem-se que o papel do planejador mestre na dinâmica da empresa é harmonizar ou sincronizar quantitativamente e temporalmente a demanda real e a demanda prevista com os níveis de produção de uma empresa (PROUD, 1999).

Higgins *et al* (1996) desenvolveram uma teoria de integração do MPS dentro do conceito de Gestão da Demanda, afirmando que ambos possuem alta integração no que se refere à direção dada ao sistema de manufatura, ao mesmo tempo em que precisam responder às demandas do mercado. Esses autores estabelecem duas regras básicas para a interface entre o sistema de manufatura e o mercado. A primeira delas é referente à sincronização, em que o MPS assegura que os sistemas de manufatura respondam da melhor forma às demandas do mercado. A segunda regra envolve a identificação das demandas impostas pelo sistema de manufatura e a geração de atividades de manutenção do Programa Mestre.

As duas regras são realizadas por duas funções separadas, mas altamente integradas, o MPS e a Gestão da Demanda. O Programa Mestre desenvolve e mantém a programação, em resposta às demandas firmadas ou antecipadas, enquanto a Gestão da Demanda tenta primeiro identificar as demandas firmadas e previstas, e depois confirma as ordens prometidas com base nas ferramentas do Programa Mestre.

Segundo Vollmann *et al* (1992), a interação entre a Gestão da Demanda e o Programa Mestre de Produção é freqüente e detalhada. Os detalhes dessa interação variam significativamente entre os processos de produção MTS, ATO e MTO. No entanto, em qualquer processo de produção prevalece o conceito de que as previsões são consumidas no tempo por ordens reais de clientes, ou seja, os pedidos de clientes vão abatendo as quantidades previstas na medida em que vão sendo confirmadas.

Para empresas que trabalham em ambiente MTS, os pedidos dos clientes têm pouca atuação, pois a demanda é geralmente satisfeita pelo estoque. Deste modo, a tarefa do MPS é abastecer o estoque para atender os pedidos dos clientes em demandas futuras.

Da mesma forma, para as empresas que trabalham em um ambiente ATO, uma tarefa chave é fornecer prazos de entrega viáveis ao cliente e que possam ser efetivamente cumpridos pela empresa. Normalmente, existem várias ordens em carteira para pedidos futuros. Para ambos os casos, o MPS usa o conceito de ATP (*Available to Promise*) para gerenciar a conversão do que foi previsto para a entrada de pedidos em carteira (VOLLMANN *et al*, 1992).

Para empresas que trabalham em ambiente MTO, pode-se dizer que a atividade principal é acompanhar a data de entrega programada para o cliente, o que deve ser tratado no MPS.

Proud (1999) afirma que o desafio para o planejador mestre em uma empresa é obter o balanço entre o fornecimento do produto com a demanda, e pode ser representado pela Figura 10 a seguir:

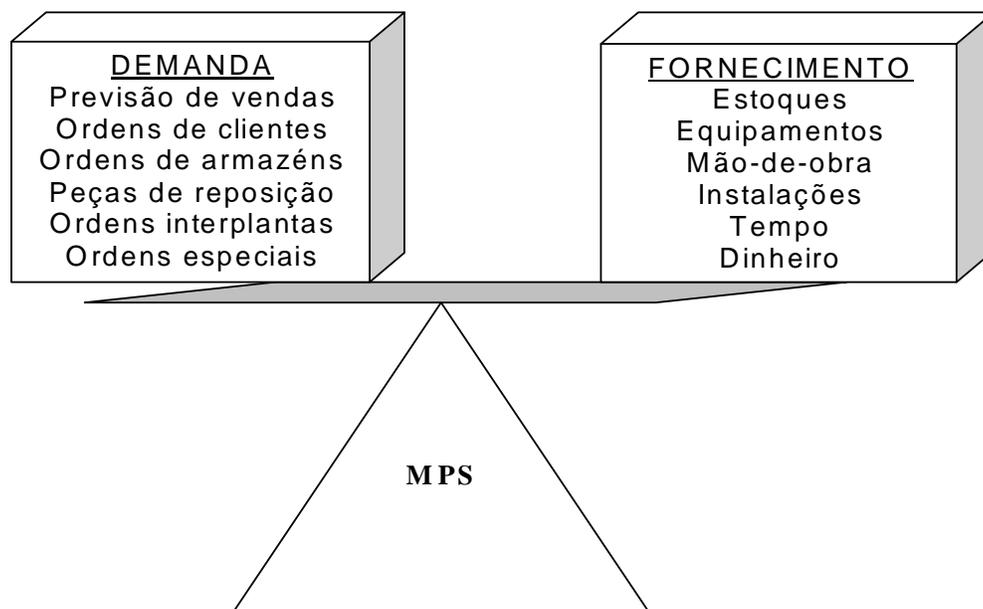


Figura 10 – *Balanço entre demanda e fornecimento (PROUD, 1999)*

Para facilitar o equilíbrio que se busca entre a empresa e o consumidor, pode-se usar os chamados *times fences* ou períodos de congelamentos de produção. Os *times fences* definem em quais períodos no tempo não são permitidas alterações no MPS (*frozen period*), em quais são permitidas alterações sob certas circunstâncias (*slushy period*), ou quais períodos são livres para quaisquer modificações (*liquid period*). Desta forma, a autoridade para realizar modificações, bem como a forma em que o MPS é estabelecido, difere entre as três áreas da Figura 11. Os limites da figura fornecem linhas gerais para auxiliar o responsável pelo MPS a estabelecer seus programas, definindo quando uma previsão se tornará uma ordem do cliente (VOLLMANN *et al*, 1992).

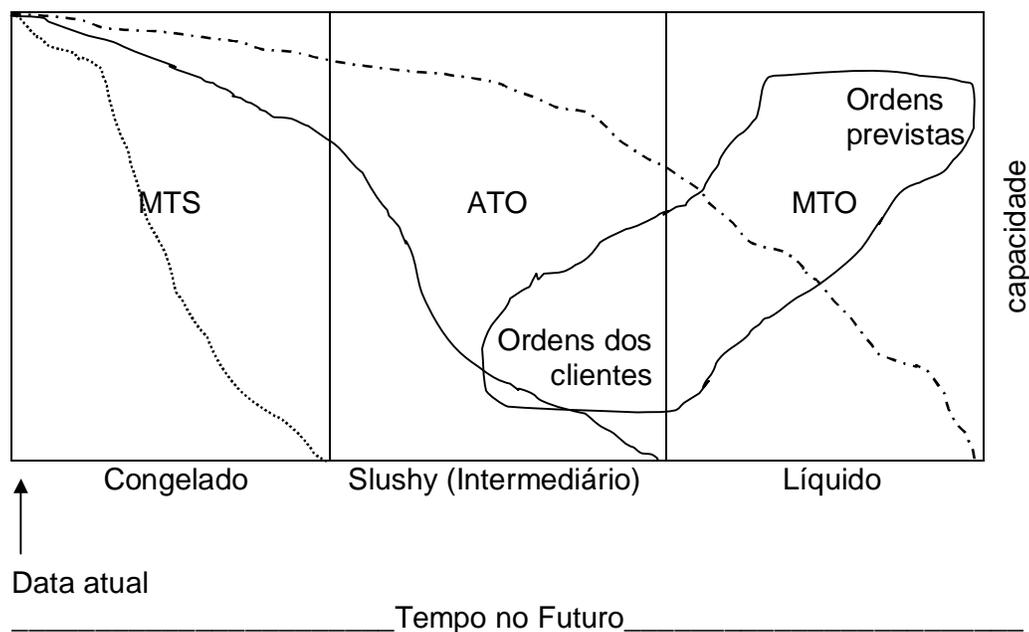


Figura 11 – Os *Times Fences* do MPS – Previsões consumidas por ordens (VOLLMANN *et al*, 1992)

Considera-se, na Figura 11, o exemplo da parte MTO (hachurada). A área da figura do lado direito superior representa as ordens previstas, enquanto a área esquerda inferior as ordens de clientes já confirmadas. No exemplo MTO, nota-se que o MPS buscará atender basicamente ordens reais de clientes, podendo

ser bastante flexível por estar em grande parte na área líquida (*liquid*) e *slushy*. No outro extremo, em um caso MTS, existem poucas ordens de clientes, pois a demanda é satisfeita a partir dos estoques. Assim, o planejador mestre deve se preocupar em formar estoques para atender as ordens previstas, com seu programa totalmente na área congelada (*frozen*). Isso significa que sua produção possui pouca flexibilidade e ele necessita de um programa congelado para otimizar suas operações. Assim, vê-se que o planejador determina a produção com base em ordens ou em previsões. Para o caso de previsões, duas preocupações devem existir.

Primeiro, para serem úteis, as previsões devem ser expressas em termos de itens (ou famílias de produtos), quantidades e datas.

Segundo, o planejador mestre tem que saber a data desejada de entrega dos produtos, sendo que a diferença entre a data de entrega e a de liberação da ordem de produção depende do ambiente de negócio e tipologia de produção da empresa (PROUD, 1999).

Além disso, o planejador deve estar atento às incertezas do resultado das previsões. Tipos de incertezas também diferem de empresa para empresa. Um aspecto deste relacionamento entre o MPS e a Gestão da Demanda é usar o recurso do estoque contra essas incertezas (VOLLMANN *et al*, 1992).

Em ambientes MTS, as incertezas são grandes quanto às previsões de cada centro de estoques. Neste caso, níveis de estoques de segurança devem ser estabelecidos, de forma que o nível de serviço desejado ao mercado possa ser estabelecido (VOLLMANN *et al*, 1992).

Em ambientes ATO, as incertezas envolvem não somente a quantidade e o tempo de pedido dos clientes, mas também o *mix* de produtos. Estoque de segurança também pode ser usado e esta proteção é uma técnica valiosa. E para ambientes MTO, a incerteza é não oferecer a quantidade ou o tempo de pedido dos clientes, mas, certamente, o quanto de recurso a empresa

necessita para atender a todas as suas necessidades (VOLLMANN *et al*, 1992).

3.4.3 – Integração com Gestão dos Estoques

Estoques são pulmões de proteção da empresa. Em uma definição simples, o estoque é qualquer quantidade de bem físico que seja conservado, de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo.

Para Slack *et al* (1997), o estoque ocorre em operações produtivas porque os ritmos de fornecimento e de demanda nem sempre são iguais. Os estoques são usados para uniformizar as diferenças entre fornecimento e demanda.

Segundo Krajewski e Ritzman (2004), o estoque é criado quando do recebimento de materiais, peças ou produtos acabados que excede sua utilização; ele é exaurido quando a utilização é superior ao recebimento.

Existem quatro tipos de estoques, que são classificados como: cíclico, de segurança, antecipação e em trânsito. De acordo com Krajewski e Ritzman (2004), o estoque de segurança é usado para evitar problemas de atendimento aos clientes e os custos ocultos de componentes indisponíveis. Ele também protege contra incertezas relacionadas à demanda, tempo de espera e suprimentos. Os estoques de antecipação são usados para absorver taxas irregulares de demanda ou fornecimento. Os estoques em trânsito são os que movem de um ponto ao outro dentro do sistema de fluxo de materiais e o estoque cíclico é a parcela do estoque total que varia diretamente com o tamanho do lote.

Portanto, há três tipos principais de decisões que os gerentes de produção precisam tomar em relação a planejamento e controle dos estoques, que são (SLACK *et al*,1997):

- Quanto pedir cada vez que um pedido de reabastecimento é colocado;
- Quando pedir o reabastecimento de estoques;

- Como controlar e sistema de planejamento e controle de estoques.

Os estoques de segurança são desejáveis quando os fornecedores deixam de entregar a quantidade desejada na data especificada com qualidade aceitável ou quando os itens industrializados possuem quantidades significativas de refugo ou retrabalho. Asseguram que as operações não serão interrompidas quando esses problemas ocorrerem (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2004).

Contador *et al* (1998) explicam que o estoque de segurança está relacionado com as incertezas com relação à demanda ou à baixa confiabilidade no sistema de produção. As demandas futuras são estimadas através de previsões, as quais são acompanhadas dos seguintes erros:

- **Aleatoriedade inerente à evolução da demanda:** é aquela parte da demanda que o modelo de previsão não consegue identificar;
- **Erro de se utilizar informações de vendas:** empresas não possuem dados históricos de demandas, mas sim de vendas, os quais são utilizados para as previsões de demandas futuras.

Por outro lado, a confiabilidade do sistema de produção pode ser traduzida pelos seguintes aspectos que interferem na necessidade de estoques de segurança, segundo Contador *et al* (1998):

- **Aleatoriedade do tempo de fabricação ou compra do lote:** considerando que atraso na fabricação ou compra para reposição de estoques pode provocar a falta do produto, quando a confiabilidade deste prazo é baixa, o sistema “compensa” este fato elevando o estoque de segurança;
- **Confiabilidade das máquinas e equipamentos:** a falha de uma máquina ou equipamento provoca, em geral, atraso na produção, atraso que por sua vez pode provocar falta no estoque;

Os estoques de segurança representam uma quantia adicional de estoque que se planeja ter em mãos para se proteger contra os efeitos dos erros da previsão. Esses erros podem ser sentidos em termos de tempo (quando a demanda ocorre em um período diferente do previsto) ou em termos de quantidade (quando a quantidade é diferente da prevista).

Os estoques de segurança devem ser dimensionados para atingir o nível desejado de proteção que a empresa deseja. E esse nível pode ser negativo ou positivo. É comum a empresa assumir que o estoque de segurança deve ser positivo, mas nem sempre essa é a melhor situação. As empresas devem tratar as táticas de estoques de segurança com muito cuidado, pois quando introduzidas, os estoques de segurança são essencialmente permanentes (MELNYK e CHIRISTENSEN, 2001 apud SANTA EULÁLIA, 2001)

3.4.4 – Processo de Previsão de Demanda / Vendas

Conforme já comentado no item 3.3, um dos componentes mais importantes do processo de Gestão da Demanda é a Previsão de Demanda. Assim, cabe tratar esse assunto de forma mais detalhada.

3.4.4.1 – Definições

Nos negócios de forma geral, as empresa precisam de certa previsão, pois requerem uma visibilidade sobre o futuro que somente às previsões podem fornecer. Quando se trata de demanda de mercado, essa visibilidade é muito importante, pois podem afetar as suas estratégias.

Prever é muito importante para as empresas e, como exemplo dessa importância, tem-se a previsão meteorológica com a qual o produtor rural pode determinar o período mais correto para plantar.

Todas as empresas utilizam as previsões para o futuro. Muitas não têm um processo formal para realizá-la, mas alguns exemplos de setores são tradicionais nessa área, como a indústria química, bancos, energia, produtores

de automóveis, etc., que investem em pessoas especializadas para prever o futuro de seu negócio.

Portanto, as previsões ajudam as empresas a reduzir partes das incertezas, permitindo realizar planos mais realistas. Apesar das previsões serem imperfeitas, elas são necessárias, pois fornecem informações para todas as outras áreas da Gestão da Demanda. Assim, a previsão de demanda é utilizada por áreas como PCP, Vendas, Marketing, Suprimentos, Distribuição e RH, que a usam para especificar as futuras contratações e treinamentos.

Devido a sua importância para as empresas, cabem agora algumas definições sobre a previsão segundo vários autores.

O dicionário APICS (COX *et al*, 1998) define a previsão de vendas como sendo uma estimativa de demanda futura, que pode ser determinada por meios de métodos matemáticos aplicados a dados históricos, ou por meio de métodos subjetivos de como utilizar estimativas de fontes informais, ou ainda pode ser determinada por uma combinação dessas duas formas.

Previsão é vista como processo de desenvolvimento da visão mais provável de qual será a demanda futura, dado um conjunto de suposições sobre tecnologia, concorrentes, preços, despesas de marketing e iniciativas de vendas (MOON *et al*, 2000). Plossl (1985) explica que a previsão é uma estimativa do que os clientes irão necessitar no futuro.

Para Dias (1993), a previsão de demanda estabelece estimativas futuras dos produtos acabados comercializados pela empresa e define, portanto, quais produtos, quanto e quando serão comprados pelos clientes.

Em uma definição mais recente, Frees e Miller (2004) afirmam que as Previsões de Vendas são importantes para entendimento da participação de mercado e da competição, necessidades de futuros produtos e os determinantes da venda, incluindo promoções, preços, propaganda e distribuição.

A previsão possui algumas características básicas que são, segundo Dias (1993):

- É o ponto de partida de todo planejamento de estoques.
- Eficácia dos métodos empregados.
- Qualidade das hipóteses que se utilizou no raciocínio.

A previsão de demanda é importante para auxiliar na determinação dos recursos necessários para a empresa (WERNER & RIBEIRO, 2003). Ela é a principal informação empregada pelo PCP na elaboração de suas atividades, e afeta de forma direta o desempenho esperado de suas funções de planejamento e controle do sistema produtivo.

A previsão de vendas fornece as quantidades totais a serem vendidas e também mostra as épocas do ano em que, provavelmente, será necessário entregá-las (BURBIDGE, 1988).

Para a previsão de vendas, são importantes informações como necessidades de clientes, histórico de vendas, expectativas de força de vendas, potencial de demanda do mercado, tendências dos pedidos dos clientes, planejamento de promoções, sendo todas de muita importância para o estabelecimento de previsões de vendas (VOLLMANN *et al*, 1992).

“Sem as previsões de vendas, as operações somente pode responder de forma retroativa, levando a perda de pedidos, serviços inadequados e fraca utilização dos recursos da produção” (WINKLHOFER e DIAMANTOPOULOS, 2003).

Para Moreira (2000), a previsão de demanda é um processo racional de busca de informações acerca do valor das vendas futuras de um item ou de um conjunto de itens. Tanto quanto possível, a previsão deve fornecer também informações sobre a qualidade e a localização (lugar onde serão necessários) dos produtos no futuro.

A previsão de demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa. Partindo deste ponto, as empresas podem desenvolver os planos de capacidade, fluxo de caixa, de vendas, de produção, etc. As previsões têm uma função muito importante nos processos de planejamento dos sistemas de produção, pois permitem que os administradores antevejam o futuro e planejem adequadamente suas ações (TUBINO, 2000).

Krajewski e Ritzman (2004) definem a previsão de demanda como uma avaliação de eventos futuros utilizados para fins de planejamento. São necessárias para auxiliar na determinação de que recursos são necessários, da programação de recursos existentes e da aquisição de recursos adicionais. Permite, ainda, aos programadores utilizarem a capacidade eficientemente, reduzir o tempo de reação dos clientes e diminuir estoques.

Wallace *et al* (2003) apresentam 12 princípios de Previsão de Demanda:

- (1) Previsões de Demanda são feitas eventualmente em toda empresa que produz e vende produtos, formalmente ou por tentativa e erro. O desafio é fazê-las bem, melhor do que os concorrentes;
- (2) Previsões melhores possibilitam as companhias a servirem melhor os clientes (atendimento total de pedidos), a diminuir seus estoques, operar melhor suas fábricas, trabalhar de forma mais cooperativa com fornecedores e, finalmente, porém não menos importante – vender mais produtos;
- (3) O pessoal de Vendas & Marketing é o “dono” da previsão. Eles são responsáveis pelo seu desenvolvimento, atualização e execução;
- (4) A previsão pode e deve fazer sentido baseada no quadro geral: aspecto futuro da economia, tendências da indústria, participação no mercado etc.;

- (5) Processos melhores propiciam resultados melhores; melhores processos de previsões propiciam previsões melhores;
- (6) A melhor maneira de aumentar a precisão da previsão é se concentrar em reduzir o desvio da previsão;
- (7) Desvio acumulado é o pior tipo de erro de previsão; tente sempre alcançar desvio acumulado zero;
- (8) Fazer a previsão do volume; gerenciar o *mix*. Sempre que possível fazer a previsão em níveis mais altos, agregados. Fazer previsões detalhadas só quando necessário;
- (9) Ter apenas uma previsão, com a aptidão de mostrar os dados de várias maneiras para aplicações diferentes;
- (10) Assim que for possível, substituir o desconhecido pelo conhecido;
- (11) As pessoas têm muito mais a ganhar ao colaborar e se comunicar bem do que através de todas as fórmulas e algoritmos avançados desenvolvidos até agora;
- (12) Processos melhores propiciam resultados melhores; melhores processos de produção, compras e programação ajudam a conseguir melhores previsões.

Verifica-se que as definições se completam com os vários autores. Portanto, vê-se que as previsões são importantes para o planejamento e este é parte integrante das responsabilidades dos gerentes, que devem trabalhar com probabilidades, ou as probabilidades de que os eventos irão ocorrer. Em seus planejamentos de processos, os gerentes usam previsões e aceitam o fato de que as previsões envolvem erros. A previsão é a predição de eventos futuros. Desta maneira, as predições são raramente corretas, negligenciando a quantidade de dados históricos e a experiência dos gerentes. Ambos, sucessos e falhas nas previsões são comuns (KRAJEWSKI e RITZMAN, 1990).

Isso faz com que existam duas aplicações para as previsões. Uma delas ajuda os gerentes a planejar o sistema, e a outra os ajuda a planejar a utilização do sistema. Planejar o sistema envolve geralmente planos de longo prazo sobre os tipos de produtos de serviços a oferecer. O planejamento da utilização do sistema se refere ao curto e médio prazos e envolvem tarefas como planejamento dos estoques, utilização da mão-de-obra, compras, produção, etc..

Portanto, para Krajewski e Ritzman (2004), um gerente deve tomar três decisões antes de usar técnicas de previsão, que são:

- **O que prever** – é mais fácil prever a demanda total para grupos ou conjuntos e derivar as previsões de produtos ou serviços individuais. Com essa agregação as empresas podem obter previsões mais adequadas. Deve-se também utilizar juntamente uma unidade de medida que pode ser unidades de produto ou serviço;
- **Escolher o tipo da técnica de previsão** – existem dois tipos gerais de técnicas de previsão que são adotadas para projetar a demanda: métodos qualitativos e quantitativos;
- **Elaborar previsões com computadores** – necessidade de aplicações de previsão a curto prazo com grande volume de dados requer computadores para manipulá-los com grande freqüência.

Baseado nessas decisões tem-se que as melhores práticas para o gerenciamento das previsões são seguidas por quatro dimensões apontadas por Moon *et al* (2003), que são:

- **Integração funcional:** refere-se à função de colaboração, comunicação e coordenação do gerente de previsão com outras áreas de negócios como marketing, vendas, produção, logística e finanças;

- Abordagem: referem-se a quais produtos e serviços são feitas previsões, técnicas de previsões usadas e o relacionamento entre as previsões e planejamento;
- Sistemas: refere-se à evolução do hardware e software combinados para suportar as funções de previsões de vendas e sua integração com os outros sistemas de planejamento e gerenciamento da empresa;
- Medidas de desempenho: considera o uso do sistema de medidas para medir efetivamente as previsões de vendas e seus impactos nas operações de negócios.

Sistema de Previsão de Demanda é o conjunto de procedimentos de coleta, tratamento e análise de informações que visam gerar uma estimativa de vendas futuras, medidas em unidades de produtos em cada unidade de tempo. As principais informações que devem ser consideradas pelo sistema de previsão, são segundo (CORRÊA *et al*, 2001) e (TUBINO, 2000):

- Dados históricos de vendas, período a período;
- Informações relevantes que expliquem comportamentos atípicos das vendas passadas;
- Dados variáveis correlacionados às vendas, que ajudam a explicar o comportamento das vendas passadas;
- Situação atual de variáveis que podem afetar o comportamento das vendas no futuro ou estejam a ele correlacionadas;
- Previsão da situação futura de variáveis que podem afetar o comportamento das vendas no futuro ou estejam a ele correlacionadas;
- Conhecimento sobre conjuntura econômica atual e futura;
- Informações dos clientes;

- Informações relevantes sobre a atuação de concorrentes, que influenciam o comportamento das vendas;
- Informações sobre decisões da área comercial, que podem influenciar o comportamento das vendas.

Todas essas informações devem ser coletadas de forma sistemática. O tratamento de todas essas informações e sua combinação de dados históricos tratados estatisticamente deve ser feito com a participação de representantes das principais áreas envolvidas no processo de planejamento.

A Figura 12, baseada em Corrêa *et al* (2001), ilustra uma configuração genérica de um sistema de previsão de demanda:

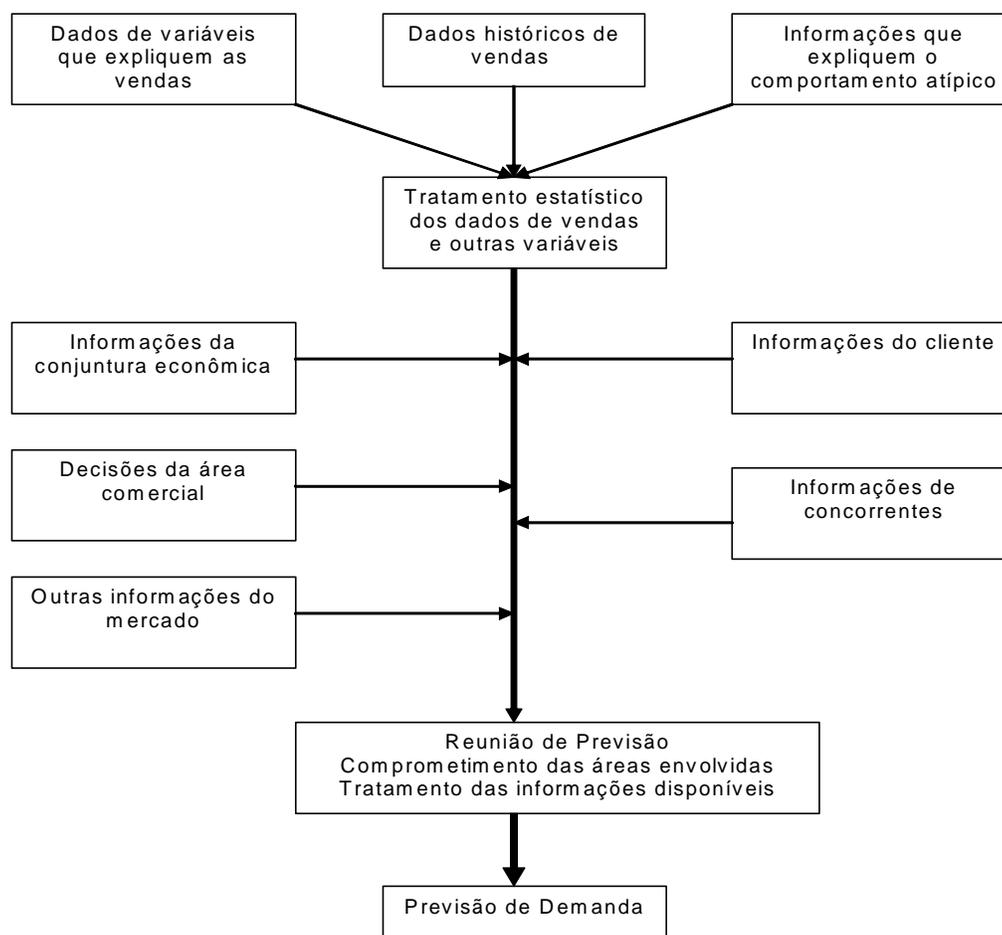


Figura 12 – Sistema genérico de previsão de demanda (CORRÊA *et al*, 2001)

3.4.4.2 – Falhas das Previsões

Plossl (1985) e Gaither e Frazier (2001) apresentam algumas razões para as previsões ineficazes, que são:

- Falha da organização em envolver uma seção transversal ampla de pessoas na realização da previsão. O esforço individual é importante, mas envolver quem tem informações pertinentes e quem precisará implementar a previsão também é importante.
- Deixar de reconhecer que a previsão é fundamental para o planejamento dos negócios.
- Deixar de reconhecer que as previsões sempre estarão erradas. As estimativas da demanda futura tendem a estar sujeitas a erro, e a magnitude do erro tende a ser maior para as previsões que cobrem intervalos de tempo muito longos ou extremamente curtos. Quando os gerentes de operações têm expectativas pouco realistas das previsões, o fato de as previsões não terem sido feitas a tempo muitas vezes é usado como uma desculpa para um mau desempenho nas operações.
- Deixar de prever as coisas certas. As empresas podem prever a demanda por matéria-prima que entra nos produtos acabados. A demanda por matéria-prima não precisa ser prevista, porque essas demandas podem ser computadas das previsões para os produtos acabados. Prever um número demasiado de coisas pode sobrecarregar o sistema de previsão e fazer com que ele se torne dispendioso e consuma muito tempo.
- Deixar de escolher o método de previsão apropriado.
- Deixar de acompanhar o desempenho dos modelos de previsão de forma que a precisão da previsão possa ser melhorada. Os modelos de

previsão podem ser modificados quando necessário para controlar o desempenho das previsões.

- Pessoas têm diferentes necessidades; equipes de vendas precisam ser estimuladas para encontrar previsões desafiadoras; planos de gerenciamentos financeiros devem ser conservados e a manufatura deve ter realismo.
- Decepções ocorrem; expectativas não realizadas; estranhamente a expectativa persiste e o ciclo se repete.
- O “façam nós mesmos” ocorre sempre; obviamente “suas previsões” estão erradas então nós devemos fazer nós mesmos. Nós não fizemos tão bem ontem, mas a previsão de hoje é melhor.
- Sem nenhum acompanhamento; todos esperam que a previsão esteja correta, mesmo sabendo que pode estar errada a esquece, portanto, perdendo a chance para encontrar o quanto errado ela estava e quando precisa de revisão.

Para Corrêa *et al* (2001), um dos problemas da previsão de demanda é que nunca se consegue 100% de acerto e, como é uma das informações mais importantes para o planejamento, conclui-se que qualquer processo de planejamento sofre em virtude dos erros de previsão.

As incertezas das previsões e erros correspondentes provêm de duas fontes distintas, segundo esses autores, que são:

- Corresponde ao próprio mercado que, dada sua natureza, pode ser bastante instável e de baixa previsibilidade.
- Corresponde ao sistema de previsão que, com base em informações várias coletadas no mercado e em dados históricos, pode conter incertezas.

O processo de fazer previsão acontece da mesma maneira que o processo de produção, conforme ilustra a Figura 13 (WALLACE *et al*, 2003):

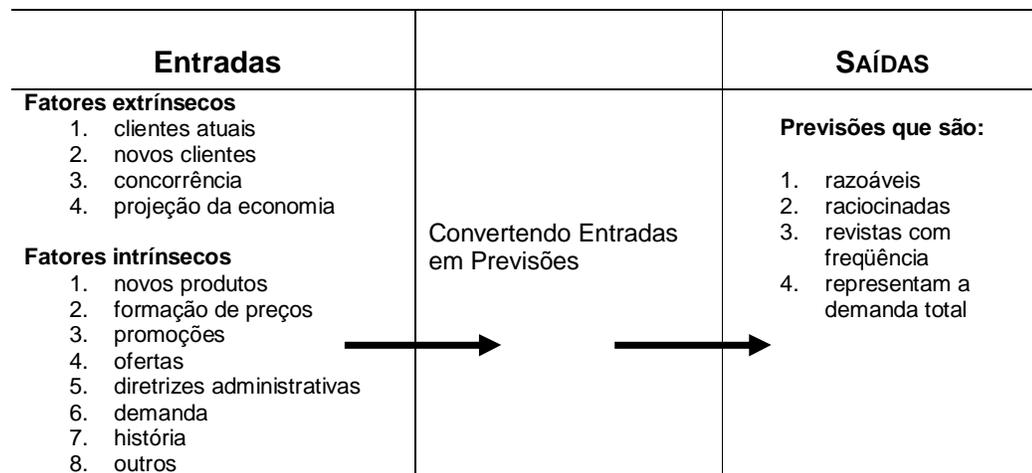


Figura 13 - O processo de previsão (WALLACE *et al*, 2003)

Mas, em todos os métodos de previsão existentes, algumas características são comuns a eles, de acordo com Stevenson (2001), que são:

- Os métodos de previsão geralmente pressupõem que continuará a existir no futuro o mesmo sistema causal subjacente que existiu no passado.
- Previsões raramente são perfeitas – os resultados reais geralmente diferem dos valores previstos. Ninguém consegue prever com precisão e tolerâncias com as imprecisões devem ser sempre lavadas em conta.
- Previsões feitas para grupos de itens tendem a ser mais precisas do que as elaboradas para itens individuais, porque os erros de previsão para itens que compõem um grupo geralmente tendem a compensar uns aos outros.
- A exatidão das previsões diminui de acordo com o aumento do período de tempo (o horizonte temporal) coberto pela previsão. Em geral, as previsões de curto prazo precisam se defrontar com um número menor de incertezas de que as previsões de prazo mais longo, e por isso tendem a ser mais exatas.

3.4.4.3 – Tipos de Demanda – Demanda Dependente / Independente

Conforme já relatado, é conveniente, sempre que possível, calcular as necessidades futuras dos itens, e essa lógica é feita com base em previsões. Porém, isso trás um inconveniente: como as previsões, por natureza, estão sujeitas a erros, isso leva a alocação de recursos extras para auxiliar a empresa a fazer frente a essa incerteza associada ao erro esperado de previsão.

A demanda à qual os itens estão sujeitos pode ser classificada em demanda dependente e demanda independente, conforme Corrêa e Corrêa (2004). Cabem, agora, algumas definições mais recentes sobre essas demandas.

A Demanda Independente ocorre quando a demanda por um item é independente da demanda para qualquer outro item. As demandas para esses itens são estimadas a partir de previsões ou pedidos reais dos clientes (GAITHER e FRAZIER, 2001).

A previsão da demanda independente refere-se à demanda que o mercado consumirá, com os itens vendidos diretamente ao cliente. Para produtos acabados, refere-se à previsão de demanda normal (CORRÊA *et al*, 2001).

A demanda de um item é independente se ela depender das condições de mercado, fora do controle imediato da empresa. Por exemplo, empresas que se dediquem apenas às vendas de produtos terão somente estes itens em seu estoque (MOREIRA, 2000).

Já a Demanda Dependente consiste em itens cuja demanda depende das demandas de outros itens (GAITHER e FRAZIER, 2001). Ela é relativamente previsível porque é dependente de fatores conhecidos (SLACK *et al*, 1997). Um item é dito de demanda dependente se o seu consumo puder ser programado internamente e são usados na produção interna de outros itens. Estes itens dependem da previsão de consumo dos itens da demanda independente (MOREIRA, 2000).

Os comportamentos da demanda são completamente diferentes conforme Figura 14 (MOREIRA, 2000). No caso da demanda independente, como produtos finais, a demanda é contínua, ainda que sujeita à influência de efeitos tais como tendência, sazonalidade, etc. Por outro lado, a demanda dependente, como matéria-prima, tem comportamento do tipo “tudo ou nada”, sempre que a produção é feita em lotes; entre as duas fases produtivas, nenhuma quantidade é demanda.

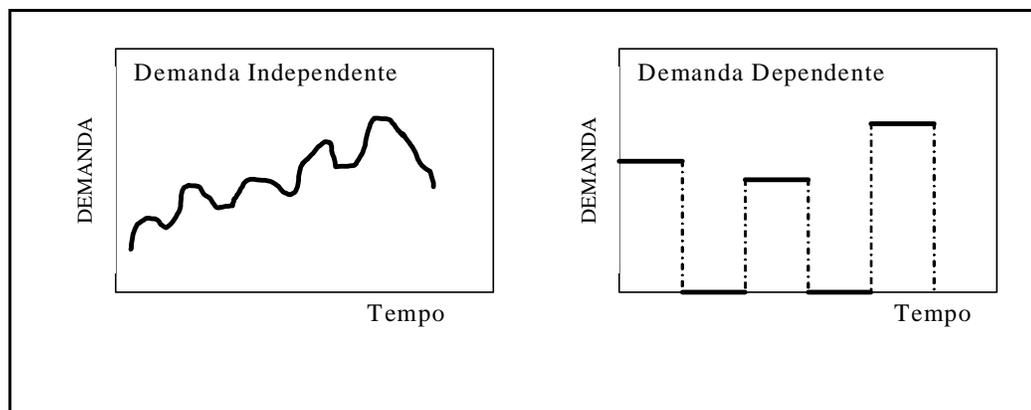


Figura 14 – Demanda Dependente e Independente (MOREIRA, 2000)

3.4.4.4 – Horizonte e Escopo das Previsões

O horizonte de previsão é importante, porque alguns métodos de previsões são mais adequados para previsões de longo prazo, enquanto outros funcionam melhor para prazos curtos.

Segundo Fogarty *et al* (1991), o horizonte de previsão deve ser no mínimo tão longo quanto o *lead time* total do produto. Se o horizonte de previsão for pequeno, as primeiras atividades são realizadas com informações insuficientes. O horizonte de previsão também pode ser longo quanto o possível, desde que não perca a precisão.

A frequência de atualização da previsão depende do valor da informação obtida e na volatilidade das vendas dos produtos. Para produtos com maior volume e preço mais alto, as atualizações na previsão devem ser mais constantes, pois o custo adicional destas atualizações pode ser compensado pela diminuição dos estoques de segurança. Para itens com vendas voláteis, isto é, vendas sujeitas a mudanças de volume, atualizações freqüentes ajudam a evitar produção em excesso ou em falta, que podem custar caro. Assim, o valor de informações adicionais deve exceder o custo de obtê-las (FOGARTY *et al*, 1991).

Segundo as recomendações de Wallace *et al* (2003), o horizonte da previsão deve ser de aproximadamente 15 meses e dá três argumentos para isso:

- Um planejamento financeiro efetivo vai precisar um mínimo de doze meses. A razão: cobrir o ano fiscal em curso.
- Outro benefício de um horizonte mais longo é o efeito da curva de aprendizado. Fazer esse processo mensalmente vai ajudar aos que fazem as previsões a realizar um trabalho melhor do que se fizessem apenas uma vez por ano.
- Problemas de capacidade pode ser um fator. Mudanças nos volume podem gerar necessidade para equipamentos, ou possivelmente pessoas, com longos tempos de preparação.

Dentro da escolha do método adequado de previsão, o horizonte de tempo é muito utilizado para as decisões de curto, médio e longo prazo. A Tabela 9, abaixo contém exemplos desta aplicação, segundo Krajewski e Ritzman, (2004).

Tabela 9 – *Aplicações das Demanda de Previsões de Demandas (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2004)*

Horizonte de Tempo			
Aplicação	Curto Prazo (0 - 3 Meses)	Médio Prazo (3 Meses – 2 Anos)	Longo Prazo (Mais de 2 Anos)
Quantidade de previsão	Produto individual	Total de vendas Grupos ou famílias de produtos	Total de vendas
Áreas de decisão	Gerenciamento do inventário Programação de montagem final Programação de mão-de-obra Planejamento mestre de produção	Planejamento do staff Planejamento da produção Planejamento mestre da produção Aquisição Distribuição	Facilidade de localização Planejamento da capacidade Design do processo
Técnicas de previsão de vendas	Séries temporais Causal Qualitativa	Causal Qualitativa	Causal Qualitativa

Na Tabela 9 verifica-se que as técnicas de previsão têm variação no horizonte de tempo adotado, como, por exemplo, no curto prazo pode-se usar as séries temporais.

3.4.4.5 – Tipos de Previsão

As previsões podem ser diferentes segundo algumas variáveis, como horizonte de tempo, padrões de dados e outros aspectos. Para lidar com essas diversas aplicações, diferentes classificações e técnicas de previsões de vendas foram desenvolvidas e são utilizadas pelas empresas.

O objetivo do especialista de previsão consiste em desenvolver uma previsão útil a partir das informações disponíveis com a técnica apropriada para as diferentes características da demanda. Essa escolha envolve muitas vezes optar entre a precisão e custo da previsão (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2004).

Vários autores da área de previsão de vendas resumem as várias técnicas de previsão em duas grandes categorias, que são os métodos qualitativos e métodos quantitativos.

3.4.4.5.1 – Métodos Qualitativos

Os *inputs* necessários para as técnicas qualitativas dependem do método utilizado e é predominantemente o produto da intuição, julgamento e conhecimento acumulado.

Métodos qualitativos se relacionam com julgamento, intuições e avaliações subjetivas, assemelhando-se mais à predição do que à previsão (FOGARTY *et al*, 1991).

Os vários métodos qualitativos de previsão usados para desenvolver previsões de vendas se baseiam normalmente em julgamentos a respeito dos fatores causais que fundamentam as vendas de produtos ou serviços particulares e em opiniões sobre a probabilidade relativa de esses fatores causais estarem presentes no futuro. Podem envolver diversos níveis de sofisticação – de pesquisas de opinião cientificamente conduzidas a suposições intuitivas sobre eventos futuros.

Vários autores abordam os métodos de previsão e dentre eles, Gaither e Frazier (2001), Stevenson (2001) e Krajewski e Ritzman (2004) apresentam os seguintes métodos de previsão:

- **Opinião dos executivos.** Executivos com capacidade de discernimento, de vários departamentos da organização, formam um comitê que tem a responsabilidade de desenvolver uma previsão de vendas. Esse comitê tem a vantagem de reunir os consideráveis conhecimentos e talentos de vários gerentes. O comitê pode usar muitas informações (*inputs*) de todas as partes da organização e fazer com que os analistas do *staff* forneçam análises quando necessário. Essas previsões tendem a ser previsões de compromisso, não refletindo as tendências que poderiam estar presentes caso tivessem sido preparadas por um único indivíduo. Esse é o método de previsão mais comum e faz parte, freqüentemente, do planejamento de longo prazo e do desenvolvimento de novos produtos.

Este método possui algumas desvantagens como:

- (1) A opinião dos executivos pode ser custosa, porque exige tempo valioso.
- (2) Se for permitido que os executivos modifiquem uma previsão sem concordarem coletivamente com as alterações, a previsão resultante não será útil.

- **Método Delphi.** Esse método é usado para se obter o consenso dentro de um comitê e ao mesmo tempo manter seu anonimato. Por esse método, os executivos respondem anonimamente a uma série de perguntas em turnos sucessivos. Cada resposta é repassada a todos os participantes em cada turno, e o processo é então repetido. Até seis turnos podem ser necessários antes que se atinja o consenso sobre a previsão. Esse método pode resultar em previsões com as quais a maioria dos participantes concordou apesar de ter ocorrido uma discordância inicial. Essa forma de previsão é útil quando não existem dados históricos que gerem modelos estatísticos e quando os gerentes não possuem experiência sobre a qual basear projeções confiáveis.

Este método pode ser empregado para desenvolver previsões de longo prazo da demanda do produto e projeções de vendas de novos produtos. Também pode ser empregado para a previsão tecnológica.

Pode ser usado para obter um consenso de um painel de especialistas, que podem dedicar sua atenção para acompanhar avanços científicos, mudanças na sociedade, regulamentação oficial e o ambiente competitivo.

- **Pesquisa da equipe de vendas.** Estimativas de vendas regionais futuras são obtidas de membros individuais da equipe de vendas. Essas estimativas são combinadas para formar uma estimativa de vendas única para todas as regiões, que deve estar ser transformada pelos gerentes numa previsão de vendas para assegurar estimativas realísticas. Esse é um método de previsão popular para empresas que

têm um bom sistema de comunicação em funcionamento e uma equipe de vendas que vende diretamente aos clientes. É empregado para prever a demanda a curto, médio e longo prazo. A precisão é excelente para o curto prazo.

Este método possui algumas desvantagens como:

- (1) Distorções individuais por parte dos vendedores podem prejudicar a previsão; além disso, algumas pessoas são naturalmente otimistas, ao passo que outras são mais cautelosas.
 - (2) O pessoal de vendas pode nem sempre ser capaz de detectar a diferença entre o que o cliente “deseja” (uma lista de desejos) e o que o cliente “precisa” (uma compra necessária).
 - (3) Se a empresa utiliza as vendas individuais como uma medida de desempenho, os vendedores podem subestimar suas previsões, de modo que seu desempenho parecerá bom quando suplantarem suas vendas mínimas exigidas.
- **Pesquisa de clientes.** Estimativas de vendas futuras são obtidas diretamente dos clientes. Clientes individuais são pesquisados para determinar quais quantidades dos produtos da empresa eles pretendem comprar em cada período de tempo futuro. Nessas pesquisas deve-se ter muito cuidado para elaborar a pesquisa, para administrá-la e para interpretar corretamente os dados, de maneira que as informações geradas sejam válidas. Esta previsão de vendas é determinada combinando-se as respostas de clientes individuais. Esse método é um dos preferidos das empresas que têm relativamente poucos clientes.
 - **Analogia histórica.** Esse método une a estimativa de vendas futuras de um produto ao conhecimento das vendas de um produto similar. O conhecimento das vendas de um produto durante várias etapas de seu ciclo de vida é aplicado à estimativa de vendas de um produto similar.

Esse método pode ser especialmente útil na previsão de vendas de novos produtos.

- **Pesquisa de mercado.** Nas pesquisas de mercado, questionários por correspondência, entrevistas telefônicas ou entrevistas de campo formam a base para testar hipóteses sobre mercados reais. Em testes de mercado, produtos comercializados em regiões ou centros de compras tipo *outlets* são estatisticamente extrapolados para mercados totais. Esses métodos comumente são preferidos para novos produtos ou para produtos existentes a serem introduzidos em novos segmentos de mercados.

A pesquisa de mercado pode ser empregada para prever a demanda a curto, médio e longo prazo. A precisão é excelente para o curto prazo, boa para o médio prazo e razoável para o longo prazo.

Algumas desvantagens do método:

- (1) Numerosas restrições incluídas nos resultados.
- (2) O índice típico de respostas para os questionários enviados deixa a desejar (30 por cento muitas vezes é considerado um percentual elevado).
- (3) Possibilidade de que os resultados do levantamento não reflitam as opiniões do mercado.
- (4) A pesquisa pode resultar em idéias imitativas em vez de inovadoras, porque o ponto de referência do cliente muitas vezes é limitado.

A previsão por técnica qualitativa é obviamente necessária quando não há disponibilidade de dados para se usarem métodos de previsão quantitativa. No entanto, os métodos qualitativos podem ser empregados juntamente com os métodos quantitativos para melhorar a qualidade da previsão. Destacam-se as seguintes recomendações para o ajuste dos resultados das previsões quantitativas (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2004):

- Ajustar as previsões quantitativas quando os dados históricos forem insuficientes e o tomador de decisão possuir um importante conhecimento contextual.
- Fazer ajustes às previsões quantitativas para eventos específicos.

3.4.4.5.2 – Métodos Quantitativos

Os métodos quantitativos são usados quando dados históricos encontram-se disponíveis e as relações entre o que vai ser previsto e outros fatores externos ou internos, (por exemplo, medidas do governo ou campanhas de propaganda) podem ser identificadas. Essas relações são expressas em termos matemáticos e podem ser muito complexas.

Quando as pessoas não estão familiarizadas com os métodos quantitativos freqüentemente acreditam que o passado não pode descrever o futuro, argumentando que tudo está em constante mudança.

Os modelos quantitativos de previsão são modelos matemáticos baseados em dados históricos. Esses modelos supõem que dados passados são relevantes para o futuro. Alguns dados relevantes quase sempre podem ser encontrados (GAITHER e FRAZIER, 2001).

Vários autores, dentre eles Moreira (2000), Gaither e Frazier (2001), Stevenson (2001) e Krajewski e Ritzman (2004), apresentam vários métodos quantitativos de previsão, que são os mais usuais e mais práticos, que são descritos a seguir:

- **Regressão linear.** Modelo que usa o chamado método dos mínimos quadrados para identificar a relação entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes presentes em um conjunto de observações históricas. Na regressão simples existe somente uma variável independente; já na regressão linear múltipla há mais de uma variável desse tipo.

A regressão linear múltipla é assim representada:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

onde os coeficientes $b_0, b_1, b_2 \dots b_n$ podem ser determinados pelo método dos mínimos quadrados.

Se o conjunto de dados históricos for uma série temporal, a variável independente será o período de tempo, e a variável dependente na previsão serão as vendas.

Um modelo de regressão não tem de ser baseado numa série temporal; nesses casos, o conhecimento de valores futuros da variável independente (também chamada de variável causal) é usado para prever valores futuros da variável dependente.

A regressão linear comumente é usada em previsões de longo prazo; mas, se tiver o cuidado de escolher o número de períodos incluídos nos dados históricos e se o conjunto de dados for projetado somente alguns períodos no futuro, a regressão também poderá ser apropriadamente usada na previsão de curto prazo.

Regressão supõe equinormalidade, o que significa que os valores observados da variável dependente (y) são tidos como normalmente distribuídos nas proximidades de seu ponto médio \bar{Y} e que o desvio padrão da previsão (s_y) é constante ao longo da linha de tendência.

Nos modelos mais simples de regressão linear, a variável dependente é função somente de uma variável independente. Têm-se várias possibilidades para o formato da regressão, mas alguns dos mais utilizados são os seguintes:

$$Y = a + b X \text{ (reta: regressão linear simples)}$$

$$Y = a b^X \text{ (exponencial: regressão exponencial)}$$

$$Y = a + bX + cX^2 \text{ (parábola: regressão parabólica)}$$

Em cada um dos formatos utilizados, as letras a e b representam parâmetros, ou seja, valores numéricos constantes. A Figura 15 apresenta alguns modelos de regressão simples (MOREIRA, 2000).

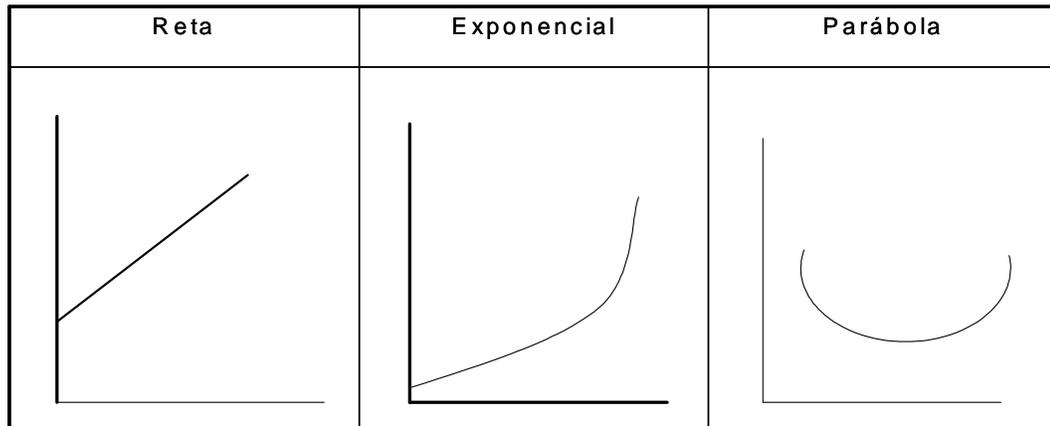


Figura 15 – Alguns modelos de regressão simples (MOREIRA, 2000)

A Figura 16 indica como uma linha de regressão linear está relacionada com os dados.

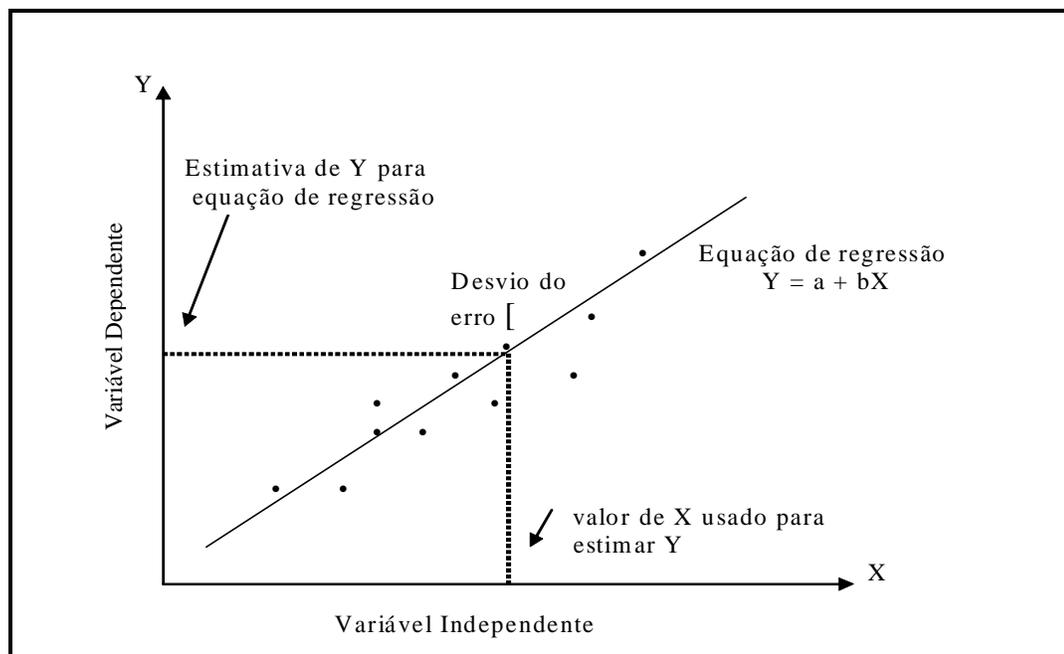


Figura 16 – Linha de regressão linear em relação aos dados reais (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2004)

Onde:

Y = variável dependente

X = variável independente

a = interseção da linha no eixo Y

b = inclinação da linha

O objetivo da análise de regressão linear consiste em determinar os valores de a e b que minimizem a soma dos quadrados dos desvios dos dados reais em relação à linha. Programas de computador são usados para essa finalidade. Para qualquer conjunto de informações Y e X, o programa calcula os valores de a e b e fornece medidas da precisão dos dados previstos.

Para compreender o significado dos parâmetros das retas, Moreira (2000) explica que uma possibilidade de traçar a reta e determinar os valores de a e b é o chamado método gráfico. Ele pode, todavia, conduzir a erros, já que a colocação da reta no papel depende do julgamento humano. Então, a solução consiste em um método analítico que possa conduzir aos valores de a e de b, e este método é conhecido como MMQ.

Os parâmetros de a e b da reta devem ser tais que o erro total $\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$ seja o mínimo possível. Através do desenvolvimento da fórmula do erro total e posterior derivação, chega-se às chamadas equações normais, que são:

$$\sum Y = n a + b \sum X$$

$$\sum XY = a \sum X + b \sum X^2$$

Três medidas comumente indicadas são o coeficiente de correlação da amostra, o coeficiente de determinação da amostra e o erro-padrão da estimativa.

O **coeficiente de correlação da amostra**, r , mede a direção e o valor da relação entre a variável independente e a variável dependente. O valor de r pode variar de -1,00 a + 1,00, e seu cálculo é feito da seguinte forma:

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{[n \sum X^2 - (\sum X)^2]^{1/2} * [n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]^{1/2}}$$

O **coeficiente de determinação da amostra** mede o montante de variação da variável dependente em torno de sua média que é explicada pela linha de regressão. Ele é o quadrado do coeficiente de correlação, ou r^2 , e seu valor varia de 0 a 1,00. Deseja-se o valor de r^2 o mais próximo de 1,00, porque as variações da variável dependente e a previsão gerada pela equação de regressão estão fortemente relacionadas. O valor de r^2 é calculado como:

$$r^2 = \frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}$$

onde:

Y = valores reais da demanda

\hat{Y} = valores previstos

\bar{Y} = média dos valores reais

O **erro-padrão da estimativa**, S_y , mede a proximidade com que os valores da variável dependente distribuem-se em torno da linha de regressão. O valor de S_y é calculado como:

$$S_y = \left[\frac{\sum (\hat{Y} - Y)^2}{n - 2} \right]^{1/2}$$

- **Média Móvel.** Tipo de modelo de previsão com série temporal de curto prazo que prevê vendas para o período seguinte. Nesse modelo, a média aritmética das vendas reais corresponde a um número específico de períodos de tempo mais recentes é a previsão para o período seguinte. Este modelo elimina os efeitos da flutuação aleatória. É de grande utilidade quando a demanda não possui influências sazonais ou de tendência acentuadas.

O método da média móvel pode envolver o uso de qualquer número de períodos de demanda passada. A estabilidade da série de demanda geralmente determina quantos períodos incluir (isto é, o valor de n). Séries de demandas estáveis são aquelas para as quais a média (a ser estimada) somente apresenta alteração com freqüência reduzida. Grandes valores de n devem ser usados para séries de demanda estáveis e valores pequenos de n para aqueles que são mais suscetíveis a alterações da média básica.

Incluir mais dados históricos na média, aumentando o número de períodos, resulta em uma previsão menos suscetível a variações aleatórias. No entanto, se a média básica da série estiver se alterando, as previsões tenderão a ficar atrasada em relação às alterações por um intervalo de tempo mais longo, por causa do tempo adicional exigido para eliminar os dados antigos da média.

As vantagens de uma previsão por médias móveis se devem à sua facilidade de cálculo e compreensão. Uma possível desvantagem está no fato de que todos os valores que entram na média são ponderados igualmente. Portanto, o valor mais antigo tem o mesmo peso que o mais recente. Se ocorrer uma mudança significativa na série, uma previsão por médias móveis pode ter uma reação lenta, principalmente, se a média for formada por um grande número de valores. A diminuição dos números aumenta a ênfase nos valores mais recentes, mas o faz à custa da perda de informações que proviriam dos valores menos recentes.

A previsão por média móvel pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$F_{t+1} = D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + D_{t-3} + \dots + D_{t-n+1} / n$$

onde:

$$F_{t+1} = \text{previsão para o período } t + 1$$

$$D_t = \text{demanda real no período } t$$

$$n = \text{número total de períodos na média}$$

- **Média Móvel Ponderada.** É semelhante a uma média móvel, a não ser pelo fato de que ela atribui um peso maior aos valores recentes da série temporal. A soma dos pesos é igual a um. Entretanto, a escolha dos pesos é arbitrária, e geralmente envolve um processo de tentativa e erro para se encontrar um esquema mais adequado.

A vantagem deste método é que ele permite enfatizar a demanda recente em vez da mais antiga. A previsão terá uma resposta mais ágil do que a previsão da média móvel simples para as alterações da média básica da série de demanda. Todavia, a previsão ainda assim ficará atrasada em relação à demanda, porque simplesmente é uma média das demandas passadas. Esse atraso é especialmente observado com uma tendência, porque a média da série temporal está sistematicamente aumentando ou diminuindo.

Este método possui as mesmas falhas que o método da média móvel simples: os dados precisam ser acumulados para n períodos de demanda, a fim de permitir o cálculo da média para cada período. Manter essa quantidade de dados não significa um grande encargo em situações simples. No entanto, uma empresa que tem de prever muitas demandas diferentes, a armazenagens de dados e os custos de atualização podem ser elevados.

Um exemplo deste método, em um modelo de três semanas, o período mais recente pode receber um peso de 0,50, o segundo mais recente pode receber um peso de 0,30 e o terceiro mais recente pode receber um peso de 0,20. A média é obtida multiplicando o peso de cada período pelo valor para esse período e somando-os. O valor é calculado pela expressão:

$$F_{t+1} = 0,50D_t + 0,30D_{t-1} + 0,20 D_{t-2}$$

Onde:

F_{t+1} = previsão para o período $t + 1$

D_t = demanda real no período t

- **Média Móvel Exponencial.** É um método um pouco mais sofisticado de média móvel ponderada que calcula a média de uma série temporal atribuindo às demandas recentes maior peso do que às demandas iniciais. É o método formal de previsão mais freqüentemente utilizado, por causa de sua simplicidade e do pequeno número de dados necessários para apoiá-lo. Requer somente três tipos de dados: a previsão do último período, a demanda para esse período e um parâmetro de aproximação alfa (α), que tem um valor entre 0 e 1,0.

Para obter uma previsão com suavização exponencial, simplesmente calcula-se a média ponderada da demanda mais recente e a previsão obtida no último período.

A equação para a previsão é:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha (D_t - F_t)$$

onde:

F_{t+1} = previsão para o período $t + 1$

D_t = demanda real no período t

α = coeficiente de ajustamento

Essa forma da equação indica que a previsão para o próximo período é igual à previsão para o período atual mais uma proporção do erro de previsão para o período atual.

O coeficiente de ajustamento, α , é uma porcentagem aplicada ao erro de previsão. Cada nova previsão é igual à previsão anterior acrescida de um percentual do erro de previsão anterior.

A velocidade de ajustamento é determinada pelo valor de α . Quanto mais próximo de zero for seu valor, tanto mais lentamente a previsão se ajustará ao

valor real. Ao contrário, quanto mais próximo de 1,00 tanto mais sensível ao valor real será a previsão.

A escolha de um coeficiente de ajustamento é basicamente uma questão de discernimento, ou um processo de tentativa e erro. A meta consiste em escolher um coeficiente que venha equilibrar os benefícios oriundos da atenuação dos efeitos aleatórios, com os benefícios decorrentes do grau de sensibilidade das previsões às verdadeiras mudanças, caso venha a ocorrer.

Os valores comumente utilizados para α variam de 0,05 a 0,50. Valores mais altos enfatizam níveis mais recentes de demanda e resultam em previsões mais sensíveis a alterações na média básica. Valores menores tratam a demanda passada de modo mais uniforme e resultam em previsões mais estáveis.

Ela possui as vantagens de simplicidade e exigência mínima de dados e é econômica de usar e, portanto, muito atrativa para as empresas que realizam milhares de previsões para cada período de tempo. No entanto, sua simplicidade também é uma desvantagem quando a média básica está se alterando.

- **Média Móvel Exponencial com Tendência.** Quando se move das previsões de curto prazo para as de médio prazo, a sazonalidade e a tendência se tornam importantes.

Uma tendência em uma série temporal é um aumento ou uma diminuição sistemática na média da série ao longo do tempo. Os métodos de suavização exponencial precisam ser modificados quando ocorre uma tendência; caso contrário, as previsões sempre ficarão abaixo ou acima da demanda real.

É necessário calcular uma estimativa da tendência para melhorar a previsão. Inicia-se calculando a estimativa atual da tendência que é a diferença entre a média da série calculada no período atual e a média calculada no último período. O método é similar àquele usado para estimar a média da demanda com suavização exponencial.

Calcula-se a média e a tendência para cada período conforme as expressões respectivamente:

$$A_t = \alpha D_t + (1-\alpha) (A_{t-1} - 1 + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1-\beta) T_{t-1}$$

Então se tem a expressão final:

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

onde:

A_t = média exponencial suavizada da série no período t

T_t = média exponencial suavizada da tendência no período t

α = parâmetro de suavização para a média, com valor entre 0 e 1

β = parâmetro de suavização para a tendência, com valor entre 0 e 1

F_{t+1} = previsão para o período $t + 1$

A fim de realizar previsões para períodos que se estendem além do próximo, multiplica-se a estimativa da tendência (T_t) pelo número de períodos adicionais que se deseja na previsão e se soma os resultados à média atual (A_t).

As estimativas para a média e a tendência, do último período, necessárias para a primeira previsão, podem ser obtidas de dados passados ou ser baseadas em suposições válidas, caso não existam dados históricos. Para determinar os valores de α e β , muitas vezes o analista ajusta sistematicamente α e β até que os erros de previsão sejam mínimos.

3.4.4.6 – Escolha de um Método de Previsão

Gaither e Frazier (2001) e Stevenson (2001) apresentam diversos fatores que devem ser considerados na escolha de um método de previsão:

- **Custo e Precisão:** na escolha de um método de previsão pode haver uma compensação (*trade-off*) entre custo e precisão; em outras palavras, mais precisão na previsão pode ser obtida a um certo custo. Abordagens de alta precisão usam mais dados; os dados comumente são mais difíceis de se obter, e é mais dispendioso projetar, implementar e operar os modelos. Em muitas situações, métodos de previsão simples e de baixo custo tendem a fornecer previsões tão precisas quanto os métodos de previsão complexos e de alto custo;
- **Dados Disponíveis:** os dados que estão disponíveis e são relevantes para as previsões são um fator importante na escolha de um método de previsão;
- **Horizonte de previsão:** é muito importante, porque alguns métodos são mais adequados para previsões de longo prazo, enquanto outros são melhores para curto prazo;
- **Natureza dos Produtos e Serviços:** os gerentes são aconselhados a usar diferentes métodos de previsão para diferentes produtos. Fatores como se o produto tem volume elevado e custo elevado, se o produto é um bem manufaturado ou um serviço, e onde o produto está em seu ciclo de vida, afetam, todos, a escolha de um método de previsão;
- **Resposta ao Impulso e Atenuação de Ruído:** em previsão de curto prazo, deve haver um equilíbrio entre o quão receptivo o modelo de previsão seja a mudanças nos dados de demanda reais e o desejo de suprir variações ocasionais indesejáveis ou ruído nos dados. Cada modelo de previsão difere em termos de sua resposta ao impulso e sua capacidade de atenuação de ruído e o modelo escolhido deve enquadrar-se à situação de previsão.

Stevenson (2001) apresenta a Tabela 10, a qual fornece uma orientação para a escolha de um modelo de previsão.

Tabela 10 – Guia de seleção de um método de previsão (STEVENSON, 2001)

Método de Previsão	Número Mínimo de Observações (dados históricos)	Padrão dos Dados	Horizonte de Tempo	Tempo de Elaboração	Background do Pessoal
Ajustamento exponencial simples	De 5 a 10	Os dados devem ser estacionários	Prazo curto	Curto	Baixo grau de especialização
Ajustamento exponencial a curva de tendência	Pelo menos 4 a 5 observações Por estação	Exibição de tendência	Prazo curto ou médio	Curto	Moderado grau de especialização
Modelos de avaliação de tendência	De 10 a 20; para avaliação de sazonalidade, pelo menos 5 observações por estação	Exibição de tendência	Prazo curto ou médio	Curto	Moderado grau de especialização
Modelos de avaliação da sazonalidade	O suficiente para visualizar 2 picos e 2 depressões	Lidar com padrões cíclicos e sazonais	Prazo curto ou médio	Curto a moderado	Baixo grau de especialização
Modelos de regressão causal	10 observações por variável independente	Pode lidar com padrões complexos	Prazo curto, médio ou longo	Longo tempo de desenvolvimento, curto tempo de implantação	Considerável grau de sofisticação

3.4.4.7 – Métodos de Medição da Qualidade da Previsão

Um aspecto vital das previsões é sua exatidão e seu controle. A natureza complexa da maioria das variáveis do mundo real torna quase impossível se prever com regularidade e correção os valores futuros dessas variáveis. Em conseqüência, torna-se importante incluir uma indicação dos limites até os quais a previsão pode se desviar do valor que a variável pode de fato assumir. Isso permitirá ao usuário da previsão uma melhor perspectiva sobre o grau de afastamento de uma previsão em relação à realidade (STEVENSON, 2001).

O foco de atenção predominante para muitos estudiosos de previsão tem sido o erro e a minimização. O relacionamento entre o tamanho do erro da previsão e o custo para uma empresa ou para um usuário da previsão tem sido referido como função prejuízo ou algumas vezes camada de função de custo de erro (LAWRENCE e O'CONNOR, 2004).

As previsões quase sempre contêm erros. Os erros da previsão podem ser classificados em erros de viés (*bias*) ou erros aleatórios. Erros de viés resultam de enganos consistentes – a previsão é sempre muito alta ou muito baixa – ou, muitas vezes, de negligenciar ou de não estimar precisamente os padrões de demanda, como o padrão de tendência, sazonal ou cíclico. O erro aleatório resulta de fatores imprevisíveis que fazem com que a previsão se afaste da demanda real (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2004).

O impacto do erro de previsão na decisão estratégica da empresa tem de ser considerado como um importante tema desde os mais antigos autores sobre planejamento e controle da produção. Mais recentemente, estudos têm demonstrado que os erros têm impactado em perdas para empresa. O impacto é severo porque as previsões são o maior direcionador para toda a estratégia de alocar os recursos na empresa (WACKER e LUMMUS, 2002).

As medidas de erros mais utilizadas são, de acordo com Krajewski e Ritzman (2004):

Erro de previsão: é simplesmente a diferença obtida subtraindo a previsão da demanda real em um dado período, ou:

$$E_t = D_t - F_t$$

E_t = erro de previsão para o período t

D_t = demanda real para o período t

F_t = previsão para o período t

Mas os gerentes estão interessados em medir o erro da previsão em um período de tempo mais longo. Para isso utilizam a **soma cumulativa dos erros de previsão (*cumulative sum of forecast errors – CFE*)** que mede o erro da previsão total: $CFE = \sum E_t$

Erros grandes tendem a serem compensados por erros negativos grandes no cálculo da CFE. Apesar disso, a CFE é útil para avaliar o viés de uma previsão.

Esse erro cada vez maior indica alguma deficiência sistemática no método da previsão. Talvez o analista tenha omitido um elemento da tendência ou um padrão cíclico, ou as influências sazonais se alteraram em relação a seu padrão histórico. O erro de previsão médio é: $\bar{E} = CFE / n$

O **erro médio ao quadrado** (*mean squared error – MSE*), o **desvio-padrão** (σ) e o **desvio absoluto médio** (*mean absolute deviation – MAD*) medem a dispersão dos erros de previsão:

$$MSE = \Sigma E_t^2 / n$$

$$\sigma = [\Sigma (E_t - \bar{E})^2 / (n - 1)]^{1/2}$$

$$MAD = \Sigma |E_t| / n$$

O símbolo matemático $| |$ é usado para indicar o valor absoluto, isto é, ele não leva em consideração sinais positivos ou negativos.

Se **MSE**, σ , **MAD** forem pequenos, normalmente a previsão ficará próxima da demanda real; um valor elevado indica a possibilidade de grandes erros de previsão. Erros grandes possuem um peso maior no MSE e em Sigma, porque os erros são elevados ao quadrado.

O MAD é uma medida de previsão de erro amplamente utilizada, porque os gerentes podem entendê-la facilmente; esse é simplesmente a média dos erros de previsão ao longo dos períodos de uma série temporal, sem levar em conta se o erro foi uma estimativa maior ou menor.

O **erro potencial absoluto médio** (*mean absolute percent error – MAPE*) relaciona o erro de previsão no nível de demanda e é útil para analisar o desempenho da previsão sob uma perspectiva apropriada:

$$MAPE = \Sigma \{ (|E_t| / D_t) * 100 \} / n \text{ (expresso como porcentagem)}$$

O **sinal de monitoramento** é uma medida que indica se um método de previsão está prevendo de modo preciso as variações reais da demanda. Mede

o número de MADs representados pela soma cumulativa dos erros de previsão – a CFE. A CFE tende a zero quando um sistema de previsão correto está sendo empregado. No entanto, a qualquer tempo, erros aleatórios podem fazer com que a CFE não seja nula. Desta forma, o sinal de monitoramento pode ser escrito como: sinal de monitoramento = CFE / MAD

3.4.4.8 – Integração, Agregação e Desagregação das Previsões

Como um pré-requisito para que a Gestão da Demanda atenda as necessidades dos outros processos de PCP, um importante aspecto é fornecer uma previsão de demanda em nível apropriado de detalhes, e as técnicas de agregação e desagregação da demanda facilitam o processo.

VOLLMANN *et al* (1992) colocam este assunto como sendo uma técnica muito utilizada em vários ambientes de produção.

WALLACE *et al* (2003) explicam que a previsão pode se dar nos níveis da empresa, da unidade de negócios, da família de produtos, da subfamília de produtos, de modelo/marca, de tamanho da embalagem, de SKU (unidade distinta mantida em estoque - *stock keeping unit*), de SKU por cliente, de SKU por cliente por local de armazenagem. A decisão sobre qual nível se realizar a previsão deve ser tomada com base nos objetivos da previsão e na viabilidade da previsão.

Para o caso de previsões de produtos individuais finais (em unidades), estas são utilizadas para a programação de operações na empresa. Já para o caso de previsões dadas em níveis de volume total de vendas (em dólares, por exemplo), os altos gerentes utilizam-na no desenvolvimento do orçamento da empresa. Para o caso da média gerência, por exemplo, as previsões são realizadas em níveis de grupos de produtos, com a finalidade de desenvolver planos de marketing, promoções de vendas, distribuição, dentre outras.

O fato é que as previsões voltadas para diferentes objetivos apresentam um problema de coordenação em muitas empresas, não sendo tratadas de maneira integrada e consistente, de forma que o total seja a soma das partes.

Uma forma de se garantir a consistência de previsões que visam atender a objetivos distintos é por meio de Lista de Materiais (BOM – *Bill of Material*) especiais, como o *Super Bill*. Esse tipo de lista força uma consistência nas previsões estruturando a BOM na forma que o produto é vendido. O resultado é uma consistência entre os itens (por exemplo, carros) e suas opções (como ar condicionado) (VOLLMANN *et al*, 1992).

Uma outra forma apresentada por VOLLMANN *et al* (1992) de se tratar essa questão é por meio da pirâmide de previsão, a qual fornece uma maneira de coordenar, integrar e forçar a consistência entre as previsões para atender diferentes áreas da empresa, como manufatura, marketing, distribuição dentre outras áreas.

Essa abordagem trata da desagregação e agregação das previsões em forma de uma pirâmide. Ela inicia a previsão como itens individuais no nível 3 (base da pirâmide), as quais são agregadas em previsões de grupos de produtos no nível 2, e finalmente agregada no nível 1 (topo da pirâmide) que representa a previsão total do negócio, dada normalmente em valores monetários. Uma vez que as previsões vindas de baixo (nível 3) atingem o topo da pirâmide, os planos da alta gerência são desenvolvidos, podendo promover alterações no plano vindo de baixo para se adequar às necessidades da empresa identificadas pela alta gerência. O próximo passo é forçar a desagregação para baixo em grupos de produtos e produtos finais, de forma que todos os níveis sejam consistentes entre si, conforme a Figura 17.

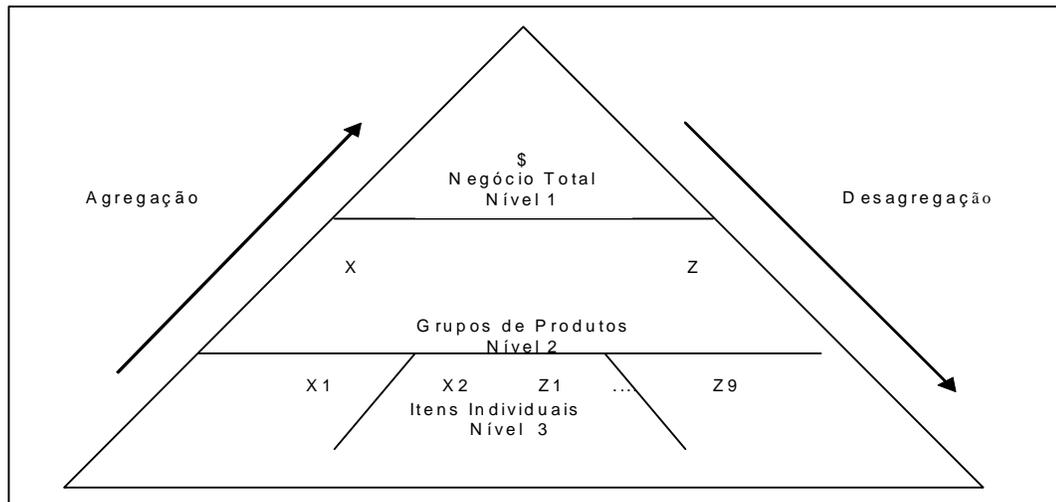


Figura 17 – Exemplo de pirâmide de previsão (VOLLMANN et al, 1992)

3.4.4.9 – A Gestão da Demanda nos Centros de Distribuição e o Planejamento das Necessidades de Distribuição - DRP (*Distribution Requirements Planning*)

Várias empresas, por conveniência, montam uma estrutura logística com centros de distribuição regionais para que seus produtos estejam mais facilmente disponíveis a seus clientes. Essa estratégia tem três objetivos básicos que são (CORRÊA et al, 2001):

- **Reduzir lead time:** a redução do *lead time* de entrega pode ser um fator importante de serviço ao cliente e aumentar a competitividade do fornecedor.
- **Reduzir custos de transporte:** estoques distribuídos são, às vezes, motivados por aumento na eficiência dos custos de transporte.
- **Controle do canal de distribuição:** para muitos bens industriais e de consumo, uma presença efetiva no mercado só pode ser conseguida com um sistema de estoque e distribuição localmente estabelecido.

Ao utilizar esse tipo de estratégia, ao menos parte da demanda de produtos produzidos pela fábrica é demandada para reposição dos estoques dos centros de distribuição. Nesse caso, mais conveniente do que tentar prever essa demanda é gerenciar de forma integrada a cadeia de distribuição. Isso pode ser feito pelo uso do DRP - *Distribution Requirements Planning* (planejamento das necessidades de distribuição).

Para gerenciar demandas nos centros de distribuição, vários autores, dentre eles, Vollmann *et al* (1992) e Corrêa *et al* (2001), utilizam o conceito de DRP.

O DRP é utilizado para coordenar a reposição dos estoques de distribuição. O registro básico do DRP tem o mesmo formato e a lógica como nos registros do MRP, mas são usados no detalhamento da necessidade da previsão (VOLLMANN *et al*, 1992).

Willcox (1997) apud Santa Eulália (2001) coloca que o método de cálculo utilizado para determinar as necessidades de distribuição é o chamado TPOP (*Time Phased Order Point*) introduzido inicialmente no ambiente manufatureiro com o MRP, e atualmente utilizado para itens de demanda independentes em redes de distribuição com controle centralizado. Assim, utilizando-se do TPOP, é possível determinar um plano de liberação de ordens tomando-se informações como as necessidades previstas, os estoques de segurança definidos, os tamanhos de lotes e os *lead times*.

Corrêa *et al* (2001) explicam que as empresas que usam a DRP têm apresentado melhorias sucessivas de serviços a seus clientes com diminuição de estoques, reduzindo também os tempos de atravessamento dos produtos pelo canal de distribuição. Isto é conseguido pela coordenação das necessidades de produtos por meio da cadeia logística. Uma vantagem clara do DRP é reduzir as incertezas das previsões de demanda, já que grande parte da demanda da fábrica é tratada como demanda dependente, sendo calculada, e não como demanda independente, que tem que ser prevista.

3.4.5 – Prometer Prazos de Entrega

A promessa de prazo de entrega é uma função de grande importância no contexto da Gestão de Demanda. O objetivo dessa função é prometer prazos viáveis, curtos e confiáveis.

Segundo o dicionário APICS (COX *et al*, 1998), ATP (*Available to Promise*) é a porção não comprometida do estoque da empresa e de sua programação de produção, mantida no planejamento mestre para suportar a promessa de encomenda dos clientes.

SLACK *et al* (1997) explicam que o programa-mestre de produção fornece para a função de vendas a informação de quanto pode ser prometido para os clientes e para quando. Se a função vendas prometer além desta quantidade, não será capaz de manter sua promessa e a empresa será vista por seus clientes como não confiável.

Segundo VOLLMANN *et al* (1992), o ATP é um cálculo, e não uma estimativa do prazo de entrega. Sua base de cálculo é:

- Estoque em mãos;
- Produção planejada dos produtos finais no horizonte de MPS;
- Pedidos já colocados.

A quantidade dada pelo cálculo do ATP representa basicamente o balanço entre as quantidades em estoque disponíveis no primeiro período, e é normalmente calculada para cada período na qual existe um MPS programado, considerando as promessas anteriormente realizadas.

Corrêa *et al* (2001) explicam o ATP em três ambientes de produção. Em ambiente de produção para estoque (*make to stock - MTS*), a forma usual de prometer prazos de entregas é utilizar o cálculo ATP. O ATP é calculado levando em conta o estoque em mãos, atualmente disponível, a produção

planejada dos produtos finais no horizonte de planejamento (MPS) e a demanda real, ou seja, os pedidos já colocados pelos clientes.

A análise do ATP é uma forma de avaliar sistematicamente os prazos de entregas efetivamente oferecidos, comparando-os com os estabelecidos pelas políticas da empresa para o atendimento da demanda. O resultado dessa análise deve disparar possíveis mudanças no MPS visando adequá-lo a uma demanda real que excede à demanda prevista com base na qual o MPS foi estabelecido.

Uma das vantagens do ATP é que a cada consulta o ATP estará atualizado, desde que os pedidos já aceitos tenham sido efetivamente cadastrados no sistema. Problemas podem ocorrer quando a atualização da carteira de pedidos não é feita em tempo real, fazendo com que duas consultas seqüenciais enxerguem o mesmo valor de ATP, mesmo que na primeira pedidos já tenham sido aceitos. O resultado é o risco de uma informação incorreta de prazo de entrega ao cliente.

Em ambiente de produção sob encomenda (*make to order* – MTO) não há produção planejada para os produtos, e tampouco estoques de produtos acabados; portanto, não há como utilizar mecanismos como o ATP. Neste caso, há duas maneiras de estimar o prazo de entrega provável de determinado pedido:

- A primeira é monitorar o tempo médio de entrega dos pedidos no passado recente e, com base nessa estimativa, prometer um prazo ao cliente que considere obviamente as incertezas. O tempo médio de entrega deve variar em função da carga de trabalho da fábrica; logo, a estimativa feita dessa maneira carrega uma incerteza menor quando a carga é relativamente estável, variando pouco no curto prazo.
- A segunda alternativa, mais precisa, porém mais trabalhosa, é simular a passagem dos pedidos em carteira, considerando as datas em que os materiais comprados estarão disponíveis, os roteiros de produção

dos produtos, seus tempos de produção em cada operação e a disponibilidade efetiva dos equipamentos. Pode-se utilizar uma ferramenta computacional que são os sistemas de programação finita.

Em ambientes de produção montagem sob encomenda (*assemble to order* – ATO), normalmente, faz-se o MPS no nível dos conjuntos ou componentes semi-acabados utilizados para montar o produto final. Utiliza-se a combinação dos métodos utilizados nos dois ambientes de produção, ou seja, calcula-se o ATP de produtos semi-acabados para determinar em que data esses componentes estarão disponíveis para iniciar a montagem final e a partir dessa data utiliza uma das alternativas apresentadas no caso de produção sob encomenda.

3.4.5.1 – Gestão da Demanda e o Nível de Serviço aos Clientes

O dicionário APICS (COX *et al*, 1998) define que o nível de serviço representa uma medida que é usualmente expressa como uma percentagem de satisfação da demanda por meio de estoque ou pela programação da produção, em tempo adequado para satisfazer as datas e quantidades solicitadas pelo mercado.

Lambert (1993) apud Santa Eulália (2001) explica que o nível de serviço ao cliente é a maneira mais eficaz para a manutenção de um diferencial competitivo duradouro e de difícil *benchmarking* por parte da concorrência.

Corrêa *et al* (2001) explicam que o nível de serviço engloba todos os aspectos avaliados pelo cliente quando ele entra em contato com a empresa. O nível de serviço ao cliente procura avaliar o desempenho da empresa em relação a quatro importantes aspectos:

- Disponibilidade do produto para pronta entrega.
- *Lead time* ou prazo de entrega do produto, contado a partir do momento do recebimento do pedido até a entrega efetiva.

- Confiabilidade do prazo de entrega informado ao cliente.
- Flexibilidade de entrega, que se refere à facilidade com que a empresa modifica as condições iniciais do pedido, principalmente em relação à quantidade e datas de entrega.

No ambiente MTS, o nível de serviço relaciona-se com o cálculo da percentagem de pedidos dos clientes atendidos pelo estoque de produtos acabados. Esses percentuais podem representar quantidades de pedidos, quantidades de itens, ou de receitas atendidas completamente pelos estoques.

Dentro dos ambientes MTO e ATO, o nível de serviços a clientes está relacionado, em termos percentuais, com o tempo solicitado pelo cliente (para a entrega completa das quantidades do produto) que é realmente atendido. Mais ainda, o nível de serviço nessas empresas não só relaciona-se com a disponibilidade de materiais, mas também está atrelado à confiabilidade do atendimento prometido.

Nem sempre o ideal é buscar um nível de serviço excelente, mas procurar definir o nível de serviço adequado às necessidades dos mercados-alvos, visados pela empresa para não desperdiçar recursos que não tornarão a empresa mais competitiva, comprometendo sua competitividade em outros aspectos (CORRÊA *et al*, 2001).

3.4.5.2 – Responsáveis pela Gestão da Demanda

Como a maioria dos processos operacionais da gestão da demanda está, de alguma forma, relacionado aos clientes, normalmente envolve forte participação da área comercial. Por outro lado, algumas informações geradas nessa função são fundamentais ao processo de planejamento, ao mesmo tempo em que informações importantes para os clientes são geradas na área de planejamento, fazendo essa área ter muito interesse no desempenho da gestão de demanda. Não se pode deixar de atribuir a alguém a

responsabilidade por essa função, ainda que ela dependa da participação e colaboração de várias áreas da empresa (CORRÊA *et al*, 2001).

A responsabilidade pela preparação da previsão de demanda normalmente é do setor de Marketing ou Vendas. Porém, existem bons motivos para que o pessoal do Planejamento e Controle da Produção (PCP) entenda como esta atividade é realizada. A previsão de demanda é a principal informação empregada pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP) na elaboração de suas atividades, e afeta de forma direta o desempenho esperado de suas funções de planejamento e controle do sistema produtivo (TUBINO, 2000).

É normal nas empresas que desempenham o processo de Gestão de Demanda que a responsabilidade desse processo seja compartilhada por muitas áreas. Por exemplo, o departamento financeiro ou de crédito deve realizar a análise de crédito do cliente e estabelecer condições de pagamentos, o setor de vendas deve realizar a entrada do pedido do cliente e prestar outros serviços ao cliente, enquanto que o fluxo de saída de produtos é gerenciado pelo setor de logística e distribuição (VOLLMANN *et al*, 1992).

Em algumas empresas, existe uma área de gestão de materiais que acaba por coordenar as atividades do processo de Gestão da Demanda. Essa área trata as questões relacionadas à disponibilidade de materiais aos clientes, como no caso do recebimento de um pedido que comprometa o estoque de produtos, decidindo se irá atender ao pedido com estoque ou repassar o pedido para a produção da empresa, se irá mesmo atender este pedido, quais modificações são permitidas nos planejamentos da empresa, dentre outras atividades. Esse tipo de empresa é comum nos setores em que a necessidade e a importância em administrar o fluxo de materiais, desde sua compra de matéria-prima, até a entrega para o cliente, é um critério diferenciador de mercado (VOLLMANN *et al*, 1992).

Para o caso de empresas que possuam forte orientação para o marketing (seu sucesso depende de um contato estreito com as tendências de demanda e bons relacionamentos com os clientes), a Gestão da Demanda pode ser mais

bem executada pela área de marketing ou de vendas. Já empresas que o desenvolvimento de produtos requer uma interação muito grande entre os clientes e a engenharia, o departamento de serviços técnicos pode gerir a demanda (VOLLMANN *et al*, 1992).

A responsabilidade pela previsão da demanda não pode ficar apenas com a área de planejamento, por razões principais, segundo (CORRÊA *et al*, 2001):

- Porque a gestão de demanda requer atenção especial sobre o mercado, o que, na prática, requer conhecimento sobre o mercado e seus nichos, algum contato com clientes e representantes comerciais.
- Monitoramento rigoroso das vendas reais, monitoramento das ações dos concorrentes, entre outras atividades, o que não coaduna com o perfil da área de planejamento.
- Porque o tratamento das informações na área de planejamento, na prática, dificulta o comprometimento da área comercial com o processo, correndo-se o risco de isolá-la, deixando toda a responsabilidade com a área de planejamento.

Para Proud (1999), as principais responsabilidades do gestor da demanda são as seguintes:

- Desenvolver previsões de demanda em uma base mensal por família de produtos para o processo de S&OP ou para o Planejamento da Produção.
- Fornecer suporte para vendas no processo de planejamento de vendas.
- Fornecer previsão do mix de produtos para o planejador mestre.
- Fornecer previsão de demanda de novos produtos e/ou novos mercados, trabalhando com gerentes de produtos e de mercados.

- Estabelecer, manter e utilizar ferramentas de previsões e de comunicação.
- Auxiliar no desenvolvimento das estratégias, políticas e objetivos de marketing e da manufatura, incluindo: políticas de S&OP, de MPS, objetivos de serviço ao cliente, níveis de estoques e *time fences* do planejamento.
- Auxiliar no planejamento das listas e estruturas dos produtos.
- Monitorar a performance da empresa dos planos realizados, fornecendo informações detalhadas para a gerência de vendas e marketing utilizarem nas reuniões de S&OP.
- Desenvolver e documentar os fatores e suposições realizadas no planejamento de vendas.
- Aconselhar o planejador mestre sobre as questões de alocação e priorização.

Após a revisão bibliográfica e apresentação dos vários conceitos, o capítulo seguinte apresenta e discute o estudo de caso desenvolvido.

4 – ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL- MECÂNICO

Neste capítulo será descrita e discutida a implantação de um processo de Gestão de Demanda em uma empresa do ramo metalúrgico, operando na região centro-oeste do país.

4.1 – METODOLOGIA DE PESQUISA

Desde o aparecimento do homem, foram produzidas inúmeras explicações sobre os fenômenos misteriosos que regem o universo, propiciando um acúmulo de conhecimento. Desde o princípio até os dias atuais o homem utiliza a pesquisa para aumentar o seu grau de conhecimento. Portanto, a pesquisa tem como princípio dar respostas às indagações do homem.

É devido a estas respostas que toda pesquisa se inicia com algum tipo de problema, ou indagação (GIL, 2002). Pode surgir de circunstâncias pessoais ou profissionais, da experiência científica própria ou alheia, da sugestão de uma personalidade superior, do estudo, da literatura de grandes obras, da leitura de revistas especializadas, etc. (MARTINS, 1994).

Nesta mesma linha de raciocínio, a pesquisa pode ser considerada um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais. Significa muito mais do que apenas procurar a verdade: é encontrar respostas para questões propostas, utilizando métodos científicos. Especialmente é um procedimento reflexivo sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento (MARCONI e LAKATOS, 2001).

Por que realizar uma pesquisa? Há muitas razões para que se faça uma pesquisa, mas estas são classificadas em dois grandes grupos: razões de ordem intelectual e razões de ordem prática. As primeiras decorrem do desejo de conhecer pela própria satisfação de conhecer. As últimas decorrem do

desejo de conhecer com vistas a fazer algo de maneira mais eficiente ou eficaz (GIL, 1996).

A pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema (GIL, 2002).

A finalidade da pesquisa científica não é apenas um relatório ou descrição de fatos levantados empiricamente, mas o desenvolvimento de um caráter interpretativo, no que se refere aos dados obtidos. Para tal, é imprescindível correlacionar a pesquisa com o universo teórico, optando-se por um modelo teórico que sirva de embasamento à interpretação do significado dos dados e fatos colhidos ou levantados (MARCONI e LAKATOS, 2001).

4.2 – TIPOS DE PESQUISA

Gil (2002) classifica os tipos de pesquisas por objetivos em três grandes grupos: exploratórias, descritivas e explicativas.

- **Pesquisas Exploratórias**

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições.

- **Pesquisas Descritivas**

Estas pesquisas têm como objetivo primordial à descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. As pesquisas descritivas são, juntamente com as exploratórias, as que habitualmente realizam os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática.

- **Pesquisas Explicativas**

Estas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente.

Outras classificações também são descritas por outros autores conforme se segue:

- **Pesquisa Ação**

Neste tipo de pesquisa, tem-se a seguinte definição dada por Thiollent (1985) apud Gil (1996, p.60): “um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no quais os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo”.

Na pesquisa-ação o planejamento difere significativamente dos outros tipos de pesquisa, não apenas em virtude de sua flexibilidade, mas, sobretudo, porque envolve também a ação dos pesquisadores e dos grupos interessados (GIL, 2002).

Nesta mesma linha, Hollanda e Riccio (2001) apud Vernalha (2002) afirmam que a pesquisa-ação se mostra adequada aos estudos das organizações, principalmente quando o problema tem no fator humano um componente forte, principalmente os decorrentes de motivação, aprendizado e mudança.

Thiollent (1997) apud Vernalha (2002) acredita que, no quadro da Engenharia de Produção e da gestão de inovações, os métodos participativos de pesquisa surgem como meios de concepção e busca por soluções em termos sociais e tecnológicos.

- **Estudo de Caso:**

Mendonça *et al* (2003) e Gil (2002) explicam que o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. A maior utilidade é verificada nas pesquisas exploratórias e descritivas.

4.3 – METODOLOGIA UTILIZADA NO ESTUDO DE CASO

Na condição de responsável técnico da empresa, o autor teve a condição para coletar, classificar e confirmar os dados relacionados no estudo de caso. Em virtude desta mesma condição, o autor pode interferir no processo visando ao aprimoramento de seus resultados, utilizando-se dos conhecimentos teóricos adquiridos para viabilização do desenvolvimento da pesquisa. A metodologia usada na investigação foi, portanto, a de pesquisa-ação.

No próximo item será apresentado o desenvolvimento do estudo de caso em uma empresa metalúrgica.

4.4 – O ESTUDO DE CASO REALIZADO

Nesta etapa do trabalho será descrito um caso de implementação de um processo de Gestão da Demanda em uma empresa metalúrgica iniciado em Janeiro de 2003 e finalizado em Junho de 2004.

O objetivo principal deste estudo de caso foi estruturar e implementar um processo de Gestão da Demanda em uma empresa do setor metal-mecânico.

4.4.1 – A EMPRESA E O PRODUTO ESTUDADOS

A Planalto Indústria Mecânica LTDA, situada em Goiânia – GO, foi fundada em 1991 com atividades básicas voltadas à fabricação de equipamentos para o

segmento de coleta e transporte de resíduos sólidos. A Planalto Indústria Mecânica pertence ao Grupo Planalto, fundado no ano de 1961.

O seu parque industrial tem área construída de 8,7mil m², contando com aproximadamente 70 funcionários atualmente.

A empresa desenvolve e produz em seu parque industrial quatro linhas básicas de produtos, que são:

- Coletores Compactadores de Resíduos Sólidos Domiciliares e Industriais.
- Equipamentos para o Transporte Rodoviário.
- Equipamentos destinados à Limpeza Pública.
- Equipamentos para coleta e transporte de resíduos infectantes (hospitalares).

A pesquisa foi desenvolvida após a coleta dos dados do histórico de vendas junto ao Departamento de Vendas dos produtos que foram desenvolvidos e lançados no mercado no ano 2000 e posteriores. A Tabela 11 apresenta os diversos modelos atualmente produzidos com algumas características técnicas. Dentre os modelos produzidos, o Megalix e Millenium se destacam como os mais vendidos e são apresentados seus históricos de vendas entre 2000 e 2002, conforme as Tabelas 12 e 13.

Tabela 11 – Modelo dos coletores compactadores atualmente produzidos

Modelo	Volume da caixa de carga (m³)	Volume total (m³)	Índice de Compactação (médio)	Peso do equipamento (kg)	PBT – Chassi (kg)
Megalix 10.000	10,0	11,85	4:1	4.050	12.000
Megalix 12.000	12,0	13,85	4:1	4.300	14.000
Megalix 13.500	13,5	15,35	4:1	4.690	16.000
Megalix 15.000	15,0	16,85	4:1	5.025	16.000
Megalix 17.000	17,0	18,85	4:1	5.100	21.000
Megalix 19.000	19,0	20,85	4:1	5.375	23.000
Millenium 13.500	13,5	15,70	5:1	5.050	16.000
Millenium 15.500	15,0	17,20	5:1	5.400	16.000
Millenium 19.000	19,0	21,20	5:1	5.900	23.000
Hospitalix 6000	6,0	7,20	4:1	2450	8.000
H 8000	8,0	9,20	4:1	2800	8.000
Agilix 6000	6,0	7,20	4:1	2.200	8.000

Tabela 12 – Vendas dos modelos Megalix entre os anos 2000 a 2002

Modelo	Ano			Total
	2000	2001	2002	
Megalix 10000			13	13
Megalix 12000		2	10	12
Megalix 13500			3	3
Megalix 15000		5	40	45
Megalix 17000				0
Megalix 19000	1			1

Tabela 13 – Vendas dos modelos Millenium entre os anos 2000 a 2002

Modelo	Ano			Total
	2000	2001	2002	
Millenium 13500				
Millenium 15000			2	2
Millenium 19000		3	5	8

O produto escolhido, em reunião com as áreas de Vendas e Produção, para o desenvolvimento do estudo de caso é o Coletor Compactador de Resíduos Sólidos Megalix 15000, (ver Figura 18), devido este apresentar o maior volume

de vendas dentre os produtos produzidos pela empresa. Suas vendas, entre os anos de 2000 a 2002, são demonstradas conforme Tabela 12.



Figura 18 – Coletor Compactador de Resíduos Sólidos MEGALIX 15000

4.4.2 – DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

É apresentada neste tópico parte da descrição do processo produtivo do coletor compactador Megalix 15000 em suas várias etapas. A Figura 19 representa de maneira simplificada a árvore do produto.

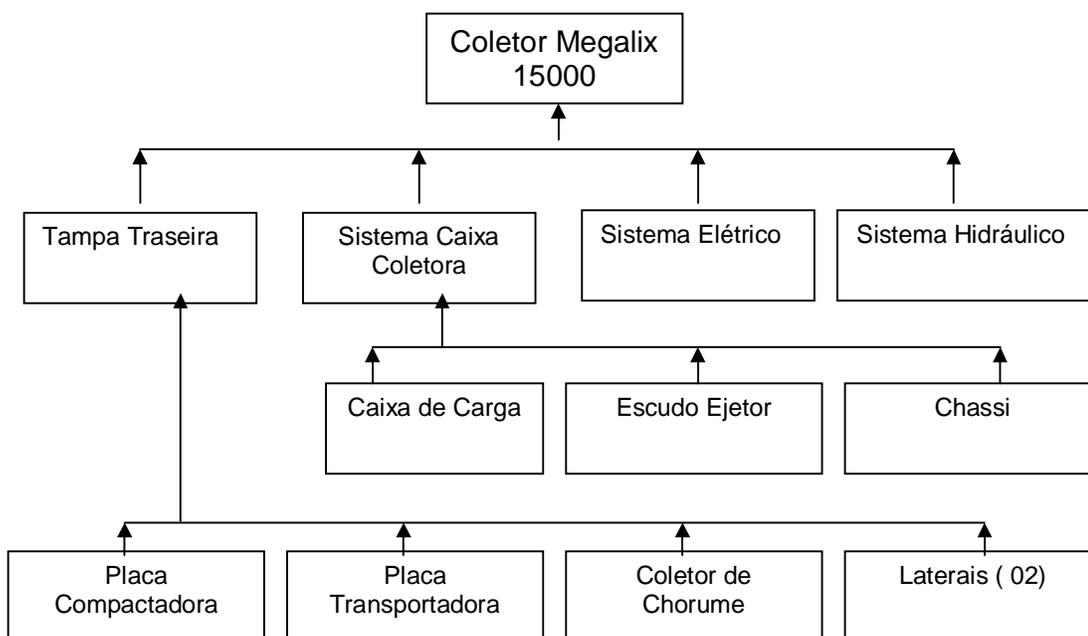


Figura 19 – Representação simplificada da árvore do produto – Megalix 15000

A Figura 20 representa parte do fluxograma básico de manufatura do coletor compactador de lixo com os respectivos *lead times* dimensionados em dias no ambiente MTO.

O processo se inicia com as chapas de aço no setor de corte e dobra e na seção de usinagem geral. Após o término do processo, as peças são enviadas para cada setor correspondente à próxima etapa de manufatura.

Pode-se verificar que o maior *lead time* é do subconjunto sistema hidráulico correspondente a 30 dias, no sistema MTO. Este corresponde ao tempo de processamento entre a solicitação do pedido de seus componentes até a sua entrega pelo fornecedor à empresa com *lead time* de 26 dias. Após a entrega o *lead time* de montagem corresponde a 4 dias.

Verifica-se que os *lead times* dos subconjuntos Tampa Traseira e Sistema Caixa Coletora com 8 e 12 dias, respectivamente, são compostos de produção dos itens e a montagem dos mesmos. Estes valores são no sistema MTO.

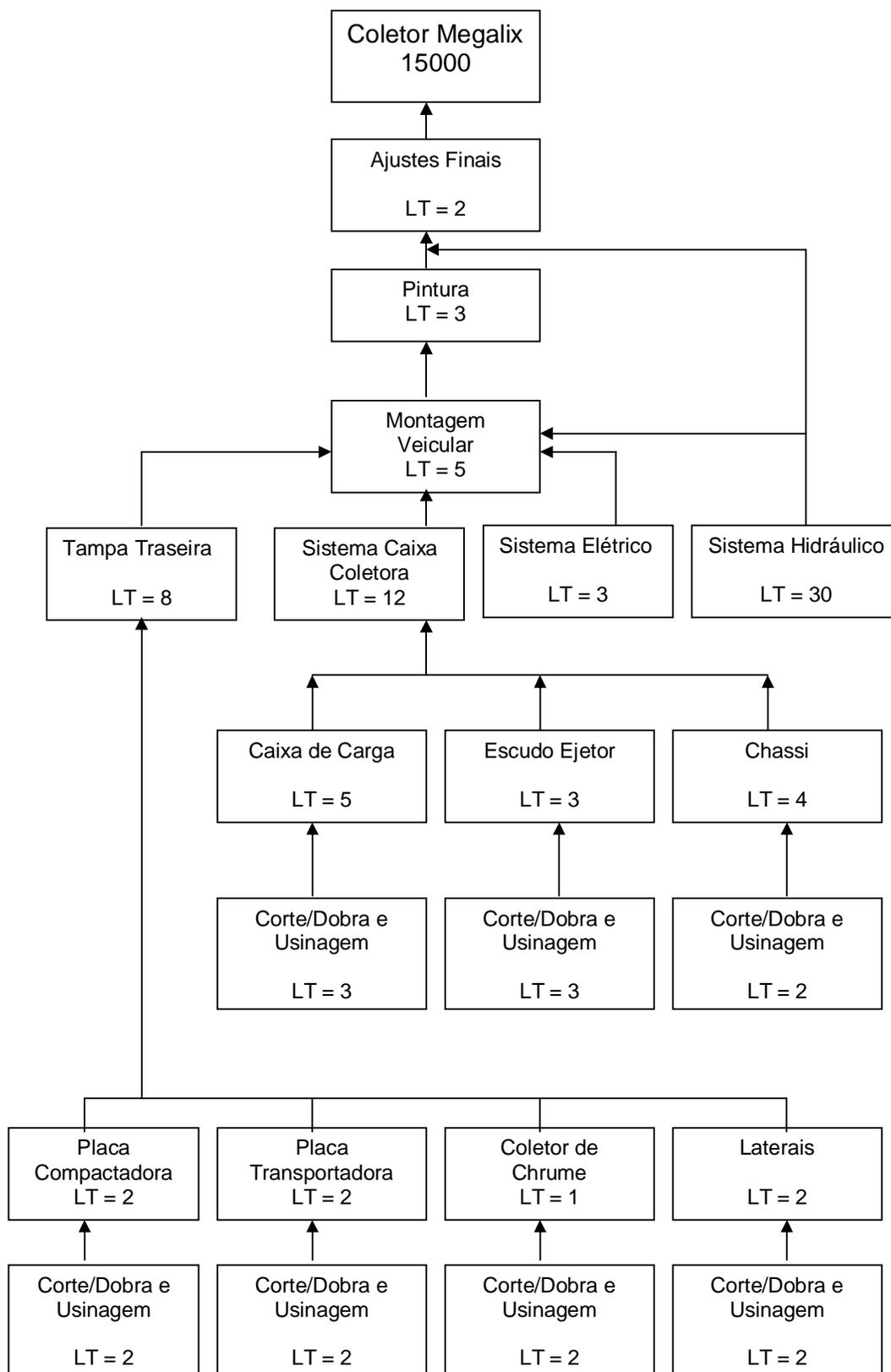


Figura 20 – Fluxograma de manufatura do coletor com seus lead times no MTO

Na Figura 21 é mostrada a seção de corte e dobra das chapas. Esta seção está responsável por cortar e dobrar as chapas de aço. Este trabalho é realizado em cerca de 80% de todas as peças que compõem o produto em questão.



Figura 21 – Seção de corte e dobra

A Figura 22, a seguir, mostra a seção onde são montadas a tampa traseira e as laterais que compõem o compartimento de carga traseiro. Este processo se dá através de montagens das várias peças que vêm da seção de corte e dobra e da usinagem. São colocadas em dispositivos que fazem todo o alinhamento das peças, pois irão sofrer o processo de soldagem para formar novos subconjuntos.



Figura 22 – Montagem das laterais da tampa traseira

As Figuras 23 e 24 ilustram a montagem das placas compactadora e transportadora que têm a função de compactar o lixo que é colocado no compartimento de carga e que será compactado no primeiro estágio de movimentação desta placa. Em seguida, o lixo que sofreu o processo de compactação será transportado para o interior da caixa de carga pela placa transportadora.

Na montagem, estas placas são colocadas em dispositivos para que ela não perca o alinhamento devido ao aquecimento superficial gerado pelo processo de soldagem.



Figura 23 – Montagem da placa transportadora



Figura 24 – Montagem da placa compactadora

Na Figura 25, são apresentadas a localização das placas transportadora e compactadora no produto final.

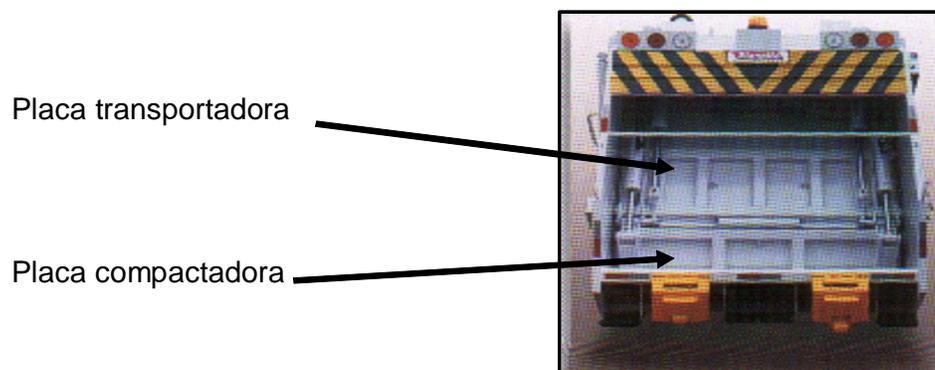


Figura 25 – *Localização das placas transportadora e compactadora*

Na Figura 26, verifica-se a montagem da caixa de carga onde se encontram os dispositivos para o seu alinhamento. Ela é montada em cima de um chassi que é fabricado de acordo com as especificações do caminhão disponibilizado pelo cliente.



Figura 26 – *Montagem da caixa de carga*

A Figura 27 mostra a manufatura do chassi no qual a caixa de carga é apoiada. Suas dimensões variam de acordo com o caminhão que o cliente entregou à empresa para a montagem de seu produto.



Figura 27 – *Montagem do chassi que se apóia no caminhão*

Na seção de montagem veicular (Figura 28) acontece a etapa em que o coletor será colocado em cima do chassi do caminhão, o qual receberá os ajustes finais no produto e no sistema hidráulico. Nota-se que a parte hidráulica da tampa traseira já está montada.



Figura 28 – *Montagem veicular do coletor*

Após o término da montagem veicular, o equipamento é pintado de acordo com as especificações do cliente e posteriormente ajustado, conforme Figura 29.



Figura 29 – *Equipamento pintado de acordo com as especificações do cliente*

4.4.3 – SITUAÇÃO ANTERIOR

A empresa, desde a sua fundação, produzia seus produtos baseados nos pedidos dos clientes, ou seja, segundo o sistema MTO, cuja finalidade é produzir produtos a partir de contatos com o cliente e a interação costuma ser extensiva. O produto pode sofrer modificações durante a fase de produção.

Neste sistema o processo de produção se dava após o pedido ser firmado com todas as características finais definidas. A área de vendas repassava para produção os dados do pedido e o prazo de entrega. A maior responsabilidade recaía para o setor de produção. Este solicitava todas as matérias-primas necessárias ao setor de compras.

Neste sistema MTO, a empresa ficava na dependência que seus fornecedores cumpram os prazos firmados. Se porventura houvesse algum imprevisto e o prazo não fosse cumprido, o produto do cliente sofria atraso em sua data de

entrega. Diante da possibilidade deste problema acontecer, a empresa trabalhava com um *lead time* maior para entrega do pedido do cliente.

O processo de Gestão da Demanda não era muito compreendido devido ao não conhecimento do processo como um todo por parte dos gerentes das pequenas e médias empresas fornecedoras. Como a grande parte das pequenas e médias empresas atuava em mercados locais ou regionais, a sua atuação em gerenciar a Gestão da Demanda nos grandes mercados do país podia ficar prejudicada.

Em relação às grandes atividades ligadas à Gestão da Demanda, a empresa apresentava as seguintes características:

- Análise do ambiente competitivo: por ser uma média empresa que atua em um mercado competitivo, onde os fabricantes estão espalhados por todo o país, a empresa deve estar atenta aos fatores econômicos, pois qualquer alteração no mercado afeta diretamente seus custos.
- Atua em mercado onde seus principais clientes são as prefeituras municipais e empresas privadas que atuam no segmento de limpeza urbana.
- A empresa atuava basicamente com os pedidos firmes de clientes, não realizando previsões de demandas de seus produtos. Com isso a sua capacidade de influenciar a demanda ficava comprometida.
- No processo do MPS a empresa somente o inicia após a confirmação do pedido pelo cliente.
- Em relação aos estoques, a empresa administra estoque com itens de baixo custo e os itens de custos elevados são adquiridos após a confirmação do pedido. Praticamente não há estoques de segurança dos itens de alto custo. Com essa decisão os custos de manter o estoque da empresa são relativamente baixos.

- Em relação à promessa de entregas, a empresa opera com um *lead time* maior em razão de que os fornecedores podem não cumprir o prazo prometido.

No sistema de produção MTO, a empresa trabalhava com prazos de entrega de 40 dias previstos de seus produtos aos clientes. A Figura 30 representa um fluxograma de como o sistema MTO ocorria na empresa:

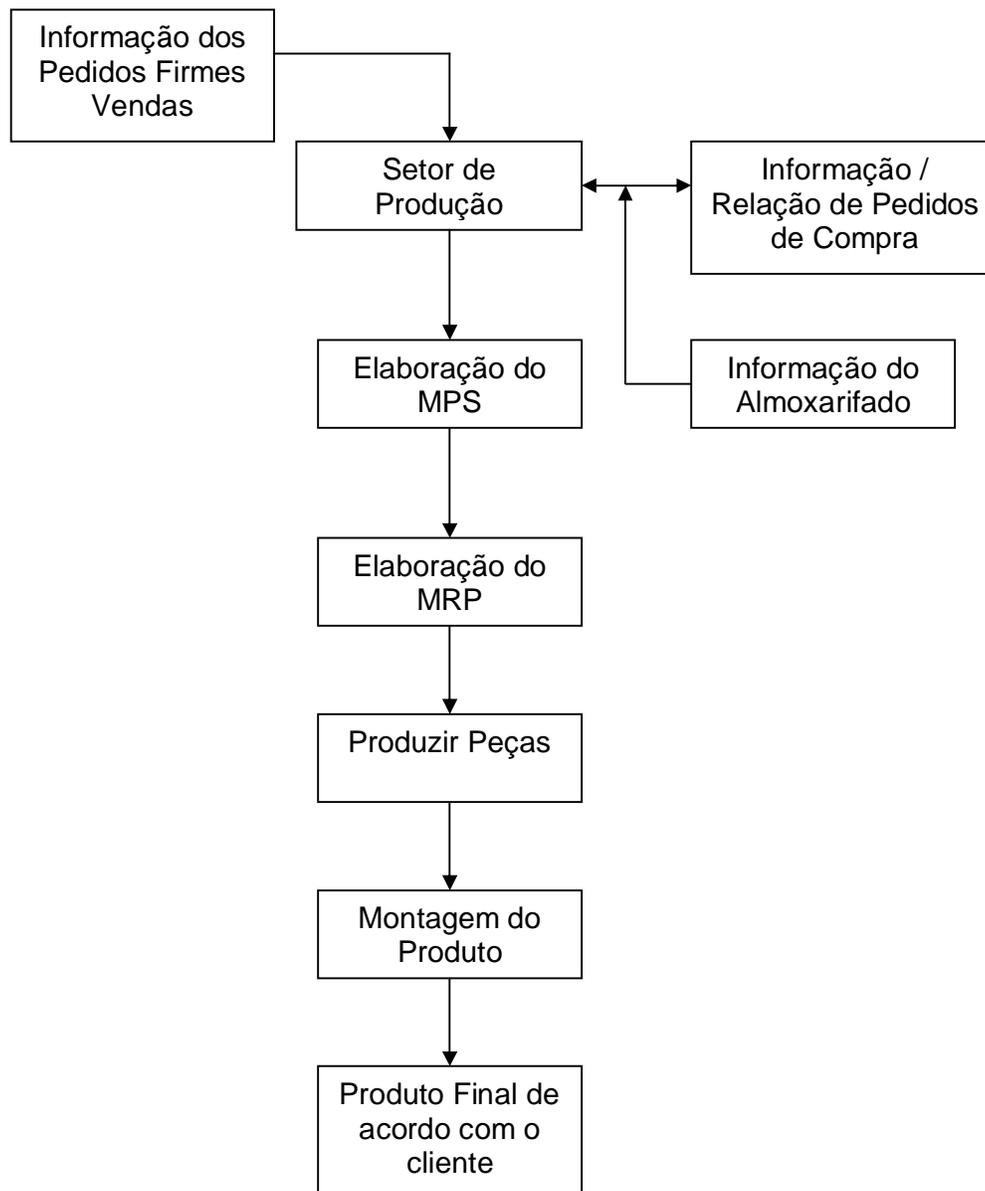


Figura 30 – Processo de produção MTO na empresa

Diante dessa situação, foi proposta para a alta administração uma mudança no processo de gestão, com o objetivo de diminuir o prazo de entrega dos produtos para os clientes.

4.4.4 – SISTEMATIZAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DA DEMANDA

Para a realização deste estudo de caso, inicialmente foi apresentado à alta administração e aos gerentes de produção e vendas o desenvolvimento de todo o processo de sistematização e implementação do processo de Gestão da Demanda.

Desta forma, foram apresentados a metodologia do S&OP e os vários tipos de sistemas produtivos aos gerentes de vendas e produção para sistematização de uma nova política de produção e vendas.

Um grande fator facilitador foi que a alta administração estava aberta e aderiu às inovações propostas.

Durante a explicação da metodologia S&OP, os gerentes de vendas e produção tiveram o contato com este processo. Verificaram que esta ferramenta poderia solucionar um grande problema que havia na empresa, a comunicação entre departamentos.

Entre os vários tipos de sistemas produtivos existentes, o sistema ATO foi selecionado para o desenvolvimento desta pesquisa e aplicado no produto escolhido devido sua característica de produzir subconjuntos e montá-los posteriormente com as características fornecidas pelo cliente.

A escolha se deu porque a empresa trabalhava totalmente no sistema MTO e seus produtos não podem ser produzidos pelo sistema MTS, pois corre o risco de não ocorrer à venda. O sistema ATO será aplicado no produto escolhido juntamente com o novo modelo de Gestão da Demanda.

Após as reuniões com as gerências e a alta administração, foi elaborado e apresentado um fluxograma do processo de Gestão da Demanda e de como será sua aplicação no produto escolhido, conforme ilustra a Figura 31.

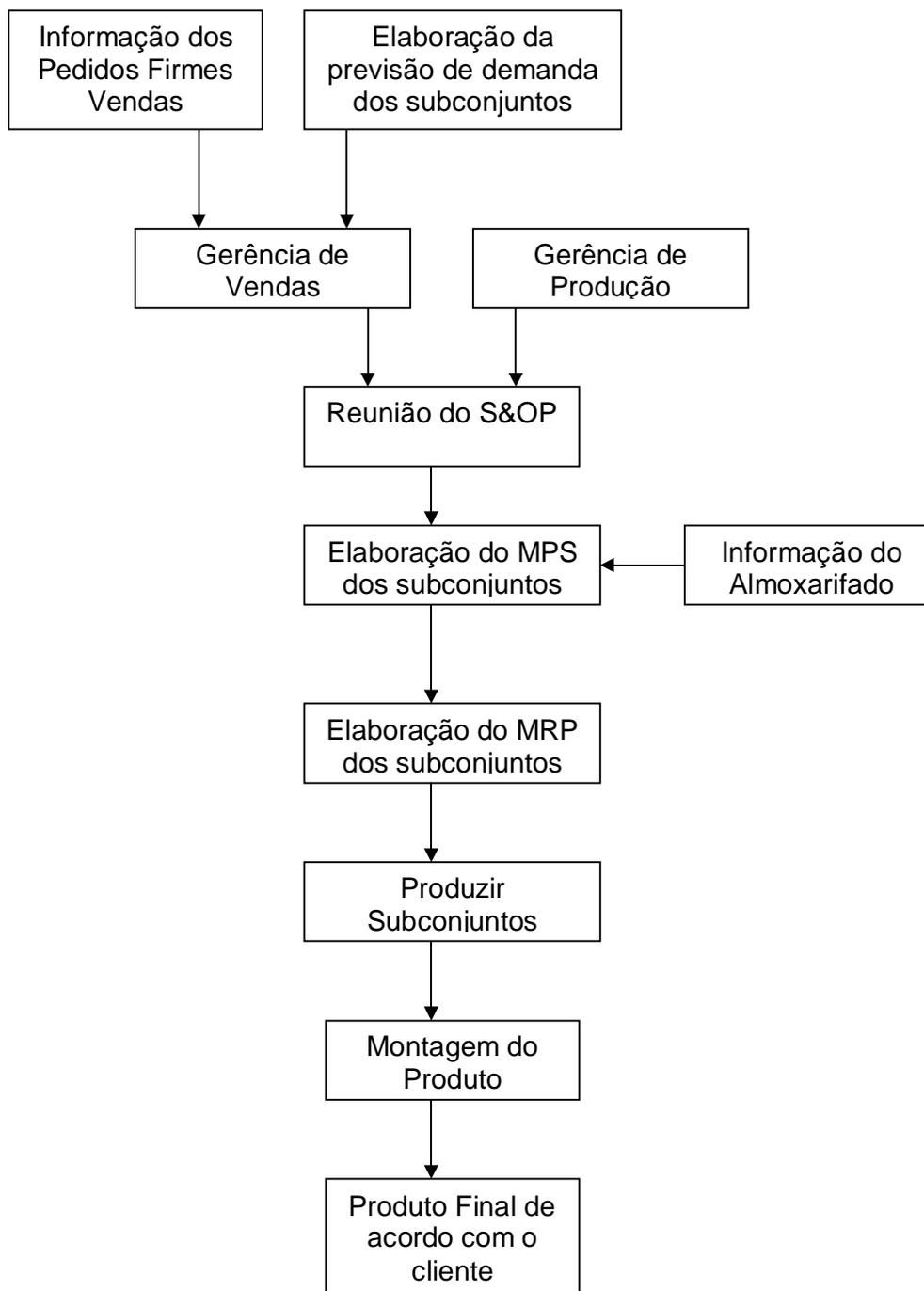


Figura 31 - Processo de Gestão da Demanda com o sistema ATO

A alta administração autorizou a utilização do modelo Megalix 15000 para o desenvolvimento de um novo processo de sistematização e implantação de gestão da demanda.

A partir do ano de 2003 foi desenvolvido um modelo de previsão de vendas para o modelo Megalix 15000. Este foi planejado em conjunto com as gerências de venda e produção, para que estes realizassem os seus planejamentos produtivos e de vendas o mais próximo da realidade possível.

Através dos dados coletados, com base na demanda mensal do ano 2002, Tabela 14, foi elaborada a previsão de demanda para o primeiro semestre do ano 2003, cujos valores estão demonstrados na Tabela 15.

A previsão de produção dos subconjuntos do modelo Megalix 15000 seguiram a mesma previsão para o produto final e foram consideradas no MPS e explodidas pelo MRP.

Os itens que compõem estes subconjuntos foram desagregados em vários planos de produção. O Sistema Caixa Coletora é formado pelos subconjuntos caixa de carga, escudo ejetor e a Tampa Traseira que, por sua vez, é formado pelas placas transportadora e compactadora, laterais e caixa coletora de chorume.

O chassi, onde a caixa de carga se apóia é manufaturado de acordo com as especificações do caminhão entregue a Planalto Indústria Mecânica pelo cliente para montar o Coletor Compactador.

O método utilizado foi a Média Móvel Ponderada, conforme descrição no item 3.4.4.5.2. A vantagem deste método é que ele permite enfatizar a demanda recente em vez da mais antiga e é, também, de fácil entendimento.

Tabela 14 - *Demanda do segundo semestre do ano 2002*

Segundo semestre - ano 2002							
Mês	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Megalix 15000	0	0	5	1	0	4	10

Tabela 15 - *Previsão de demanda para o primeiro semestre de 2003*

Primeiro semestre - ano 2003							
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Megalix 15000	2	1	2	1	2	2	10

De acordo com a previsão de vendas elaborada e aprovada pelas gerências, esta foi levada à presidência da empresa para a sua aprovação e liberação.

O acompanhamento das vendas e produção foi realizado pelo responsável técnico com o objetivo de verificar se o modelo estava correto e, também, para as futuras correções, se necessárias.

A Tabela 16 demonstra o número de vendas efetuadas no primeiro semestre de 2003:

Tabela 16 – *Vendas do primeiro semestre de 2003*

Primeiro semestre - ano 2003							
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Megalix 15000	0	2	1	1	2	3	9

Para realizar as vendas do produto Megalix 15000, seus subconjuntos, que são compostos de tampa traseira e sistema caixa coletora, foram produzidos com base nas previsões de vendas. Seus respectivos MPS estão demonstrados nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 17 – MPS do subconjunto sistema caixa coletora do Megalix 15000

Subconjunto Sistema Caixa Coletora - ano 2003							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	2	1	2	1	2	2	10
Demanda	0	2	1	1	2	3	9
Estoque	2	1	2	2	2	1	1

Tabela 18 – MPS do subconjunto da tampa traseira do Megalix 15000

Subconjunto Tampa Traseira - ano 2003							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	2	1	2	1	2	2	10
Demanda	0	2	1	1	2	3	9
Estoque	2	1	2	2	2	1	1

Em seu processo produtivo, o sistema caixa coletora é composto da caixa de carga e do escudo ejetor. Seus respectivos MRP estão demonstrados nas Tabelas 19 e 20.

Tabela 19 – MRP da caixa de carga do Megalix 15000

Caixa de Carga - ano 2003							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	2	1	2	1	2	2	10
Demanda	0	2	1	1	2	3	9
Estoque	2	1	2	2	2	1	1

Tabela 20 – MRP do escudo ejetor do Megalix 15000

Escudo Ejetor - ano 2003							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	2	1	2	1	2	2	10
Demanda	0	2	1	1	2	3	9
Estoque	2	1	2	2	2	1	1

No seu processo produtivo a tampa traseira é composta de 02 laterais, 01 placa transportadora, 01 placa compactadora e 01 coletor de chorume. Seus respectivos MRP estão demonstrados nas Tabelas 21, 22, 23 e 24.

Tabela 21 – MRP das laterais da tampa traseira do Megalix 15000

Laterais da tampa traseira (x2) - ano 2003							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	4	2	4	2	4	4	20
Demanda	0	4	2	2	4	6	18
Estoque	4	2	4	4	4	2	2

Tabela 22 – MRP da placa transportadora do Megalix 15000

Placa transportadora - ano 2003							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	2	1	2	1	2	2	10
Demanda	0	2	1	1	2	3	9
Estoque	2	1	2	2	2	1	1

Tabela 23 – MRP da placa compactadora do Megalix 15000

Placa compactadora - ano 2003							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	2	1	2	1	2	2	10
Demanda	0	2	1	1	2	3	9
Estoque	2	1	2	2	2	1	1

Tabela 24 – MRP do coletor de chorume do Megalix 15000

Coletor de chorume - ano 2003							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	2	1	2	1	2	2	10
Demanda	0	2	1	1	2	3	9
Estoque	2	1	2	2	2	1	1

Após análise das vendas em relação à previsão do primeiro semestre juntamente com as gerências, constatou-se que os valores apresentados pelo modelo de previsão estavam muito próximos da demanda real restando 1 subconjunto no estoque.

Assim sendo, realizou-se a previsão de vendas para o segundo semestre de 2003, utilizando os dados das vendas do primeiro semestre, de acordo com o modelo adotado. Seus valores estão demonstrados na Tabela 25:

Tabela 25 – Previsão de vendas para o segundo semestre de 2003

Segundo semestre de 2003							
Mês	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Previsão	2	1	1	0	0	0	4

Lembrado que todos os subconjuntos, compostos da tampa traseira e sistema caixa coletora, foram produzidos com base nas previsões de vendas para o segundo semestre de 2003. Seus respectivos MPS são demonstrados nas Tabelas 26 e 27:

Tabela 26 – MPS do subconjunto sistema caixa coletora do Megalix 15000

Subconjunto Sistema Caixa Coletora – ano 2003							
Período	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Previsão	2	1	1	0	0	0	4
Demanda	0	0	0	1	0	0	1
Estoque	3	4	5	4	4	4	4

Tabela 27 – MPS do subconjunto da tampa traseira do Megalix 15000

Subconjunto Tampa Traseira - ano 2003							
Período	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Previsão	2	1	1	0	0	0	4
Demanda	0	0	0	1	0	0	1
Estoque	3	4	5	4	4	4	4

Como já dito, o sistema caixa coletora é composto da caixa de carga e do escudo ejetor. Seus respectivos MRP estão demonstrados nas tabelas 28 e 29.

Tabela 28 – MRP da caixa de carga do Megalix 15000

Caixa de Carga – ano 2003							
Período	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Previsão	2	1	1	0	0	0	4
Demanda	0	0	0	1	0	0	1
Estoque	3	4	5	4	4	4	4

Tabela 29 – MRP do escudo ejetor do Megalix 15000

Escudo Ejetor – ano 2003							
Período	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Previsão	2	1	1	0	0	0	4
Demanda	0	0	0	1	0	0	1
Estoque	3	4	5	4	4	4	4

Como já dito, a tampa traseira é composta de 02 laterais, 01 placa transportadora, 01 placa compactadora e 01 coletor de chorume. Seus respectivos MRP estão demonstrados nas Tabelas 30, 31, 32 e 33.

Tabela 30 – MRP das laterais da tampa traseira do Megalix 15000

Laterais da tampa traseira (x2) - ano 2003							
Período	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Previsão	4	2	2	0	0	0	8
Demanda	0	0	0	2	0	0	2
Estoque	6	8	10	8	8	8	8

Tabela 31 – MRP da placa transportadora do Megalix 15000

Placa transportadora							
Período	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Previsão	2	1	1	0	0	0	4
Demanda	0	0	0	1	0	0	1
Estoque	3	4	5	4	4	4	4

Tabela 32 – MRP da placa compactadora do Megalix 15000

Placa compactadora – ano 2003							
Período	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Previsão	2	1	1	0	0	0	4
Demanda	0	0	0	1	0	0	1
Estoque	3	4	5	4	4	4	4

Tabela 33 – MRP do coletor de chorume do Megalix 15000

Coletor de chorume							
Período	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Previsão	2	1	1	0	0	0	4
Demanda	0	0	0	1	0	0	1
Estoque	3	4	5	4	4	4	4

Novamente, observou-se que as vendas realizadas no segundo semestre de 2003 não foram suficientes para diminuir o estoque dos subconjuntos, conforme Tabela 34.

A empresa terminou o ano de 2003 com 04 subconjuntos do modelo Megalix 15000 no estoque.

Tabela 34 – Vendas em relação à previsão de vendas

Megalix 15000							
Período	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Previsão	2	1	1	0	0	0	4
Demanda	0	0	0	1	0	0	1
Estoque	3	4	5	4	4	4	4

A Figura 32 apresenta os dados de previsão de vendas e demanda do modelo Megalix 15.000 ocorridas no ano de 2003. Observa-se que, as maiores demandas pelo equipamento ocorreram nos meses de Fevereiro, Maio e Junho.

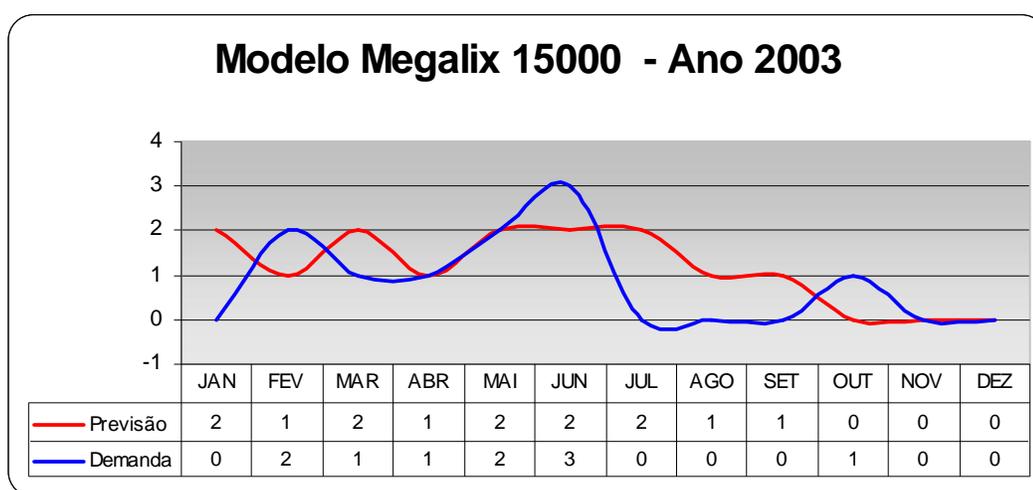


Figura 32 – *Previsão versus demanda no ano 2003*

Após a demonstração da ocorrência da demanda em 2003, foram calculadas as Medidas de Erros de Previsão conforme os dados na Tabela 35:

Tabela 35 – *Dados para calcular as medidas de erros da previsão*

Mês (t)	Demanda Dt	Previsão Ft	Erro Et	Erro ² Er ²	Erro Absoluto E	Erro Percentual absoluto (E / Dt)* 100%
1	0	2	-2	4	2	
2	2	1	1	1	1	50
3	1	2	-1	1	1	100
4	1	1	0	0	0	0
5	0	2	-2	4	2	
6	3	2	1	1	1	33,33
7	0	2	-2	4	2	
8	0	1	-1	1	1	
9	0	1	-1	1	1	
10	1	0	1	1	1	100
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
Total		14	-6	18	12	283,33

Em seguida, foram analisados os seguintes erros da previsão:

- Erro de previsão cumulativo => CFE = -6
- Erro médio de previsão => $\bar{E} = CFE / 12 \Rightarrow \bar{E} = -6/12 = -0,50$
- Erro médio ao quadrado => $MSE = \sum E_t^2 / n \Rightarrow MSE = 18 / 12 = 1,5$
- Desvio padrão => $\sigma = \sqrt{\sum (E_t - \bar{E})^2 / (n - 1)} \Rightarrow \sigma = 1,66$
- Desvio absoluto médio => $MAD = \sum |E_t| / n \Rightarrow MAD = 12/12 = 1,0$
- Erro percentual absoluto médio => $MAPE = \sum [(|E| / D_t)100\%] / n \Rightarrow$

$$MAPE = 283,33 / 7 = 40,47\%$$

O erro de previsão cumulativo (CFE) com valor de -6 indica que a previsão possui uma tendência de estimar em excesso a demanda. Os parâmetros estatísticos MSE, σ (desvio padrão) e MAD proporcionam medidas de variabilidade do erro de previsão.

Um MAD de 1,0 significa que o erro médio de previsão era de 1,0 unidade em valor absoluto. O valor de σ de 1,66 indica que a distribuição da amostra de erros de previsão possui um desvio-padrão de 1,66 unidades. Um MAPE de 40,47% implica que, em média, o erro de previsão era cerca de 40% da demanda real.

Mede-se também o sinal de monitoramento = CFE / MAD

$$\text{Sinal de monitoramento} = -6 / 1,0 = > -6$$

Diante do fato que, a previsão de vendas ficou acima do volume de vendas para o modelo Megalix 15.000 (ano de 2003), a empresa, em reunião do Comitê Executivo do S&OP, novamente optou por realizar a produção para o primeiro semestre de 2004 conforme a previsão de vendas (Tabela 36), mesmo

possuindo 4 subconjuntos no estoque e com o aumento dos custos. Os dados utilizados foram às vendas do segundo semestre do ano de 2003.

Tabela 36 – *Previsão de vendas para primeiro semestre de 2004*

Primeiro semestre de 2004							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	0	0	1	2	2	2	7

As vendas realizadas do coletor compactador no primeiro semestre do ano de 2004 foram (Tabela 37):

Tabela 37 – *Vendas do primeiro semestre de 2004*

Primeiro semestre de 2004							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Demanda	0	2	3	1	2	0	8

Os subconjuntos compostos da Tampa Traseira e o Sistema Caixa Coletora foram produzidos com base nas previsões de vendas para o primeiro semestre de 2004 e seus respectivos MPS são demonstrados nas Tabelas 38 e 39:

Tabela 38 – *MPS do subconjunto sistema caixa coletora do Megalix 15000*

Subconjunto Sistema Caixa Coletora - ano 2004							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	0	0	1	2	2	2	7
Demanda	0	2	3	1	2	0	8
Estoque	4	2	0	1	1	3	3

Tabela 39 – MPS do subconjunto da tampa traseira do Megalix 15000

Subconjunto Tampa Traseira - ano 2004							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	0	0	1	2	2	2	7
Demanda	0	2	3	1	2	0	8
Estoque	4	2	0	1	1	3	3

Lembrando que o sistema caixa coletora é composto da caixa de carga e do escudo ejetor. Seus respectivos MRP estão demonstrados nas tabelas 40 e 41.

Tabela 40 – MRP da caixa de carga do Megalix 15000

Caixa de Carga – ano 2004							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	0	0	1	2	2	2	7
Demanda	0	2	3	1	2	0	8
Estoque	4	2	0	1	1	3	3

Tabela 41 – MRP do escudo ejetor do Megalix 15000

Escudo Ejetor – ano 2004							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	0	0	1	2	2	2	7
Demanda	0	2	3	1	2	0	8
Estoque	4	2	0	1	1	3	3

Como já dito, tampa traseira é composta de 02 laterais, 01 placa transportadora, 01 placa compactadora e 01 coletor de chorume. Seus respectivos MRP estão demonstrados nas tabelas 42, 43, 44 e 45.

Tabela 42 – MRP das laterais da tampa traseira do Megalix 15000

Laterais da tampa traseira (x2) - ano 2004							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	0	0	2	4	4	4	14
Demanda	0	4	6	2	4	0	16
Estoque	8	4	0	2	2	6	6

Tabela 43 – MRP da placa transportadora do Megalix 15000

Placa transportadora - ano 2004							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	0	0	1	2	2	2	7
Demanda	0	2	3	1	2	0	8
Estoque	4	2	0	1	3	3	3

Tabela 44 – MRP da placa compactadora do Megalix 15000

Placa compactadora - ano 2004							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	0	0	1	2	2	2	7
Demanda	0	2	3	1	2	0	8
Estoque	4	2	0	1	2	3	3

Tabela 45 – MRP do coletor de chorume do Megalix 15000

Coletor de chorume - ano 2004							
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total
Previsão	0	0	1	2	2	2	7
Demanda	0	2	3	1	2	0	8
Estoque	4	2	0	1	2	3	3

Ao término do primeiro semestre de 2004, foram produzidos 07 subconjuntos. Tinha-se em estoque 4 subconjuntos que somados tinha-se um total de 11 unidades. As vendas totalizaram 8 unidades. Estas foram subtraídas do estoque de 11 subconjuntos e restando, para o segundo semestre de 2004, um total de 03 subconjuntos do Modelo Megalix 15000.

Na Figura 33 demonstra a demanda ocorrida com o modelo Megalix 15000 desde o seu lançamento no ano 2000 até o primeiro semestre de 2004.

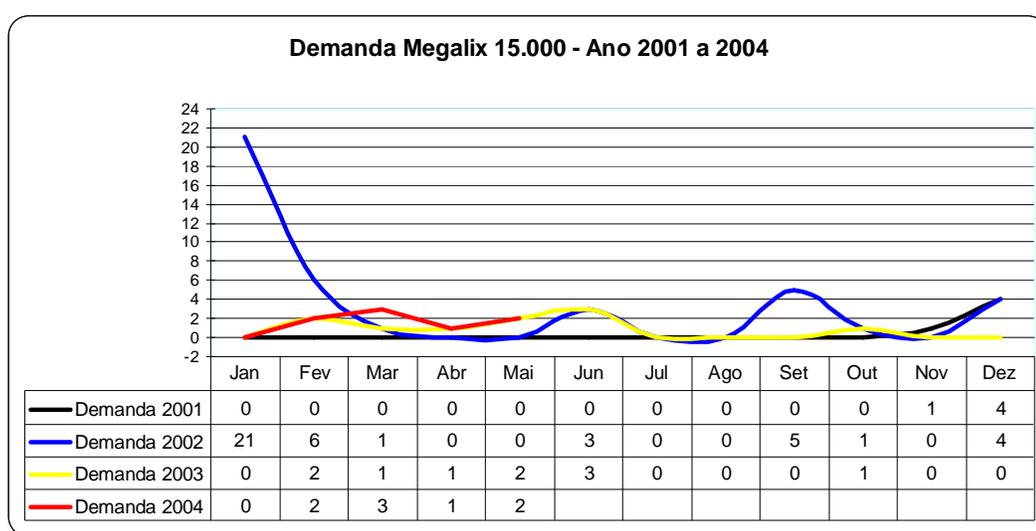


Figura 33 – Demanda do modelo Megalix 15000 do ano 2001 a 2004

Em relação às grandes atividades ligadas à Gestão da Demanda, a Planalto Indústria Mecânica passou a atuar da seguinte maneira:

- Análise do ambiente competitivo: por ser uma média empresa e atuando em um mercado competitivo, onde os fabricantes estão espalhados por todo o país, a empresa está mais atenta aos fatores econômicos, pois qualquer alteração no mercado afeta diretamente seus custos. Seus principais concorrentes estão na região sudeste do país.

- Atuando em um mercado onde seus principais clientes, que são as prefeituras municipais e empresas privadas, atuam no segmento de limpeza urbana, com o novo processo de Gestão da Demanda a empresa optou por ser mais pró-ativa com o intuito de influenciar a demanda de seu produto no mercado. Para isso, criou campanhas de marketing junto a seus clientes no segundo semestre ano de 2003, destacando que seu produto Megalix 15000 estava com seu preço competitivo, oferecia alta qualidade e com o prazo de entrega menor.
- Foi observado que o número de pedidos aumentou significativamente no primeiro semestre de 2004 comparando-se com as vendas do ano de 2003. Pode-se dizer que as vendas do primeiro semestre de 2004 se equivalem todas as vendas realizadas no ano de 2003.
- No processo Planejamento de Vendas e operações (S&OP), a empresa passa a atuar com os pedidos firmes de clientes e também com a previsão de demanda no produto em estudo em nível de subconjunto.
- A sua capacidade de influenciar a demanda de forma mais pró-ativa foi devido a ter reduzido o prazo de entrega. Melhorou a comunicação entre os departamentos de vendas e operações.
- O Gerenciamento da Demanda ficou sob a responsabilidade do Gerente de Vendas da empresa.
- A empresa executa o MPS após a previsão de demanda realizada no S&OP para os subconjuntos.
- Em relação aos estoques, a empresa administra os itens de custos mais elevados, principalmente o sistema hidráulico, conforme a previsão de demanda.
- Com a introdução do sistema de produção ATO, este melhorou os tempos relativos à promessa de entregas, a empresa passou a ter um *lead time* menor devido a ter uma melhor previsão de demanda de seus

subconjuntos. Com isso pode ajustar com seus fornecedores um prazo menor para a entrega dos produtos.

Com o sistema de produção ATO a empresa reduziu os prazos de entrega de 40 dias previstos, no sistema MTO, para 32 dias no final de 2003. Com a redução nos prazos de entrega, a empresa verificou que os custos totais tiveram uma redução média de 5 %.

A competitividade aumentou muito devido ao aumento da velocidade de entrega do produto ao cliente. Com este novo prazo de entrega, a empresa passou a brigar pela liderança no mercado com seu principal concorrente que se situa na cidade do Rio de Janeiro.

O subconjunto do sistema hidráulico tem uma grande influência no tempo de entrega do produto. Os fornecedores passaram a receber os pedidos com base na previsão desenvolvida pela empresa. Assim sendo, os fornecedores passaram a ter um *lead time* médio de entrega que foi reduzido de 26 para 18, mais 4 de *lead time* de montagem, totalizando 22 dias.

Com as melhorias desenvolvidas no ano de 2003 para o produto em estudo e com a adoção do processo produtivo ATO, onde os subconjuntos passaram a ser produzidos com base na previsão de demanda e montados a partir do pedido firmado dos clientes.

A Figura 34 representa parte do fluxograma básico de manufatura, no sistema ATO, do coletor compactador de lixo podendo verificar que alguns *lead times* foram reduzidos e estão dimensionados em dias.

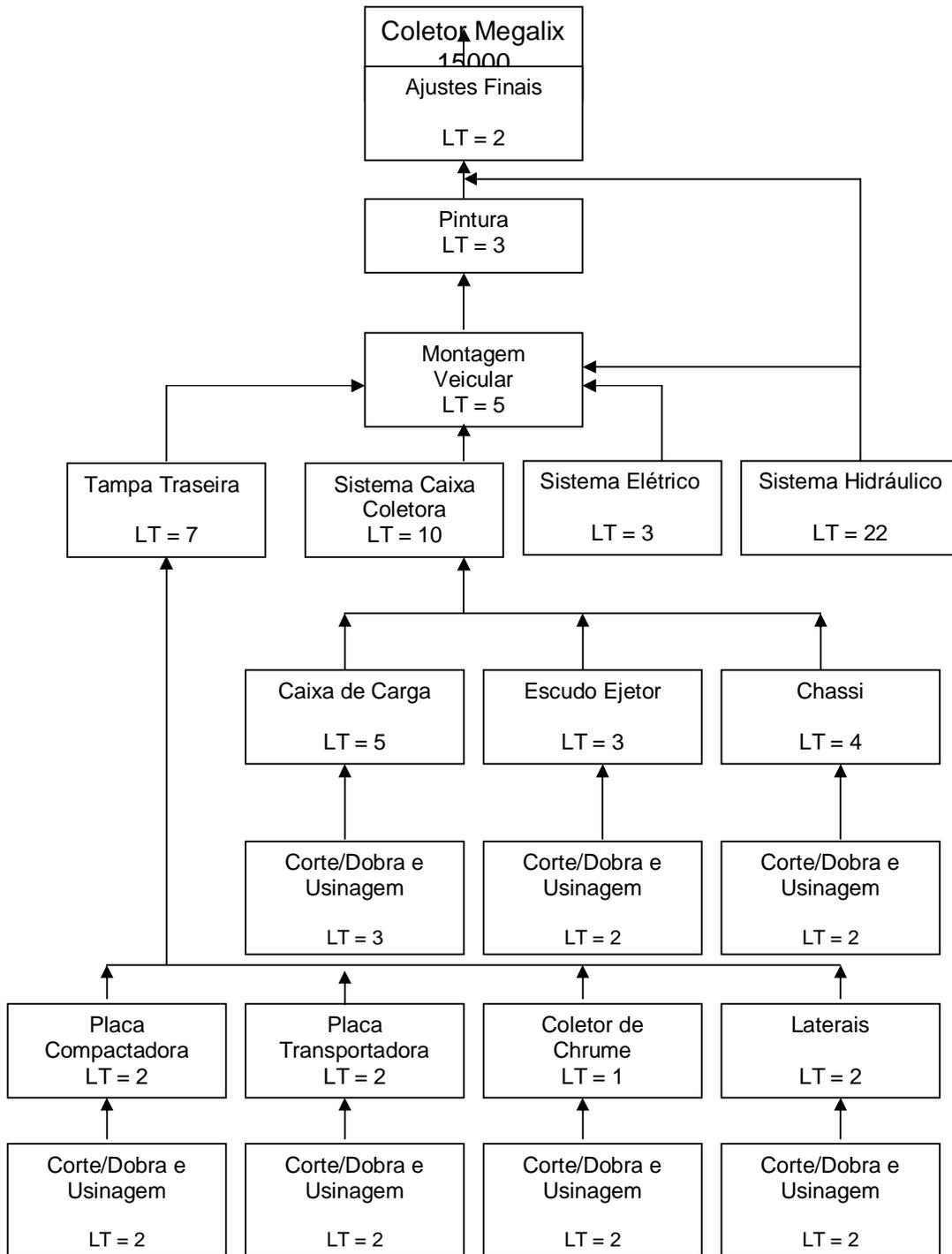


Figura 34 – Fluxograma de manufatura com seus lead times no sistema ATO

Dentro das prioridades competitivas da manufatura, foi identificado que a Planalto Indústria Mecânica tem no prazo de entrega uma grande vantagem em relação aos principais concorrentes. Seus clientes já identificaram que seu produto é de qualidade e seu preço está equiparado aos seus concorrentes. Tendo equilibrado este *trade-off*, a empresa poderá concorrer no mercado tendo como principal vantagem o desempenho das entregas.

Observou-se que, também, houve uma redução no *lead time* do tempo de entrega previsto de 40 para 32 dias, o que representa 20%, durante ano de 2003, conforme Tabela 46.

Esta redução se deu através, e principalmente, da introdução do Sistema de Produção ATO para o produto em estudo, juntamente com a previsão de demanda a nível de subconjuntos e algumas de modificações e melhorias no processo de produção (como: um melhor dispositivo de fixação das peças, modificação de peças de fixação do sistema hidráulico), e um melhor controle do estoque dos subconjuntos e demais componentes do equipamento.

Para confirmar este resultado da redução do prazo de entrega temos os dados das datas de entregas dos produtos vendidos pela empresa no ano de 2003 (Tabela 46).

Pode-se verificar (ver Tabela 46) que o tempo de entrega real do equipamento ao cliente após a implantação da Gestão da Demanda ficou abaixo do tempo médio previsto para sua entrega. Este fato ocorreu devido à entrega das peças que compõem o sistema hidráulico ter sido menores que os tempos previstos pelos fornecedores. Observa-se que os tempos de manufatura dos subconjuntos, tampa traseira e sistema caixa coletora com 7 e 10 dias, respectivamente, foram melhorados em relação ao sistema MTO.

Tabela 46 – *Redução do lead time de entrega do produto*

Data de pedido	Data prometida	Data real de entrega	Lead time previsto (dias)	Lead time real (dias)
03/02/2003	14/03/2003	10/03/2003	40	36
05/02/2003	16/03/2003	10/03/2003	40	36
07/03/2003	10/04/2003	07/04/2003	35	32
08/04/2003	13/05/2003	08/05/2003	35	30
06/05/2003	08/06/2003	04/06/2003	32	28
06/05/2003	08/06/2003	03/06/2003	32	27
10/06/2003	12/07/2003	08/07/2003	32	28
12/06/2003	14/07/2003	11/07/2003	32	29
17/06/2003	19/07/2003	15/07/2003	32	28
07/10/2003	09/11/2003	06/11/2003	32	29

Após os dados coletados e analisados, no próximo capítulo serão apresentadas as conclusões sobre o estudo de caso.

5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Foram analisados os vários conceitos sobre Gestão da Demanda e observa-se que este processo é ainda relativamente pouco discutido na literatura, segundo os vários autores pesquisados. A maior ênfase está na previsão de demanda, demonstrando ser este processo o mais importante.

Em sua aplicação na empresa, também ficou evidente que as pessoas envolvidas tinham um maior conhecimento do processo de previsão de vendas. Em relação ao processo de Gestão da Demanda, evidenciou-se que este conceito é muito pouco conhecido. A visão que as gerências tiveram sobre este processo estava mais relacionada com a previsão de demanda, o que vai ao encontro com a teoria estudada.

O processo de Gestão da Demanda pode levar a empresa a ter um melhor conhecimento do mercado. Esta interação empresa-mercado torna-se hoje um grande diferencial para que ela possa gerir seus negócios através de vários outros processos – S&OP e MPS – tendo como resultado um maior controle de seus custos e também uma visão mais bem definida de sua demanda.

Pela literatura pesquisada, pode-se concluir que a Gestão da Demanda vai além do que se conhece como previsão de vendas. Trata da interação entre os processos de: vendas, marketing e produção para a satisfação dos clientes.

A Gestão da Demanda é um processo amplo, e dentro deste processo verifica-se que a área de previsão de vendas é de extrema importância.

Previsões realizadas com mais precisão são importantíssimas para as empresas, pois é através dela que se pode ter um planejamento e controle eficaz.

Baseado nos resultados obtidos a partir do estudo realizado é possível concluir que através da ferramenta de S&OP associada a uma previsão de demanda realizada por métodos matemáticos, e tendo seus resultados avaliados pelas

Gerências de Vendas e Produção, a empresa pôde obter resultados satisfatórios.

Através dos dados da previsão de demanda, que foram básicos para diversas áreas funcionais da empresa e através do bom gerenciamento do MPS, a empresa pôde entender o funcionamento do processo de Gestão da Demanda e como pode influenciar o mercado.

Pela sistematização da implantação do S&OP, cuja missão é de balancear a demanda com a oferta, a empresa pôde fazer um bom planejamento dos subconjuntos manufaturados e, com isso, descobriu que pode efetuar a entrega de produtos com um *lead time* menor e de forma mais confiável.

Ao adotar o ambiente produtivo ATO para o produto em estudo, pôde-se fazer uma comparação entre os sistemas MTO e ATO. Confirma-se que no sistema ATO, e com uma previsão de demanda mais bem planejada, pôde-se melhorar seus tempos de manufatura e de entrega do produto ao cliente. Esta modificação do *lead time* deveu-se à previsão de demanda realizada para o ambiente produtivo ATO no nível de subconjuntos.

Constatou-se que, ao reduzir o *lead time* obteve-se uma vantagem competitiva e que esta é influenciada pelo tempo de atravessamento dos materiais pelo sistema produtivo. Esta redução nos tempos de atravessamento se deu pela introdução sistema produtivo ATO, cuja característica é montar os produtos através dos subconjuntos e após confirmação do pedido pelo cliente, de modificações no equipamento e melhorias no processo de produção.

Verificou-se que através da previsão de demanda adotada pelo método de média móvel ponderada a empresa, ao final do ano 2003, tinha em seu estoque 4 subconjuntos do modelo Megalix 15000. E até o mês de junho de 2004, o estoque de subconjuntos na empresa Planalto era de 03 unidades.

Finalmente, os resultados gerais obtidos mostram que houve uma redução de 20% dos tempos previstos para entrega dos produtos. Houve um aumento inicial dos estoques que foram compensados pelas melhorias introduzidas no

produto e processo, com a introdução do sistema de produção ATO e a sistematização e implantação do processo de Gestão da Demanda.

Com a sensível melhora de uma importante dimensão competitiva no setor que é a confiabilidade no prazo de entrega (que será mais bem explorada pela área de *marketing* da empresa), pôde-se concluir que a implantação de um processo de Gestão de Demanda e de um ambiente produtivo ATO produziu resultados satisfatórios e que, também, poderá ser aplicado nos outros equipamentos da empresa.

Pôde-se constatar que a teoria quando aplicada satisfatoriamente produz resultados que contribuem com os anseios da empresa que é “obter lucro”.

5.1 – Sugestões de Trabalhos Futuros

Uma sugestão de trabalho futuro é um estudo de como a Gestão da Demanda pode oferecer as empresas, em geral, um melhor processo de integração com o mercado. Este processo pode ser estendido às outras áreas de negócios como vendas, finanças e recursos humanos no intuito de integrar estas áreas com a Gestão da Demanda.

O conceito de Gestão da Demanda deve ser mais bem estudado e ter seus resultados aplicados em empresas através de estudos de casos para compreender e avaliar, na prática, a sua evolução.

Em relação ao trabalho desenvolvido na empresa Planalto indústria Mecânica, o processo de sistematização e implantação da Gestão da Demanda deve ser mais bem explorado. Deve-se estender sua implantação a todos os produtos desenvolvidos pela empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, A. D.; MOCCELLIN, J. V.. Análise da Flutuação do Gargalo em *Flow Shop* Permutacional com Tempos de *Setup* Assimétricos e Dependentes da Seqüência. *Gestão e Produção*. V. 11, Nº 1, pp. 101-108, 2004.

BONNEY, M.. *Reflections on Production Planning and Control (PPC)*. *Gestão e Produção*. V. 07, Nº 3, pp. 181-207, 2000.

BREMER, C.F.; LENZA, R.P.. Um Modelo de Referencia pra Gestão da Produção em Sistemas de Produção *Assembly to Order* – ATO e suas Múltiplas Aplicações. *Gestão e Produção*. V. 07, Nº 3, pp. 269-282, 2000.

BUFFA, E. S.; SARIN, R. K.. *Modern Production / Operations Management*. John Wiley & Sons. Los Angeles USA, 1987.

BURBIDGE, J. L.. *Planejamento e Controle da Produção*. Editora Atlas. São Paulo, 1988.

CONTADOR, J. C.. *Gestão de Operações – A Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa*. Editora Edgard Blucher. São Paulo, 1998.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.. *Just in Time, MRP II e OPT – Um Enfoque Estratégico*. Editora Atlas. São Paulo, 1996.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M.. *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. Editora Atlas. São Paulo, 2001.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A.. *Administração de Produção e Operações*. Editora Atlas. São Paulo, 2004.

COX, J. F.; BLACKSTONE, J. H.; SPENCER, M. S.. *APICS Dictionary – 9ª ed.* University of Georgia. USA, 1998.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R.B.. Fundamentos da Administração da Produção. Bookman. Porto Alegre, 2001.

DIAS, M.A.P.. Administração de Materiais. Editora Atlas. São Paulo, 1993.

FOGARTY, D. W.; BLACKSTONE, J. H.; HOFFMANN, T. R.. *Production and Inventory Management*. South-Western. Cincinnati USA, 1991.

FREES, E. W. and MILLER, T. W.. *Sales forecasting using longitudinal data models. International Journal of Forecasting*. V.20, pp. 99-114, 2004.

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

GIL, A. C.. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. Editora Atlas. São Paulo, 2002.

GODINHO FILHO, M; FERNANDES, F.C.F.. Manufatura Enxuta: Uma Revisão que Classifica e Analisa os Trabalhos Apontando Perspectivas de Pesquisas Futuras. *Gestão e Produção*. V. 11, Nº 1, pp. 01-19, 2004.

HIGGINS, P.; LE ROY, P.; TIERNEY, L.. *Manufacturing Planning and Control – Beyond MRP II*. Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row. London Great Britain, 1996.

JAYARAM, J; VICKERY, S.K.; DROGE, C.. *An Empirical Study of Time-Based Competition in the North American Automotive Supplier Industry*. – *International Journal of Operations & Production Management*. V. 19, Nº 10, pp. 1010-1033, 1999.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.. Administração da Produção e Operações. Prentice Hall. São Paulo, 2004.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.. *Operations Management – Strategy and Analysis*. Addison-Wesley Publishing Company Inc. New York USA, 1990.

LAURINDO, F.J.B.; MESQUITA, M.A.. *Material Requirements Planning: 25 anos de História – Uma Revisão do Passado e Prospecção do Futuro*. Gestão e Produção. V. 07, Nº 3, pp. 320-337, 2000.

LAWRENCE, M.; O'CONNOR, M.. *Judgmental forecasting in the presence of loss functions*. *International Journal of Forecasting*, In Press, Corrected Proof, Available online 13 May 2004.

MACHLINE, C.; SÁ MOTTA, I.; SCHOEPS, W.; WIEL, K. E.. Manual da Administração da Produção. Vol. 1. Editora FGV, Rio de Janeiro, 1990.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.. Metodologia do Trabalho Científico. Editora Atlas. São Paulo, 2001.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P.. Administração da Produção. Editora Saraiva. São Paulo, 1998.

MARTINS, G. A.. Manual para Elaboração de Monografias e Dissertações. Editora Atlas. São Paulo, 1994.

MENDONÇA, A.F.; ROCHA, C.R.R.; NUNES, H.P.; REGINO, S.M.. Metodologia Científica – guia para elaboração e apresentação de trabalhos acadêmicos. Editora Alfa. Goiânia, 2003.

MEREDITH, J. R.; SHAFER S. M.. Administração da Produção para MBAs. Bookman Editora. Porto Alegre, 2002.

MOREIRA, D. A.. Administração da Produção e Operações. Editora Pioneira. São Paulo, 2000.

MOON, M.A.; MENTZER, J.T.; THOMAS Jr, D.E.. *Customer Demand Planning at Lucent Technologies: A Case Study in Continuous Improvement Through Sales Forecast Auditing*. *Industrial Marketing Management*. V. 29, Nº 1, 2000.

MOON, M.A.; MENTZER, J.T.; SMITH, C. D.. *Conducting a Sales Forecasting Audit*. *International Journal of Forecasting*. V.19, pp 5-25, 2003.

MUDA, S. M.; HENDRY L.. *The SHEN model for MTO SMEs – A performance improvement tool. International Journal of Operations & Production Management*. V. 23, Nº 5, pp. 470-486, 2003.

NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKEY, J.. *A Teoria das Restrições e Suas Implicações na Contabilidade Gerencial*. Educator. São Paulo, 1996.

PETRONI, A.. *Critical Factors of MRP Implementation in small and medium-sized firms. International Journal of Operations & Production Management*. V. 22, Nº 3, pp. 329-348, 2002.

PIRES, S. R. I.. *Gestão Estratégica da Produção*. – Editora UNIMEP – Piracicaba. São Paulo, 1995.

PIRES, S. R. I.. *Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management): conceitos, estratégias, práticas e casos*, Editora Atlas. São Paulo, 2004.

PLOSSL, G. W., *Production and Inventory Control – Principles and Techniques*. Prentice-Hall. New Jersey USA, 1985.

PROUD, J.F.. *Master Scheduling: a practical guide to competitive manufacturing*. John Wiley. New York USA, 1999.

RUSSOMANO, V. H.. *Planejamento e Controle da Produção*. Pioneira. São Paulo, 2000.

SANTA EULÁLIA, L. A.. *Uma Contribuição para a Formalização do Processo de Gestão de Demanda no Âmbito do Planejamento e Controle da Produção em Empresas MTS (MAKE to STOCK)*. São Carlos, 2001. 201p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo – USP.

SLACK, N.. *Vantagem Competitiva em Manufatura*. Editora Atlas. São Paulo, 1993.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R..
Administração da Produção. Editora Atlas. São Paulo, 1997.

STAMFORD, P.P.. ERP: Prepare-se para esta mudança. Artigo Publicado pela
KMpress. Disponível em: <<http://www.kmpress.com.br>>, 15 jun. 2003. Acesso
em 30/12/2004.

STEVENSON, W. J.. Administração das Operações de Produção. LTC Editora.
Rio de Janeiro, 2001.

SKIPWORTH, H.; HARRISON, A.. *Implications of Form Postponement to
Manufacturing: a case study. International Journal of Production Research.* V.
42, Nº 10, pp. 2063 -2081, 2004.

TROQUE, Wilson Aparecido. Influência das práticas da Gestão da Cadeia de
Suprimentos sobre a Gestão da Demanda – Um modelo de análise conceitual.
2003. 199p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e
Urbanismo – Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste –
São Paulo.

TUBINO, D. F.. Manual de Planejamento e Controle da Produção. Editora
Atlas. São Paulo, 2000.

VERNALHA, H. B.. Outsourcing na Cadeia de Suprimentos: Um Caso na
Indústria de Resinas Fenólicas. 2002. 112p. Dissertação (Mestrado) –
Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção – Universidade Metodista
de Piracicaba – Santa Bárbara D'Oeste – São Paulo

VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C.. *Manufacturing Planning
and Control Systems.* Business One Irwin. Homewood, Illinois USA, 1992.

WACKER, J. G.; LUMMUS, R. R.. *Sales forecasting for strategic resource
planning. International Journal of Operations & Production Management.* V.22,
Nº 9, pp 1014-1031, 2002.

WALLACE, T. F.. Planejamento de Vendas e Operações. IMAM. São Paulo, 2001.

WALLACE, T. F.; STAHL, R. A.. Previsão de Vendas. – Uma Nova Abordagem. IMAM. São Paulo, 2003.

WALLACE, T. F.; STAHL, R. A.. Planejamento Moderno da Produção. IMAM. São Paulo, 2003.

WERNER, L.; RIBEIRO, J.L.D.. Previsão de Demanda: Uma aplicação dos Modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais. *Gestão e Produção*. V. 10, Nº 1, pp. 47-67, 2003.

WINKLHOFER, H.; DIAMANTOPOULOS, A.. *A model of export sales forecasting behavior and performance: development and testing. International Journal of Forecasting*. V.19, pp 271-285, 2003.

WIKNER, J.; RUDBERG, M.. *Mass Customization in terms of the customer order decoupling point. Production Planning & Control*. V. 15, Nº 4, pp. 445-458, 2004.

YANG, B.; BURNS, N. D.; BACKHOUSE, C. J.. *Management of uncertainty through postponement. International Journal of Production Research*. V. 42, Nº 6, pp. 1049-1064, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.. *A mentalidade enxuta nas empresas*. Editora Campus. Rio de Janeiro, 1998.

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