UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL , ARQUITETURA E URBANISMO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

O EFEITO DA PROPAGAÇÃO DE ERROS DA PREVISÃO DE DEMANDA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS GLOBALIZADA:

Estudo de caso de uma indústria eletroeletrônica

Silvio Luiz Alvim

Campinas, Abril de 2005

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

FICHA CATALOGRÁFICA

ALVIM, Silvio Luiz

O EFEITO DA PROPAGAÇÃO DE ERROS DA PREVISÃO DE DEMANDA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS GLOBALIZADA:

Estudo de caso de uma indústria eletroeletrônica

Campinas, 2005 , 189 pg.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas Unicamp. Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo- FEC Departamento de Geotecnia e Transportes - DGT

1. Cadeia de suprimentos 2. Previsão de Demanda
3. Logística

I. Universidade Estadual de Campinas . Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL , ARQUITETURA E URBANISMO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

O EFEITO DA PROPAGAÇÃO DE ERROS DA PREVISÃO DE DEMANDA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS GLOBALIZADA:

Estudo de caso de uma indústria eletroeletrônica

Silvio Luiz Alvim

Banca Examinadora:

Prof. Orlando Fontes Lima Júnior, Dr.

FEC / UNICAMP

Orientador

Prof. Paulo Sérgio Franco Barbosa, Dr.

FEC / UNICAMP

Prof. Antônio Galvão Novaes, Dr.

PPGEP/ UFSC

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil como requisito parcial à obtenção do título de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL

Área de Concentração: Engenharia de Transportes

Campinas, Abril de 2005

Dedicatória

Pelo constante apoio e incentivo durante nossa vida.

À minha esposa Elizabet Alvim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela vida, por minha família e amigos e em poder compartilhar com todos deste momento em que estou transpondo mais uma etapa de meu crescimento profissional e pessoal.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Júnior por sua incansável dedicação à realização deste trabalho, principalmente nos momentos mais difíceis, nos quais sempre apoiou e incentivou-me a buscar oportunidades de melhoria e desenvolvimento.

Meu principal reconhecimento é dedicado à minha esposa e aos nossos filhos Thais e Thalles os quais juntos souberam conciliar as muitas horas de minha ausência e privação do nosso convivo familiar dedicados a este trabalho.

Por fim, agradeço a todo a equipe do Lalt (Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes, da Unicamp) que direta ou indiretamente colaboraram comigo.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 19

1.1 OBJETIVOS 20
1.2 ESCOPO DO TRABALHO 21
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO 22

2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA 24

2.1 O PROBLEMA DE PREVISÃO DE DEMANDA E A PROPAGAÇÃO DO ERRO 24

3. PREVISÃO DE DEMANDA 28

3.1 ESTRATÉGIAS DE PREVISÃO 49
3.2 O PROCESSO DE PLANEJAMENTO 50
3.3 TÉCNICAS DE SÉRIES TEMPORAIS 55
3.3.1 Média Móvel Simples 56
3.3.2 Média Móvel Ponderada 59
3.3.3 Suavização Exponencial 60
3.4 MÉTODO BOX & JENKINS 65
3.5 RASTREAMENTO DA PREVISÃO 66
3. 5.1 Análise de Regressão Linear 74
3.6 REDES NEURAIS 78
3.7 A APLICAÇÃO DA PREVISÃO EM OPERAÇÕES DE SERVIÇOS 79
3.8 PROGRAMAS DE COMPUTADORES PARA PREVISÃO 80
3.9 CONCLUSÕES 80

4. GESTÃO DE ESTOQUES 83

4.1 AS FUNÇÕES DOS ESTOQUES 83
4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ESTOQUES 84
4.3 MEDIDAS DE GESTÃO DE ESTOQUES 92
4.3.1 Rotatividade 92
4.3.2 Atendimento a clientes 94
4.3.3 Eficiência Operacional 97
4.4 CUSTOS DE MANTER ESTOQUES 98
4.5 DEMONSTRATIVOS FINANCEIROS DE ESTOQUES 102
4.6 MENSURAÇÃO DO DESEMPENHO FINANCEIRO DE ESTOQUES 103
4.7 SISTEMA ABC DE CONTROLE DE ESTOQUES 104
4.8 CONCLUSÕES 108

5. GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS 108

5.1 LOGÍSTICA 109

5.2 EVOLUÇÃO DA LOGÍSTICA 111
5.3 CADEIA DE SUPRIMENTOS 115
5.4 GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS 116
5.5 SIMULAÇÃO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS 118
5.5.1 Sistemas Dinâmicos 118
5.5.2 Jogos de Empresas 119
5.5.3 Jogo da Cerveja (Beer Game)) 119
5. 6 EFEITO CHICOTE (*BULLWHIP EFFECT*) 119
5.6.1 Causas do Efeito Chicote: 123
5.6.2 Conseqüências negativas do Efeito Chicote 127
5.6.3 Reduzindo o Efeito Chicote 128
5.7 INCERTEZA, VARIABILIDADE E PREVISÃO DE DEMANDA 128
5.7.1 Lead Time reduzido 130
5.7.2 Flutuações no Preço 131
5.7.3 Alianças e Estratégias 131
5.8 CPFR 132
5.8.1 Processo CPFR 134
5.8.2 Aplicações do CPFR 135
5.8.3 Vantagens da colaboração eletrônica 136
5.9 O FUTURO 138
5.10 CONCLUSÕES 140

6. METODOLOGIA 144

6.1 ETAPAS DA METODOLOGIA 144
6.2 DESENVOVIMENTO DA METODOLOGIA 146
6.3 ESTRUTURA DA APLICAÇÃO PRÁTICA 147

7. APLICAÇÃO PRÁTICA 150

7.1 ANÁLISE DO MODELO DE NEGÓCIO E OPERAÇÕES 150
7.1.1 ANÁLISE DA GESTÃO DE OPERAÇÕES E DISTRIBUIÇÃO DA EMPRESA 150
7.1.2 ANÁLISE DO PRAZO DE ENTREGA E PREVISÃO DE VENDAS 152
7.1.3 PREVISÃO DE VENDAS 154
7.1.4 ANÁLISE DO ABASTECIMENTO 154
7.1.5 CUSTO ANUAL DOS ESTOQUES 156
7.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 157
7.2.1 BASE DE DADOS UTILIZADOS 158
7.2.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA 160
7.2.3 IDENTIFICAÇÃO DE CAUSAS E SUB-CAUSAS 161
7.3 RESULTADO E CONSIDERACÕES 169
7.3.1 APLICAÇÃO PRÁTICA E ANÁLISE DOS RESULTADOS 170
7.4 CONCLUSÕES 175

8 . CONCLUSÕES 179

8.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES 180

8.2 RECOMENDAÇÕES 181

8.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS 182

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 183

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Modelo de Cadeia de Suprimentos da empresa……..22
Figura 3.1- Combinando carteira de pedidos e previsões……..…….30
Figura 3.2- Modelo de Previsão de Demanda…….32
Figura 3.3 - Os Erros de previsão crescem com o horizonte, para um mesmo nível de agregação 49
Figura 3.4 - Compensação parcial dos erros crescentes de previsão pela agregação crescente.....49
Figura 3.5 - Dinâmica do processo de planejamento 51
Figura 3.6 - Efeito da "inércia" das decisões de planejamento 53
Figura 3.7 - Sub-horizontes dentro do horizonte de planejamento.....53
Figura 3.8 - Sub-horizontes dentro do horizonte de planejamento.....54
Figura 3.9- Conceito de hierarquia de decisões de planejamento 54
Figura– 3.10 Gráfico de comparação entre a média móvel simples, considerando períodos de três e de nove semanas e a demanda real 58
Figura 3.11 - Gráfico Demanda prevista e real com viés 67
Figura 3.12 – Gráfico de Vendas Prevista e Real sem viés.....69
Figura 4.1 - Indicadores de desempenho no atendimento ao cliente.....96
Figura 4.2 – Nivelamento de demanda 97
Figura 4.3 – Indicadores de desempenho na gestão dos estoques 107
Figura 5.1 - Fluxos Logísticos 111
Figura 5.2 – Estágios de uma Cadeia de Suprimentos típica.....115
Figura 5.3 - Fluxo da Cadeia de Suprimento 117
Figura 5.4 – Variação de demanda ao longo da cadeia 121
Figura 5.5 – Demanda constante ao longo da cadeia 122
Figura 5.6 - Situação dos estoques na cadeia de suprimento dessincronizada 122
Figura 5.7 – Relacionamentos cliente fornecedor.....137
Figura 7.1 – Modelagem sem o tratamento dos dados espúrios.....152
Figura 7.2 - Gráfico de previsão de vendas x vendas realizadas.....159
Figura 7.3 - Gráfico de vendas realizadas.....160
Figura 7.4 – Gráfico de causas principais do atraso de entrega.....161
Figura 7.5 – Gráfico da Causa A – falta de material.....162
Figura 7.6 – Gráfico da Causa B – crédito.....163
Figura 7.7 – Gráfico da Causa C – processamento de pedidos 164
Figura 7.8 – Gráfico da Causa D –Engenharia.....166
Figura 7.9 – Sub-causas estratificadas 168
Figura 7.10 – Gráfico Geral de Causas 168
Figura 7.11 – Efeito Chicote.....169
Figura 7.12 – Vendas realizadas sobre o horizonte de 12 meses.....170
Figura 7.13 – Gráfico Média móvel simples.....171
Figura 7.13 – Suavização Exponencial 173
Figura 7.14 - Gráfico Média Móvel x Suavização Exponencial 175

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1- Técnicas de Previsão de Demanda 33

Tabela 3.2 - Comparação de Técnicas de Previsão de Demanda..... 35

Tabela 3.3 - Resumo das técnicas de previsão de Demanda..... 38

Tabela 3.4 – Modelos de previsão comparados por autores..... 44

Tabela 3.5 – Razões de previsões ineficazes..... 47

Tabela 3.6 - Requisitos para boas previsões..... 48

Tabela3.7-Vendas Previstas x Vendas Realizadas com viés 67

Tabela 3.8 – Variação entre a venda prevista e a real..... 68

Tabela 3.9 – Tabela de Demanda Prevista e Realizada..... 72

Tabela 3.10 - Demanda prevista e realizada, acumuladas..... 73

Tabela 3.11 - Demanda anual..... 76

Tabela 4.1 - Valores do método de percentagem de consumo..... 88

Tabela 4.2 - Consumo médio mensal..... 90

Tabela 4.3 – Consumo mensal e os quadrado dos desvios..... 90

Tabela 4.4 – Valores de K em função do risco assumido 91

Tabela 4.5 - .Classificação ABC..... ..105

Tabela 5.1 – Evolução da Logística..... .114

Tabela 5.2 - Causas e soluções recomendadas..... 132

Tabela 7.1 - Aplicação Média Móvel Simples.....171

Tabela 7.2 - Suavização Exponencial.....172

GLOSSÁRIO DE PALAVRAS ESTRANGEIRAS

Backlog - Pedidos não atendidos

Beer Game - Jogo da Cerveja

Bullwhip Effect - Efeito Chicote

CAO - Ordens Assistidas por Computador

Carrying Cost - Custo de se manter um produto em estoque

Centralized - Centralizado (refere-se ao sistema centralizado)

CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*) – Sistema Colaborativo de Planejamento, Previsão e Reabastecimento**– -** Processo de troca de previsões de demanda e de informações de ressuprimento em que tanto o fornecedor, quanto o cliente, participam do processo de previsão. Este processo permite a incorporação das informações sobre promoções e tendências de vendas de ambos os participantes do processo.

Cost – Custo

Cross-docking – Sistema de distribuição cujas mercadorias são encaminhadas à um depósito ou centro de distribuição sendo que não ficam depositadas neste local, mas são imédiatamente transferidas para centros de vendas no varejo.

Demand – Demanda

Dynamic – Dinâmico

ECR – (***Efficient Consumer Response***) - Resposta Eficiente ao Consumidor Sistema de reabastecimento baseado na demanda e informações dos pontos de distribuição.

Efeito Chicote (***Bullwhip Effect***) - efeito provocado pelos atrasos no fluxo de informações e produtos que ocorre em diversas cadeias de suprimentos. O resultado do Efeito Chicote é que as variações da demanda se ampliam à medida que a empresa se localiza numa posição da cadeia mais distante do consumidor final.

EDI – (***Electronic Data Interchange***) - norma adotada como padrão pelas Nações Unidas para a Troca Eletrônica de Dados (EDI) nas áreas de Administração, Comércio e Transporte.

ERP – (***Enterprise Resource Planning***) – é o sistema de planejamento dos recursos empresariais. Basta dizer que um software SAP R3,um dos mais completos programas de ERP- essencial na coordenação de atividades logísticas custa em torno de alguns milhões de dólares.

EDLP (***every day low price)*** - preço baixo todos os dias

Feedback – Realimentação

Inbound logistics - logística de entrada

Inventory – Estoque

Kaisen - Termo em japonês cujo significado literal é “melhoria”. O conceito implica um esforço contínuo (daí “melhoria contínua”), envolvendo todas as funções de todos os níveis da companhia.

Lead Time - Tempo de ressuprimento (tempo estimado entre a data do envio do pedido e a data de chegada da matéria-prima na empresa)

Just-in-time (JIT) - Sistema para o envio de matérias-primas ou componentes para a linha de produção a fim de que cheguem exatamente no momento em que são necessários.

MIT *(* ***Massachusetts Institute of Technology***)- Instituto de Tecnologia de Massachusetts

Third Party Logistics Provider – 3PL- Operador Logístico **-** Empresa que está apta a desempenhar múltiplas funções de logística para uma outra empresa. Entre os serviços que podem fornecer estão o transporte, armazenagem, movimentação, embalagem, e gestão de estoques dos clientes.

Outbound logistics - logística de saída

Real-time - tempo real

Set-up- tempo de preparação de para excetuar uma determinada uma operação de um processo industrial.

Software (***Computer Software***) - É parte lógica ou programas dos equipamentos computacionais ou seja o conjunto de instruções que permitem a comunicação homem/máquina

Stock – Estoque

Sistemas de Planejamento da Demanda (*Demand Planning Systems)* - São os sistemas que assistem o processo de identificação, agregamento e priorização de todas as fontes de demanda para a Cadeia de Suprimentos integrada de um produto ou serviço no intervalo, horizonte e nível apropriados.

Sistema de Planejamento de Inventário (*Inventory Planning Systems*) Sistemas que auxiliam no balanceamento estratégico das políticas de estoques e níveis de serviço ao cliente dentro da cadeia de ofertas, através do cálculo da quantidade necessária aos tempos de reposição e dos estoques de segurança, utilizando-se de selecionadas estratégias de estoques. Inclui a condução de análise do tipo O que fazer – Se fizer e compara a atual política de estoques com cenários de simulação de estoques e desenvolve o retorno sobre o investimento em estoques.

Supply Chain Cadeia de abastecimento ou suprimento

Supply Chain Mangement - Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento

Segundo o *Supply Chain Council*: “SCM é a integração dos processos industriais e comerciais, partindo do consumidor final e indo até os fornecedores iniciais ,gerando produtos, serviços e informações que agreguem valor para o cliente.”

System dynamics - Sistemas Dinâmicos

Trade-off - Comércio de trocas

VMI - Vendor Managed Inventory - inventário gerenciado pelo vendedor

www ou Web (***World Wide Web - WWW***) **-** Base de dados multimídia interligada através da Internet

O EFEITO DA PROPAGAÇÃO DE ERROS DE PREVISÃO DE DEMANDA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS GLOBALIZADA:

Estudo de caso de uma indústria eletroeletrônica

RESUMO

As atividades logísticas de planejamento e controle de demanda exigem estimativas acuradas dos volumes de produtos e serviços a serem manipulados pela cadeia de suprimento. O objetivo deste trabalho é analisar comparativamente o comportamento de alguns modelos de previsão de demanda quanto a propagação de erros ao longo da cadeia logística em um caso da indústria eletroeltrônica. No desenvolvimento do estudo de caso foram selecionados alguns modelos estatísticos clássicos de previsão de demanda, a partir dos quais foi possível analisar o efeito de propagação de erros de previsão de demanda em um caso prático de uma empresa multinacional fabricante de computadores. Estes produtos são comercializados num mercado dinâmico e fortemente competitivo, sujeito a impactos de economia internacional e da tecnologia avançada, o que exige um monitoramento intensivo no processo de previsão de demanda.

O equacionamento deste problema permite otimizar a gestão do planejamento de materiais, reduzir custos de inventários e garantir linearidade do fluxo de produção, minimizando o efeito da propagação de erros de previsão de demanda na cadeia de suprimento, também conhecido como Efeito Chicote.

ABSTRACT

The logistics activities of planning and demand control need accuracy in estimating the volumes of products and services to be managed by the supply chain. The goal of this study was compare and analyses some demand forecast models regarding the error propagation in the logistics supply chain on the electric electronic industry case study. Due this study case development some classic statistical models demand forecast have been selected, from which were possible analyze the propagation effect errors in the demand forecast process regarding practical case in an international computers company manufacturer.

These products are commercialized in the competitive dynamic market and strongly submitted to impacts of international economy and advanced technology, what demands kind intensive management process of demand forecast. Solving this problem will be able to optimizing the management materials planning, in order to reduce inventories costs assuring production linearity flow, minimizing errors propagation effect of demand forecast in the supply chain, also knowed as Bull-Whip Effect.

1. INTRODUÇÃO

A crescente competitividade do ambiente de negócios em mundo globalizado gera uma necessidade mais forte de prover produtos e serviços em um tempo cada vez menor e com um custo justo . A integração da economia mundial demanda da sociedade informações e conhecimento dos negócios , desfiando as exigências de um gerenciamento sistêmico da cadeia de suprimento na busca em responder as necessidades do cliente ,desafiando constantemente o gerenciamento da cadeia com um todo .

Processos de comunicação ineficazes, altos custos logísticos entre outros, podem causar atrasos na entrega ao cliente final, como também longos tempos de espera e desperdícios e obsolescência em inventários.

Para tanto uma da principais estratégias para reduzir estes custos, aumentar a velocidade de resposta e ser mais competitivo é ter um modelo de previsão de demanda o qual tenha boa acuracidade e que seja integrado com o sistema de gerenciamento da organização, abrangendo todas as áreas envolvidas no processo de abastecimento e não sendo este responsabilidade de uma única área da organização.

Este trabalho visa apresentar o estudo de caso de previsão de demanda em uma empresa do setor de eletroeletrônica, no segmento de computadores, um importante exemplo de cadeia de suprimento. Nele geralmente a unidade integradora represa o centro da cadeia e, portanto constitui-se no eixo principal de coordenação sendo também a principal compradora da rede.

Entende-se por cadeia de suprimento o conjunto de unidades organizacionais, institucionais e agentes internos e externos, que executam as funções que dão apoio ao marketing de produtos e serviços de uma empresa (FLEURY, 1999)

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral conhecer e entender melhor a literatura sobre a previsão de demanda, analisar o método de previsão de demanda de séries temporais e discutir o impacto da acuracidade do método nos estoques de produto acabado e o efeito de propagação de erros na cadeia de suprimentos.

A idéia básica do estudo de caso é compreender aplicação dos métodos de Séries Temporais de Média Móvel e de Suavização Exponencial e, a partir do índice da Média dos Quadrados dos Erros aplicado a estes, identificar qual deles melhor se aplica para obter a previsão de demanda, buscando reduzir a propagação do erro de previsão de demanda.

Como objetivos específicos podem ser citados:

Análise do método de previsão usado atualmente pela empresa estudada e como este reflete as necessidades do mercado e incide na performance de inventários, seus efeitos de propagação de erros (Efeito Chicote) distribuído na cadeia de suprimento.

Entendimento das necessidades e oportunidades dos negócios de valor e vislumbrar um método de previsão em que as oportunidades serão maiores e mais recompensadoras para o cliente final e para a empresa.

Identificação de qual é o método de previsão apresenta melhor acuracidade para a demanda e qual o impacto desta acuracidade no inventario local e na fonte supridora da empresa estudada.

O trabalho tem duas hipóteses básicas:

O método de previsão que apresenta menor desvio padrão das diferenças entre demanda prevista e real, possui a melhor acuracidade para determinada demanda.

Com melhor acuracidade da previsão de demanda pode-se reduzir o nível de estoques e minimizar o efeito de propagação de erro, para um mesmo nível de serviço, em todos os elos da cadeia de suprimentos.

No estudo de caso, a empresa importa 99% das partes e peças (matéria-prima) para suprir a operação de manufatura local e conta com cerca de oito grandes distribuidores dispersos geograficamente pelo país, o que sem dúvida torna o gerenciamento operacional de suprimento uma tarefa de grande complexidade e potencializa o impacto da propagação de erros de previsão de demanda.

1.2 Escopo do Trabalho

Este trabalho limita-se a aplicações em empresas, que atendam os seus clientes num modelo de fabricação contra pedidos (fabricado contra ordem de vendas), planejam e executam a reposição de seus estoques num sistema de revisão periódica com base na previsão de vendas fornecida pela área de Marketing e gerenciam a disponibilidade de seus produtos através de um prazo de entrega padronizado.

O estudo de caso foi feito em uma cadeia de suprimentos com uma planta fabril e um fornecedor internacional para duas famílias de produtos com custos estimados que não refletem dados reais específicos, dada sua natureza estratégica para a empresa.

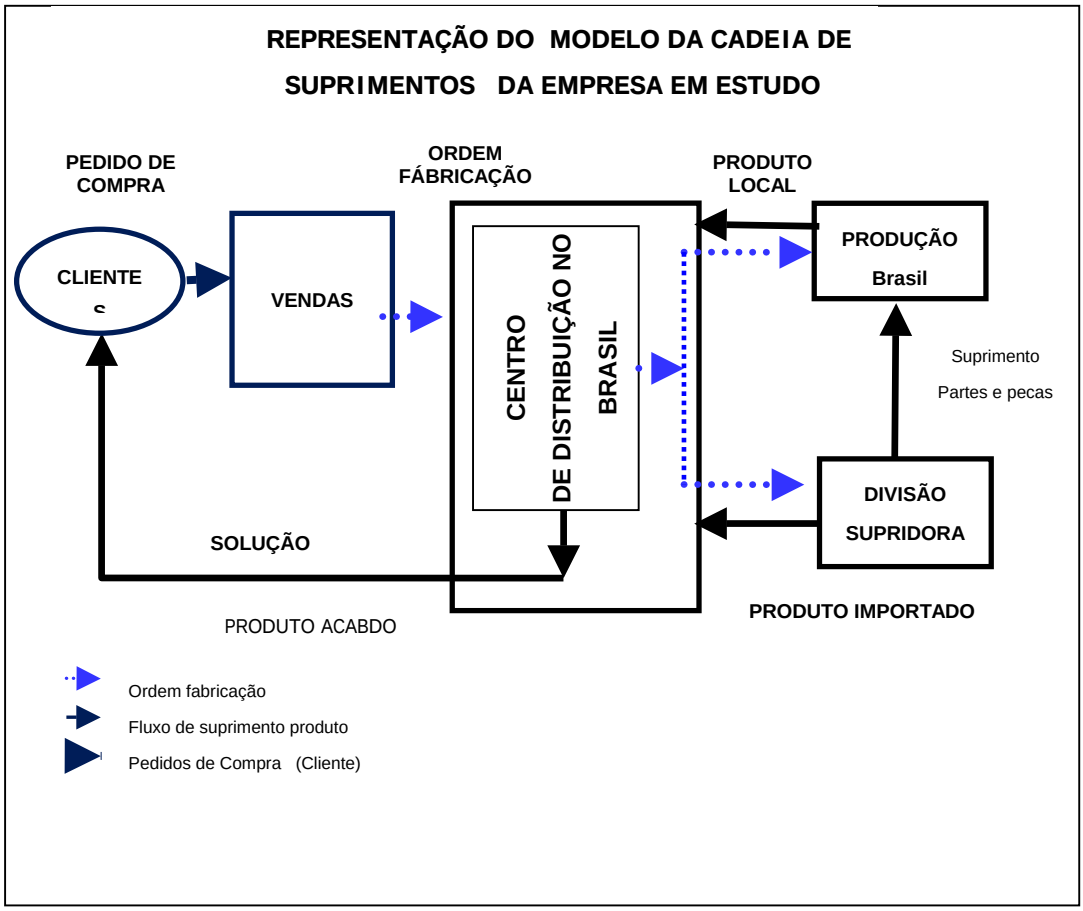


Figura 1- Representação do Modelo da Cadeia de Suprimentos

Figura 1.1 - Modelo de Cadeia de Suprimentos da empresa

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho esta dividido em 8 capítulos.

O capítulo 1 apresenta uma breve introdução e informa quanto ao objetivo e limites do trabalho.

O capítulo 2 caracteriza o problema estudado e apresenta a situação encontrada na empresa no início do estudo, com alto nível de inventário, desbalanceamento com rupturas ou excesso de componentes para montagem de produtos, falhas de comunicação entre as áreas comercial e de produção, ineficiência operacional logística e volume de vendas diferente do planejado, além da insatisfação de clientes.

Os capítulos 3, 4 e 5 trazem a revisão bibliográfica dos principais conceitos que tratam o assunto Previsão de Demanda, Gestão de Estoques e Cadeia de Suprimentos respectivamente e serviram como base para o estudo, com ênfase no efeito de propagação de erros na cadeia de suprimentos, conhecido também como “Efeito Chicote”.

O capítulo 6 apresenta a metodologia proposta e adotada neste trabalho com destaque para a aplicação prática desenvolvida com o objetivo de demonstrar a aplicabilidade de sua proposta.

No capítulo 7 é desenvolvida a uma aplicação prática, onde no ambiente empresarial real é testada a hipótese. Esta aplicação leva em conta o posicionamento estratégico de gestão de operações e a política de níveis de serviços e o atendimento ao cliente da empresa avaliada. São identificadas, analisadas e classificadas as principais causas de não cumprimento de metas da entrega dos pedidos aos clientes.

No capítulo 8 estão as conclusões, recomendações e sugestões de continuidade para trabalhos futuros.

2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Neste capítulo serão discutidos os conjuntos de aspectos que levaram a escolha do problema abordado nesta pesquisa.

O objetivo de uma empresa é atender aos clientes. O departamento de marketing enfoca a satisfação dos clientes, mas o setor de operações, por meio de uma administração de materiais deve fornecer os recursos para isso. A coordenação dos planos por estas duas áreas constitui a administração da demanda, função esta que requer reconhecer e administrar todas as necessidades de produtos e serviços por todos os elos da cadeia de suprimentos.

No segmento eletroeletrônico a constante disputa por grandes clientes, os quais demandam soluções de tecnologia de informações em um mercado onde a margem é relativamente apertada, requer do gerente de logística velocidade na tomada de decisões. Esta velocidade é determinante no aumento ou redução do valor de investimento em matéria-prima, bem como para a qualidade de produção, da capacidade produtiva, das operações e finalmente nos custos financeiros. Mas só não a velocidade do gestor é importante como também a qualidade dos processos e técnicas que adota.

É neste contexto que insere-se o problema tratado neste trabalho, isto é, a escolha da técnica de previsão de demanda que leve aos melhores resultados para a cadeia de suprimentos como um todo.

2.1 O problema de previsão de demanda e a propagação do erro

Uma das partes mais importantes do processo de planejamento logístico é a Previsão de Demanda. Segundo BALLOU (1999), existem

vários métodos padronizados de previsão de demanda, apresentando-se em três grupos: qualitativos, projeção histórica e causal.

Cada grupo difere em termos de acuracidade relativa na previsão de longo prazo versus curto prazo, nível de sofisticação quantitativa (dados históricos, opinião de especialistas pesquisas),e lógica da qual deriva a previsão. Um resumo e uma breve descrição de algumas técnicas comuns de previsões de demanda são apresentados no capítulo 3 deste trabalho.

As previsões têm princípios de senso-comum:

6. As previsões geralmente estão erradas, são indicações.
7. Cada previsão deve incluir uma estimativa de erro, pois têm uma probabilidade de sucesso associada.
8. As previsões são mais precisas por famílias ou grupos do que de forma agregada.
9. As previsões são mais precisas para períodos de tempo mais curtos. Desta forma, uma empresa tem mais facilidade em fazer uma previsão de uma demanda para um período próximo do que para o futuro distante. Isso é de extrema importância para itens de *lead time* longo, especialmente se sua demanda for dinâmica. Qualquer medida que possa ser tomada para reduzir o *lead time* trará melhorias para a exatidão da previsão.

Na empresa do estudo de caso foi desenvolvida a análise com base nos dados históricos de um ano onde, mesmo com a área de Marketing de Produto enviando suas previsões à fábrica, não existia forte aproximação das vendas realizadas em relação as vendas previstas, causando um excesso de estoques, obsolescência e faltas de produtos.

Através da identificação de algumas causas-chave como: demanda maior do que a previsão, falta de crédito de clientes na hora do embarque e venda de produtos sem disponibilidade planejada, entre outras foram identificadas dificuldades no gerenciamento estoque, na comunicação entre as áreas de Vendas e Marketing e a área de Logística. Embora procurando

aumentar a velocidade do processo de suprimento ao serem usados recursos adicionais como: fretes urgentes, horários adicionais, lotes de compra maiores e investimento em inventário, não foi obtida resposta positiva no retorno sobre o investimento, no aumento da eficiência operacional e na lucratividade do negócio; ao contrário, os indicadores de desempenho acusaram aumento na despesa operacional, redução da lucratividade e insatisfação dos clientes.

Um dos principais motivos de abordar esta questão é a possibilidade de economia, através do aumento do giro de estoque (demanda anual dividida pelo estoque médio mensal) e sua conseqüente redução em valor financeiro. O estoque da empresa apresentou uma performance de alta variabilidade no período observado, gerando um efeito de onda propagada pelas flutuações de demanda e das informações de previsões de vendas e de demanda respectivamente, impactando o fluxo físico e financeiro da empresa e também ao longo da cadeia de suprimentos, aumentado a criticidade nos sistema de abastecimento como um todo.

O constante desvio da previsão de demanda em relação à venda tornou muito mais difícil o alcance de metas corporativas, ocorreram freqüentes faltas e excessos de estoque, foram gerados custos logísticos e financeiros, além de insatisfação do cliente, se não, este o maior custo.

A aplicação prática destina-se a um ambiente empresarial de manufatura e distribuição, onde as fases do método serão testadas e ajustadas a este mesmo ambiente.

2.2 A empresa do estudo de caso

Reconhecida no mercado mundial como fornecedora de tecnologias e soluções, fundada no final da década de 1930 nos Estados Unidos, com mais de 16 mil patentes, com número superior a um bilhão de clientes. Presente no mundo em mais de 160 países e no Brasil desde a década de 60, a subsidiária brasileira tem sua matriz em São Paulo. É a segunda

maior empresa de Tecnologia da Informação do Brasil. Tem hoje 11 escritórios e 1400 funcionários

Destaca-se por ser uma empresa criativa, com alma resplandecente. Líder de mercado em praticamente todos os segmentos nos quais atua devido à tecnologia de ponta, objetividade nos negócios e sua abrangência. Atende desde consumidores finais até grandes empresas. A estratégia atual é focar cada vez mais na oferta de soluções completas, que envolvam equipamentos, *softwares*, infra-estrutura e serviços.

Graças a essa estratégia, está intensificando sua presença em importantes segmentos da indústria como o de telecomunicações. É, por exemplo, o principal fornecedor de tecnologia das maiores empresas de telecomunicações do país. Como grandes clientes, destacam-se os principais: Brasil Telecom, GVT, Vivo, TSE, Serpro, Cargil, Telefônica e TAM, dentre outros Procura se destacar-se no mercado como sendo a primeira empresa de Tecnologia no Mundo.

A visão da empresa acredita que verdadeiro poder não está apenas na tecnologia, mas em como as pessoas e as empresas fazem uso dela para alcançar suas aspirações, esperanças, ambições, metas. A empresa é uma companhia empenhada no exercício da cidadania. Através de seus projetos de responsabilidade social, está também comprometida com a utilização da tecnologia para o bem comum.

Busca também a parceria com Distribuidores e Revendedores em todo o Brasil a fim de facilitar a introdução de seus produtos e serviços cada vez mais no mercado brasileiro. Trabalha com exportações, principalmente para países do Mercosul.

Busca sempre a concorrência sadia, o que gera confiança e respeito com todos os seus concorrentes, podendo, assim, gerar futuras fusões com outras empresas.

3. PREVISÃO DE DEMANDA

O desenvolvimento de técnicas de previsão cada vez mais sofisticadas, paralelamente ao advento dos computadores e novas tecnologias de informação, têm levado diversas empresas a se interessarem mais pelo processo de previsão de demanda. O perfeito entendimento das diversas técnicas de previsão existentes permite aos gerentes utilizar estimativas (ou números frios, expressão freqüentemente empregada em diversas empresas brasileiras para designar o resultado gerado por uma previsão quantitativa) como ponto de partida não apenas para posterior incorporação de seu julgamento e sensibilidade a respeito de diversas variáveis do mercado, mas também para a discussão com outros departamentos da empresa, de questões como o planejamento de capacidade e programação de paradas de máquinas para a manutenção, definição de níveis de serviço, disponibilidade de produtos etc. Foi percebido que o papel da previsão pura e simplesmente intuitiva, praticamente a única ferramenta disponível para os gerentes antes da difusão dos microcomputadores, está diminuindo.

A mente humana, embora possua características únicas em relação a complexidade ,poder para armazenamento e associação de informações, está sujeita a viés e emoções, sendo geralmente otimista e subestimando a incerteza futura, especialmente no que diz respeito à previsão de demanda. Atualmente as empresas líderes no processo de previsão são aquelas capazes de conciliar adequadamente o resultado fornecido pelas técnicas existentes com novas informações de mercado e com restrições de planejamento dos diversos departamentos da empresa.

Neste capítulo serão abordados os fundamentos básicos, mas indispensáveis, para a compreensão do trabalho dentre os quais apresentam-se os conceitos e técnicas de previsão de demanda e suas aplicações, como uma ferramenta de análise para identificar o método mais adequado a ser aplicado no estudo de caso.

MARTINS (1999, pág. 173) define previsão da seguinte maneira:

> “Previsão é um processo metodológico para a determinação de dados futuros baseado em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida”.

De acordo com ARNOLD (1999, pág. 229),

> “A maioria das empresas não pode esperar que os pedidos sejam realmente recebidos antes de começarem a planejar o que produzir.”

Sendo assim, estas empresas lançam mão de previsões para antecipar a demanda e planejar o que, quanto e quando produzir.

A previsão da demanda deve ser feita com cautela, pois seu impacto nos demais setores da empresa é bastante expressivo, influenciando diretamente setores como produção, pessoal, finanças e a maioria dos outros departamentos .

Para SLACK (1997), as empresas que trabalham com carteiras de pedidos, devem operar com uma combinação de variáveis de pedidos firmes e previsões. Entretanto, diferentes tipos de empresas têm diferentes graus de certeza sobre sua demanda, no momento em que tomam decisões de planejamento e controle da produção. A Figura 3.1 apresenta um gráfico com o modelo combinado.

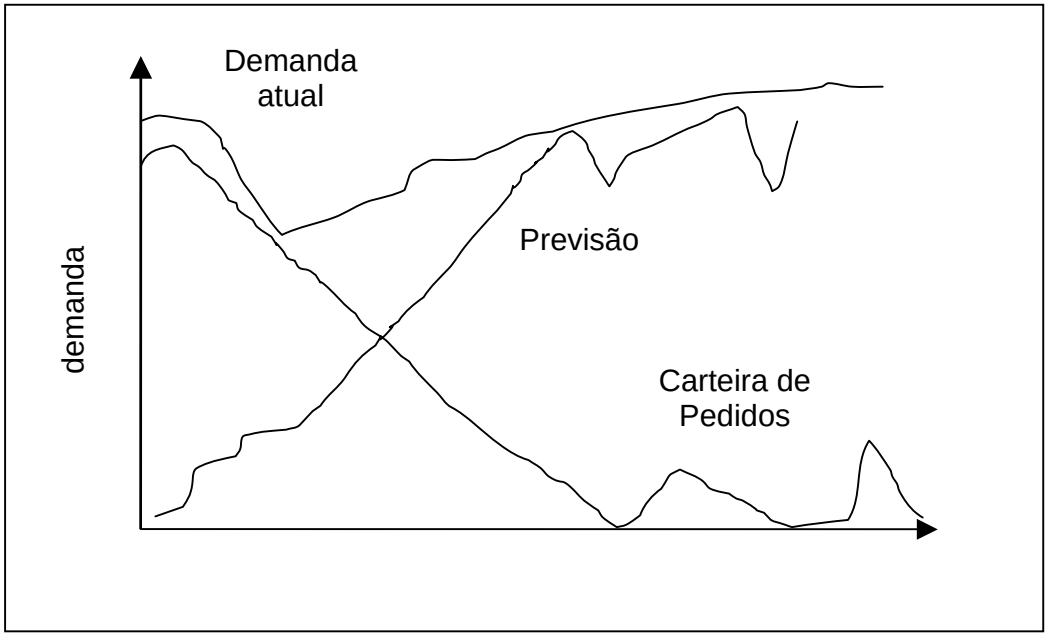


Figura 3.1 - Combinando carteira de pedidos e previsões

Fonte: adaptado de SLACK (1997).

Segundo DAVIS (1999), em muitos casos a demanda por produtos ou por serviços pode ser dividida em cinco componentes:

a) demanda média no período;

b) tendência;

c) influência sazonal;

d) elementos cíclicos, e

e) variação aleatória.

Quando a demanda é aleatória, a demanda de um período de tempo para outro pode variar extraordinariamente. Quando existe uma autocorrelação, não se espera que a demanda mude muito de um período para o próximo.

As linhas de tendência são normalmente o ponto de partida no desenvolvimento de uma previsão. Estas linhas são, então, ajustadas para os efeitos sazonais, cíclicos e, qualquer outro evento esperado que possa influenciar a previsão final.

Os fatores cíclicos são os mais difíceis de se determinar, já que tanto o período considerado quanto a causa de ciclo, podem não ser conhecidos. Por exemplo, a influência cíclica na demanda pode originar-se devido a ocorrências, tais como eleições políticas, guerra, condições econômicas ou pressão sociológica.

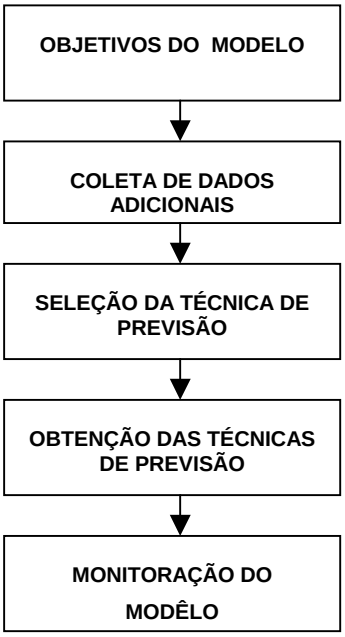
As variações aleatórias são causadas por eventos causais. Estatisticamente, quando todas as causas conhecidas para a demanda (média, tendência, sazonalidade e cíclica) são subtraídas da demanda total, o que sobra é uma parte remanescente inexplicável da demanda. Se não for possível identificar a causa da mesma, esta é presumida como puramente aleatória.

Além destes cinco tipos componentes da demanda existe freqüentemente uma autocorrelação, que indica a persistência da tal ocorrência. Mais especificamente, a demanda esperada em qualquer ponto é altamente correlacionada com seus próprios valores anteriores. Por exemplo, se a demanda tem sido alta no mês de dezembro nos últimos dez anos, então espera-se uma alta demanda para dezembro do próximo ano.

A previsão da demanda, segundo TUBINO (2000), é a variável mais importante, em especial para as atividades de PCP – Planejamento e Controle da Produção, é utilizada em dois momentos distintos: para planejar o sistema produtivo e para planejar o uso deste sistema produtivo. Entretanto, apesar dos recursos computacionais e da sofisticação matemática dos métodos, a previsão de demanda não é uma ciência exata, envolvendo uma boa dose de experiência e julgamento pessoal do planejador.

Para a elaboração de um modelo de previsão de demanda o autor sugere as seguintes etapas, como mostra a Figura 3.2. Inicialmente, definem-se os objetivos do modelo; baseado nesses objetivos os dados são coletados e analisados; seleciona-se então a técnica mais apropriada; calcula-se a previsão da demanda e faz-se o acompanhamento do modelo, onde os parâmetros são constantemente atualizados.

Figura 3.2 – Modelo de Previsão de Demanda



Fonte: TUBINO (2000).

Conforme MOREIRA (1996), a previsão de demanda é um processo racional de busca de informações acerca do valor das vendas futuras devendo fornecer, também quando possível, informações sobre a qualidade a ser exigida no futuro.

Para DAVIS (1999), as várias técnicas de previsão podem ser classificadas em três categorias gerais: qualitativa, análise de séries temporais e modelos causais.

Técnicas qualitativas - são subjetivas ou optativas, baseiam-se em estimativas e opiniões de especialistas, sendo vulneráveis a tendências que podem comprometer a confiabilidade dos resultados. Tais técnicas são usadas principalmente quando não existem dados disponíveis.

Análise de séries temporais - baseia-se na idéia de que dados relacionados com a demanda podem ser usados para prever a demanda

futura. Em outras palavras a tendência que gerou a demanda do passado continuará gerando a demanda do futuro.

Modelos causais - admitem que a demanda está relacionada com algum fator fundamental ou fatores do meio ambiente, que ocorrem relacionamentos causa-efeito.

Tabela 3.1- Técnicas de Previsão de Demanda
Conforme DAVIS (1999, pág. 214), os modelos mais comuns são:

I. Qualitativo	Subjetivo,opinativo. Baseado em intuição, em estimativas e em opiniões
Método Delphi	Predição de um evento via consenso
Pesquisa de Mercado	Teste e hipóteses
Analogia Histórica	Comparações de padrões
II. Analogia de Séries Temporais	Baseada na idéia de que a história dos acontecimentos ao longo do tempo pode ser usada para prever o futuro.
Média Móvel Simples	Um período de tempo, contendo uma quantidade de dados pontuais, onde é obtida a média dividindo-se a soma dos valores pontuais pelo número total de pontos., podendo estes ser ponderados uniformemente ou desigualmente.
Média Ponderada Exponencial	Dados pontuais mais recentes têm maior peso, com o peso declinando exponencialmente à medida que esses dados tornam-se

	ultrapassados.
Análise de Regressão	Ajusta uma linha seqüencial de dados do passado, geralmente relacionado o valor dos dados com o tempo.A técnica de ajuste mais comuns é dos mínimos quadrados.
Projeção de Tendência	Ajusta a linha de tendência matemática dos dados pontuais e os projeta para o futuro.
III. Causal	Tenta compreender o sistema que envolve o item a ser previsto. Por exemplo: as vendas podem ser afetadas pela propaganda, pela qualidade e pela concorrência.
Análise de Regressão	Semelhante ao método dos mínimos quadrados das séries temporais mas pode apresentar múltiplas variáveis. O fundamental é que a previsão é causada pela concorrência e por outros eventos.
Modelos Entrada/Saída	Enfoca as vendas de cada indústria para outras empresas e governos. Indica as mudanças nas vendas que uma industria de produção pode esperar devido a mudanças de demanda de outra indústria.
Principais Indicadores	Estatísticas que se movem na mesma direção das séries previstas mas se alteram após séries, como quando um aumento no preço da gasolina indica um declínio futuro nas vendas de carros grandes.

Fonte: adaptado de DAVIS (2001).

Tabela 3.2 - Comparação de Técnicas de Previsão de Demanda

Técnica	Horizonte de Tempo	Complexibilidade do Modelo	Precisão do Modelo	Dados Necessários
I. Qualitativo				
Método Delphi	longo	Alta	variável	muitos
II. Séries Temporais				
Média Móvel	curto	Muito baixa	média	poucos
Média ponderada exponencial	curto	Baixa	adequada	Muito poucos
Regressão linear	longo	Média alta	Média alta	muitos
III. Causal				
Analise de Regressão	longo	Adequada	alta	muitos

Fonte: Adaptado de DAVIS (2001).

Para CHOPRA (2003, pág. 71) há ainda um quarto modelo de previsão além do três acima apresentados, que é a simulação.

Simulação	São reproduzidas as escolhas dos consumidores que geram a demanda, para chegar a uma previsão.

Fonte: Adaptado de CHOPRA (2003).

Para BALLOU (2001, pág. 224), vários métodos de previsão padronizados estão disponíveis. Foram divididas em três grupos: qualitativos, projeção histórica e causal. Cada grupo difere em termos de acuracidade relativa na previsão de longo prazo *versus* curto prazo, nível de

sofisticação quantitativa usado e base lógica (dados históricos, opinião de especialistas ou pesquisas) da qual deriva a previsão. Um resumo e uma breve descrição de algumas técnicas comuns de previsão são mostrados a seguir.

Métodos qualitativos - são aqueles que usam o julgamento, a intuição, as pesquisas ou as técnicas comparativas para produzir estimativas quantitativas a respeito do futuro. A informação relacionada aos fatores que afetam a previsão é tipicamente não-quantitativa, suave e subjetiva. Os dados históricos podem não estar disponíveis ou podem ser pouco relevantes para a previsão. A natureza não cientifica dos métodos torna-os difíceis de padronizar e validar em termos de acuracidade. Entretanto esses métodos podem ser a única alternativa disponível ao tentar prever o sucesso de produtos novos, as mudanças na política do governo ou o impacto de uma nova tecnologia.

Métodos de projeção histórica – Quando uma quantidade razoável de dados históricos está disponível e a tendência as variações sazonais na série de tempo são estáveis e bem-definidas,projetar estes dados no futuro pode ser uma maneira eficaz de prever para o curto prazo. A premissa básica é que o padrão do futuro será uma reprodução do passado,ao menos em grande parte. A natureza quantitativa da série de tempo incentiva o uso de modelos matemáticos e estatísticos como ferramentas básicas da previsão. A acuracidade que pode ser alcançada para períodos de tempo previstos de menos de seis meses geralmente é muito boa .Esses modelos funcionam bem simplesmente por causa da estabilidade inerente da série de tempo de curto prazo.

Estes modelos são reativos por natureza, pois rastream a natureza da mudança pela atualização, assim que novos dados se tornam disponíveis, permitindo rápida adaptação às mudanças tendenciosas e sazonais. Entretanto se as mudanças forem rápidas, estes modelos não sinalizam ate após sua ocorrência.

Por causa disto, as projeções por esses modelos captam com atraso as mudanças fundamentais na série de tempo e são fracas em sinalizar pontos de mudanças antes que ocorram. Esta necessidade não parece ser uma limitação quando as previsões são feitas sobre horizontes curtos de tempo, a menos que as mudanças sejam particularmente drásticas.

Métodos Causais - os modelos causais para a previsão são construídos sobre a premissa básica de que o nível da variável previsão origina-se do nível de outras variáveis relacionadas. Por exemplo: se o serviço ao cliente é conhecido como tendo um efeito positivo nas vendas, então, sabendo-se o nível do serviço ao cliente fornecido, o nível das vendas pode ser projetado. Supostamente o serviço ao cliente “causa” as vendas. Até o ponto em que os bons relacionamentos de causa-e-efeito podem ser descritos, os modelos causais podem ser muito bons em antecipar mudanças principais na série de tempo e em prevê-las acuradamente em períodos de médio e longo alcance.

Os modelos causais possuem uma variedade de formas, estatístico, no caso da regressão e modelos econométricos, e descritivo, como no caso dos modelos de entrada e saída, ciclo de vida e simulação por computador. Cada modelo deriva sua validade dos padrões de dados históricos que estabelecem a associação entre as variáveis preditoras e a variável a ser prevista.

O maior problema para este tipo de modelo é que as variáveis verdadeiramente causais são difíceis de encontrar e quando encontrada, sua associação com a variável a ser prevista é freqüentemente baixa. As variareis causais que conduzem a variável prevista no tempo são até mesmo mais difíceis de serem encontradas. Demora de um a seis meses para serem adquiridos dados para a variável principal. Os modelos baseados na regressão e em técnicas econométricas podem apresentar erro substancial de previsão por causa desses problemas.

Conforme BALLOU (2001, pág. 227): Quadro de resumo das técnicas mais populares de previsão:

Tabela 3.3 - Resumo das técnicas de previsão

Modelo	Descrição	Horizonte de tempo de previsão
Delphi	Um grupo de especialistas é interrogado por um questionário em que suas respostas são usadas para produzir o questionário seguinte. Qualquer conjunto de informações disponíveis para alguns especialistas e não para outros, habilitando todos os especialistas a terem acesso a todas as informações para a previsão. Esta técnica elimina o efeito da influência de massa da opinião da maioria	Médio - longo
Pesquisa de Mercado	Procedimento Sistemático, formal e consistente para testar as teses e hipóteses a respeito do mercado real	Médio-longo
Painel de Consenso	Esta técnica esta baseada na suposição de que diversos especialistas podem chegar a uma melhor previsão do que uma pessoa. Não há segregação e a comunicação é encorajada. As previsões são às vezes influenciadas por fatores sociais e podem não refletir um consenso verdadeiro. As solicitações de opiniões d executivos entram nesta classe.	Médio-longo
Estimativas de Força de Vendas	As opiniões de força de vendas podem ser solicitadas, desde que os vendedores sejam próximos aos clientes e em boa posição para estimar suas necessidades.	Curto-médio
Previsão visionária	Uma profecia que usa discernimentos pessoais, julgamentos e ,quando possível, fatos sobre cenários diferentes do futuro . É caracterizado por diferentes conjecturas subjetivas e imaginação, e em geral os métodos usados são não científicos.	Médio-longo
Analogia Histórica	Esta é uma analise comparativa da introdução e do crescimento de produtos	Médio-longo

	novos similares que baseia a previsão em padrões de similaridade	
Média Móvel	Cada ponto de uma média móvel de uma série de tempo é a média aritmética ou ponderada de um número de pontos consecutivos das séries, no qual o numero de pontos de dados é escolhido de modo que os efeitos de sazonalidade ou as irregularidades ou ambos sejam eliminados.	Curto
Ponderação exponencial	Esta técnica é similar a média móvel, exceto que, aos pontos mais recentes, são dados peso maior .Descritivamente, as novas previsões são iguais às antigas mais alguma parcela de erro da previsão passada. A ponderação exponencial dupla ou tripla são versões mais complexas do modelo básico, que considera a tendência e a variação sazonal na série de tempo.	Curto
Box-Jenkins	Um procedimento iterativo complexo, baseado em computador, que produz um modelo de média móvel integrado e não agressivo, ajusta para fatores sazonais e de tendência estima parâmetros apropriados de ponderação ,testa o modelo e repete o ciclo, quando apropriado.	
Decomposição de Série e Tempo	Um método de decomposição de série de tempo em componentes sazonais de tendência e regular. É muito bom na identificação de pontos de inflexão e é uma ferramenta excelente de previsão parta o período de tempo médio alcance, que é de 3 a 12 meses.	Curto-médio
Projeção de Tendência	Esta técnica acopla uma linha de tendências usando uma equação matemática e projeta-a ,então, no futuro por meio de equação. Há diversas variações : método da curva descendente, polinomiais, logarítmicas e assim por diante	Curto-Médio

Previsões focadas	Testa um numero de regras simples de decisão para ver qual é mais acurada sobre um período de tempo de três meses vindouros. A simulação por computador é usada para testar as várias estratégias dos dados passados.	Médio
Análise espectral	Tenta desdobrar uma série de tempo em seus componentes fundamentais, chamados espectros. Esses componentes são representados por curvas geométricas seno-coseno. Remontando esses componentes, produz uma expressão matemática que pode ser usada para a previsão.	Curto-médio
Modelo de regressão	Relaciona a demanda a outras variáveis que “causam” ou explicam seus nível. As variáveis são selecionadas no campo da significância estatística. A disponibilidade geral dos programas de computador poderosos de regressão o faz uma técnica popular.	Curto-médio
Modelo econométrico	Um sistema de equações independentes de regressão que descreve algum setor de atividade econômica das vendas. Os parâmetros das equações de regressão não estimados, em geral simultaneamente. Em geral, estes modelos são relativamente caros para desenvolver. Entretanto devido ao sistema de equações inerentes em tais modelos, eles expressarão melhor as causalidades envolvidas do que uma equação ordinária de regressão e, então, preverá os pontos de inflexão mais acuradamente.	Médio

Intenções de compra e de antecipação	Esta pesquisa do publico geral determinam intenções de comprar determinados produtos ou deriva um índice que mede o sentimento geral a respeito do presente e do futuro, e estimativas de como esse sentimento afetará hábitos de compra. Estas aproximações para a previsão são muito úteis para seguir e advertir do que prever. O problema básico em usá-las é que um ponto de inflexão poder ser sinalizada incorretamente.	Médio
Modelo de entrada e saída	Um método de analise preocupado com o fluxo de produtos ou serviços interdepartamental ou intersegmento na economia e em seus mercados. Mostra que os fluxos de entradas devem ocorrer para obter determinadas saídas. O esforço considerável deve ser despendido para usar certamente estes modelos e o detalhe adicional, normalmente não-disponível ,deve ser obtido se eles forem aplicados ao negócio específico.	Médio
Modelo econométrico de entrada e saída	Os modelos econométricos e os modelos de entrada e saída são algumas vezes combinados para a revisão. O modelo de entrada e saída é usado para fornecer tendências de longo prazo o modelo econométrico. Estabiliza também o modelo econométrico	Médio
Indicadores principais	Previsões geradas de uma ou mais variáveis precedentes que são relacionadas sistemáticas à variável a ser prevista.	Curto-médio
Análise do ciclo de vida	Análise e previsão do crescimento do novo produto baseado em curvas S. As fases da aceitação do produto por vários grupos como os inovadores, os adotadores iniciantes, a maioria adiantada maioria atrasada e os	Médio-longo

	retardatários são centrais à analise.	
Filtro adaptativo	Um derivativo de uma combinação ponderada das produções reais e estimadas, sistematicamente alterado para refletir mudanças-padrão dos dados.	Curto-médio
Simulação dinâmica	O uso do computador para simular o efeito de vendas finais de produtos ao longo do tempo sobre exigências em vários pontos no canal de distribuição e de suprimentos. As exigências são indicadas por políticas de estoque, programações de produção e políticas de compra.	Médio-longo
Resposta acurada	Um processo simultâneo de melhoria de previsões enquanto reprojetam o processo de planejamento para minimizar o impacto de previsões imprecisas. A resposta acurada embute calcular o que os previsores podem e não podem predizer bem,e então fazer a cadeia de suprimentos rápida e flexível de modo que os gerentes possam postergar decisões sobre seus itens mais imprevisíveis ate que tenham alguns sinais de mercado,tais como resultados das vendas iniciais para ajudar a combinar corretamente a oferta com a demanda.	Curto
Redes Neurais	Modelos matemáticos para a previsão que são inspirados pelo funcionamento de neurônios biológicos. São caracterizados por sua habilidade de aprender com os novos dados que chegam. A acurácia da previsão parece ser melhor do que outros métodos de série de tempo quando a série de tempo é descontinua.	Curto

Fonte: Adaptado de BALLOU (2001).

DIAS (1999) afirma que:

> “A extensa utilização das técnicas qualitativas parece estar relacionada ao fato das previsões por eles geradas corresponderem às metas e expectativas de demanda geradas pelas empresas”.

Na tabela 3.4 os modelos de previsão são classificados de acordo os tipos, comparadas por autores:

Tabela 3.4 – Modelos de previsão comparados por autores

Autor ano	ARNOLD 1999	GAITHER 1999	BALLOU 2001	CHOPRA 2003	DAVIS 1999
Métodos Qualitativos de Previsão	são projeções baseadas no discernimento ,na intuição e com opiniões informadas. Por sua natureza são subjetivas.	são métodos que normalmente baseiam-se 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.	são aqueles que usam o julgamento, a intuição ,as pesquisas ou as técnicas comparativas para produzir estimativas quantitativas a respeito do futuro.	são essencialmente subjetivos, apoiam-se na opinião e no julgamento de alguém para fazerem a previsão.	subjetivo, opinativo, baseado em intuição, em estimativas e em opiniões.

Autor ano	ARNOLD 1999	GAITHER 1999	BALLOU 2001	CHOPRA 2003	DAVIS 1999
Métodos Quantitativos de Previsão	utilizam dados históricos .As técnicas intrínsecas de previsão baseiam-se na suposição de que o que aconteceu no passado acontecera no futuro.	são modelos matemáticos baseados em dados históricos. Esses modelos supõem que dados passados são relevantes para o futuro Alguns dados relevantes quase sempre podem se encontrados.	quando uma quantidade razoável de dados históricos está disponível e a tendência as variações sazonais na série de tempo são estáveis e bem definidas, projetar estes dados no futuro pode ser uma maneira eficaz de prever para o curto prazo.	baseiam-se na suposição de que o histórico da antiga demanda é um bom indicador da demanda futura.	baseada na idéia de que a história dos acontecimentos ao longo do tempo pode ser usada para prever o futuro.

Autor ano	ARNOLD 1999	GAITHER 1999	BALLOU 2001	CHOPRA 2003	DAVIS 1999
Simulação				são reproduzidas as escolhas dos consumidores que geram a demanda, para chegar a uma previsão.	

Fonte: adaptado e expandido de ARNOLD (1999);GAITHER (1999); BALLOU (2001); CHOPRA (2003) e DAVIS (1999).

Para GAITHER (1999, pág.81) algumas razões para previsões ineficazes são:

Tabela 3.5 – Razões de previsões ineficazes

1. Falha da organização em envolver uma seção transversal ampla de pessoas na realização da previsão.
2. O esforço individual é importante, mas envolver quem tem informações pertinentes e quem precisara implementar a previsão também é importante.
3. Deixar de reconhecer que a previsão é fundamental para o planejamento dos negócios.
4. Deixar de reconhecer que as previsões sempre estão erradas. A estimativa da demanda futura tendem a estar sujeitas à erro, e a magnitude do erro tende a ser maior para previsões que cobrem intervalos de tempo muito longo 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.
5. Deixar de prever as coisas certas. As organizações podem prever a demanda por matéria-prima que entra nos produtos acabados. A demanda por matéria não precisa ser prevista, porque estas demandas podem ser computadas das previsões de produtos acabados. Prever um numero demasiado de coisas pode sobrecarregar o sistema de previsão e fazer com que ele se torne dispendioso e consuma muito tempo.
6. Deixar de escolher o método de previsão apropria
7. Deixar de acompanhar o desempenho dos modelos de previsão de forma que a precisão possa ser melhorada.. Os modelos de previsão podem ser modificados quando necessário para controlar o desempenho das previsões.

Fonte : GAITHER (1999)

Para CORRÊA (2000) os requisitos, os quais devem ser observados para se efetivarem boas previsões são :

Tabela 3.6 - Requisitos para boas previsões

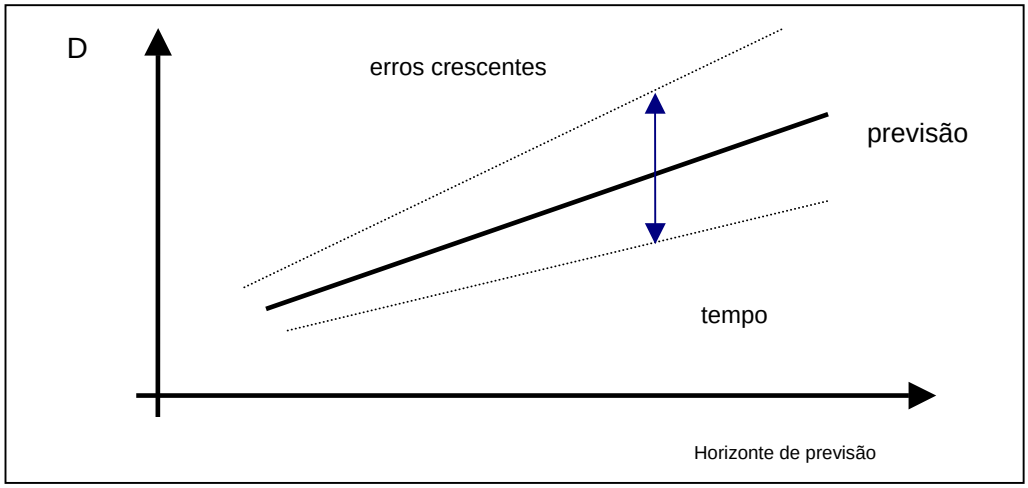
item	requisito
1	conhecer os mercados, suas necessidades e comportamentos
2	conhecer os produtos e seus usos
3	saber analisar os dados históricos
4	conhecer a concorrência e seu comportamento
5	conhecer as ações da empresa que afetam à demanda
6	formar uma base de dados relevantes para a previsão
7	documentar todas as hipóteses feitas na elaboração da previsão
8	trabalhar com fatos e não apenas com opiniões
9	articular diversos setores para a elaboração da previsão

Fonte: Corrêa (2000)

O autor complementa observando que as decisões de diferentes horizontes são hierarquicamente relacionadas, ou seja, as decisões de longo prazo restringem as de médio prazo, que por sua vez, restringem as decisões de curto prazo.

Outro aspecto que o autor aborda é o fato das previsões para horizontes maiores terem um grau de incerteza maior, ou seja, o erro é crescente com o tempo. A Figura 3.3 mostra um gráfico, o qual apresenta este fenômeno.

Figura 3.3 - Os Erros de previsão crescem com o horizonte, para um mesmo nível de agregação



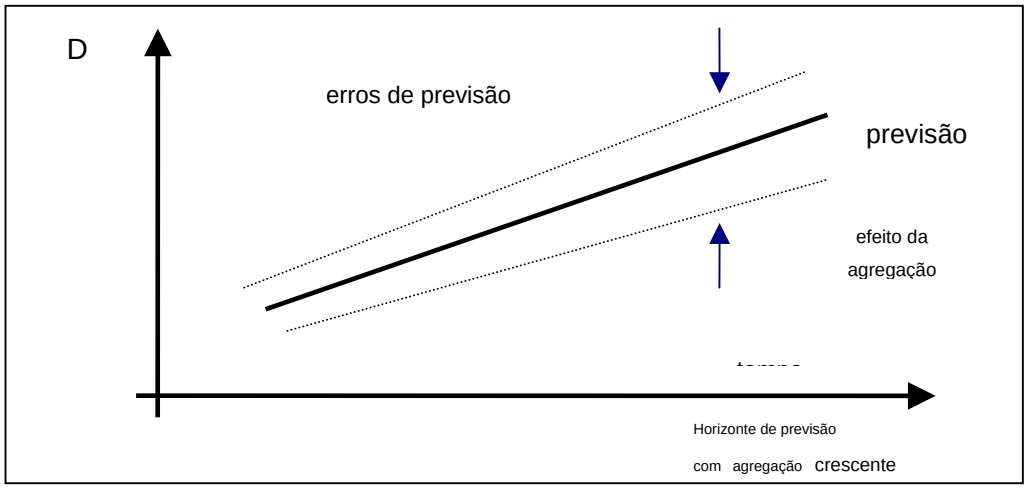


Figura 3.4 - Compensação parcial dos erros crescentes de previsão pela agregação crescente

Fonte: CORRÊA e GIANESI (1997).

3.1 Estratégias de previsão

Vários são os fatores avaliados pelos clientes e que influenciam as vendas como por exemplo: preço, garantia, prazo de entrega, funcionalidade, praticidade no uso e outros. Este tópico está focado mais sobre o prazo de entrega - disponibilidade do produto e indiretamente o preço.

Para KOTLER (2000), as previsões de venda são utilizadas por vários setores da empresa, entre eles: o departamento de finanças, para determinar o caixa necessário aos investimentos e às operações; pelo departamento de

produção, para o estabelecimento de níveis de capacidade e de produção; pelo departamento de compras, para a aquisição de suprimento; pelo departamento de recursos humanos, para a contratação de funcionários, quando necessário.

Segundo CHING (1999, pág. 31),

> "*Nunca se tem certeza da quantidade a ser solicitada pelos clientes e da quantidade a ser enviada para armazenagem.*"

A previsão da demanda é difícil de ser acertada e é um assunto crítico, e é com base na previsão que é feito todo o planejamento de manufatura. Se a previsão for menor que a demanda, pode ocorrer falta de produtos e, se a previsão for maior que a demanda, podem surgir estoques excessivos.

Segundo CORRÊA (2000, p. 234), as incertezas de previsões e os erros correspondentes provêm de duas formas distintas: a primeira delas corresponde ao próprio mercado, de baixa previsibilidade; a segunda corresponde ao sistema de previsão. Como a baixa previsibilidade do mercado faz parte de sua natureza, pouco se pode fazer para melhorá-la. Inclusive, é uma condição igual para todos os concorrentes do mercado.

Porém, em relação ao sistema de previsão, este sim pode fazer diferença quanto ao desempenho da empresa frente aos seus concorrentes. Portanto, o sistema de previsão merece atenção especial no que tange à qualidade da previsão. A questão é: quão boa deve ser a previsão? Reposta: tão boa ou melhor do que a dos concorrentes .É simples ou sabemos qual o desempenho das previsões dos concorrentes ou se procura fazer a melhor previsão possível, utilizando-se os melhores métodos disponíveis e todas as informações relevantes, coletadas de forma sistêmica. Como é difícil obter informações confiáveis sobre concorrentes, a proposta aqui e recomendar as diretrizes para uma boa previsão de demanda.

3.2 O processo de planejamento

Segundo CORRÊA (2000), o processo de planejamento deve ser contínuo, devendo-se sempre ter uma boa noção da situação presente, uma visão de futuro e os objetivos que devem ser alcançados devem ser bem

claros. Com o passar do tempo a visão de futuro deve ser deslocada de forma que o horizonte fixado se mantenha constante. A seguinte dinâmica é sugerida :

- passo 1: levantamento da situação presente, fotografar a situação em que se encontram as atividades e os recursos para que esta esteja presente no processo de planejamento;

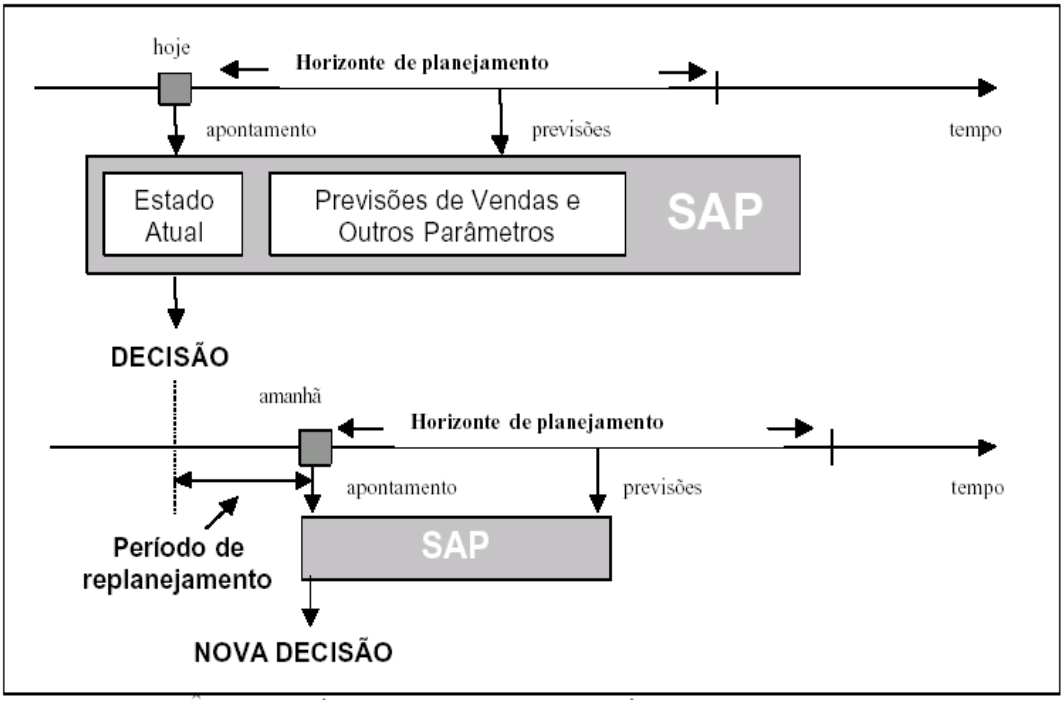
- passo 2: desenvolvimento e reconhecimento da visão de futuro, com ou sem nossa intervenção;

- passo 3: tratamento conjunto da situação presente e da visão de futuro, por alguma lógica que transforme os dados coletados em informações para tomada de decisão;

- passo 4: tomada de decisão gerencial: o que, quanto, quando produzir e comprar e com que recursos produzir;

- passo 5: execução do plano: período em que as decisões vão tomando efeito

Figura 3.5 - Dinâmica do processo de planejamento



Fonte: Adaptado CORRÊA e GIANESI (1997).

Como nem sempre as coisas acontecem como foram planejadas,em determinado período é prudente tirar outra fotografia da situação presente e voltar ao passo 1.

Não existe uma receita pronta para a definição do horizonte de planejamento, pode-se então utilizar a prática de considerar aquele ponto no futuro onde as decisões do presente têm pouca ou nenhuma influência.

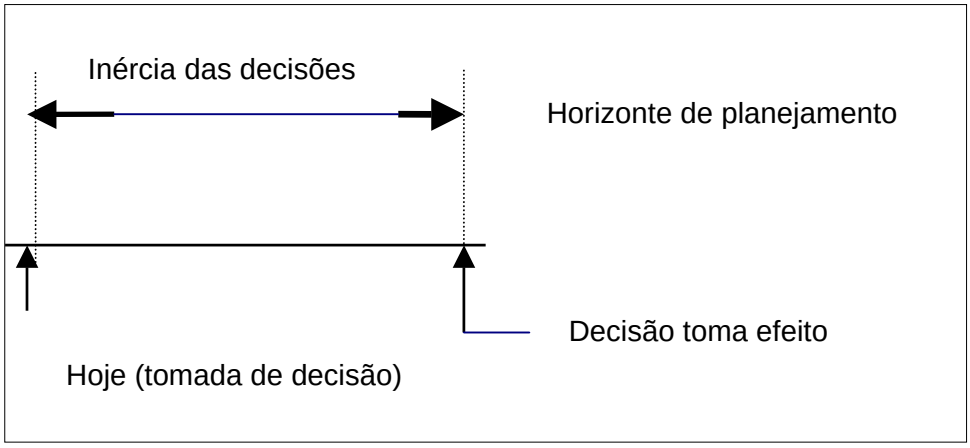
O horizonte de planejamento pode ser subdividido em diferentes espaços de tempo. Isso é possível porque as decisões têm diferentes inércias – tempo necessário para que as decisões tenham efeito. Num primeiro nível, estão as decisões de longo prazo – maior inércia e procura- se trabalhar com famílias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

Para MOREIRA (1996), a previsão de demanda é um processo racional de busca de informações acerca do valor das vendas futuras,devendo fornecer, também quando possível, informações sobre a qualidade a ser exigida no futuro.

Quanto ao nível de agregação no processo de previsão, CORRÊA (1997) sugere um maior nível de agregação de produtos quando o horizonte de tempo é maior.

Dessa forma, quanto maior for o período de previsão, maior deve ser a agregação, pois os erros a menor de alguns produtos tendem a anular os erros a maior de outros produtos. A Figura 3.6 mostra a diminuição do erro com a agregação crescente.

Figura 3.6 - Efeito da “inércia” das decisões de planejamento



Fonte: Adaptado de CORRÊA e GIANESI (1997)

Diferentes decisões têm diferentes inércias, sendo necessário considerar diferentes horizontes. Independente do horizonte com o qual se esteja trabalhando, as previsões de venda são de extrema importância em qualquer processo de planejamento, pois muitas ações são planejadas em função desta previsão de venda.

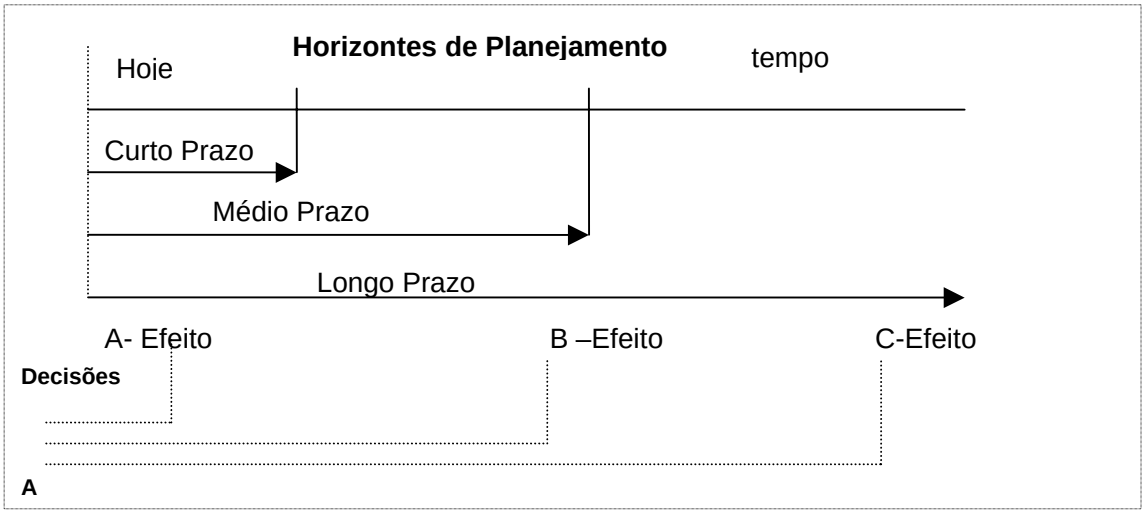


Figura 3.7 - Sub-horizontes dentro do horizonte de planejamento

Fonte: Adaptado de CORRÊA e GIANESI (1997).

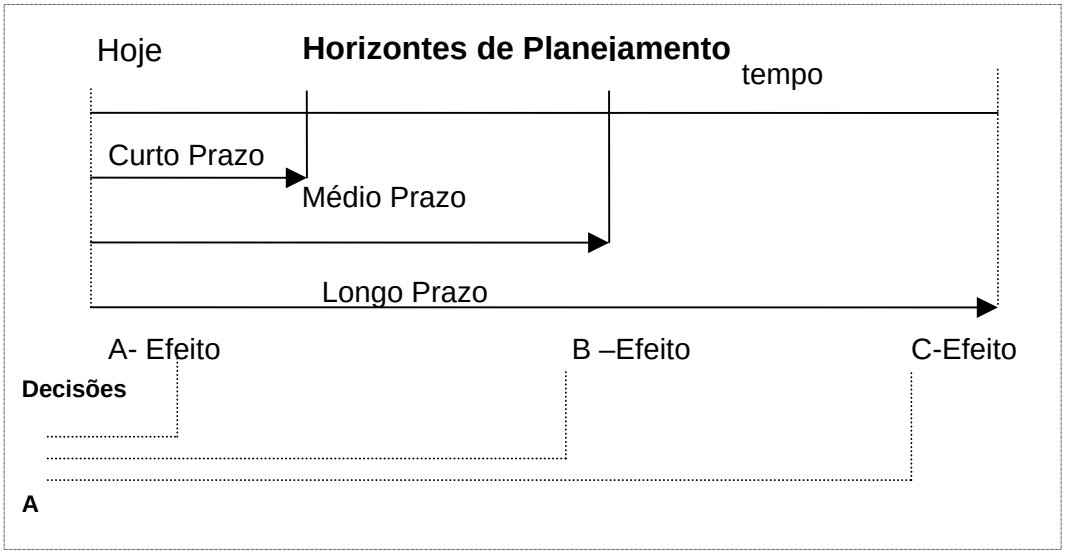
O horizonte de planejamento pode ser subdividido em diferentes intervalos.

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

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

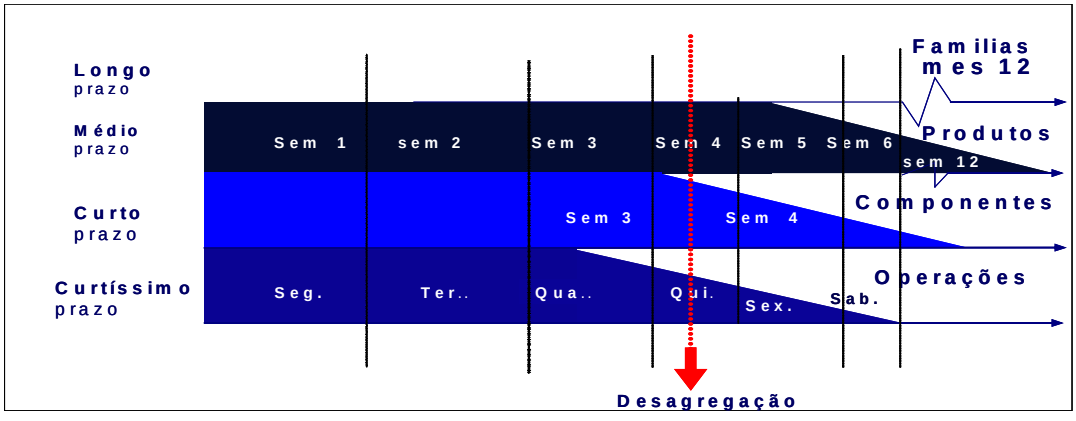
Na sua maioria os métodos de séries temporais são usados em previsões de demanda por serem de relativa simplicidade .

Figura 3.8 - Sub-horizontes dentro do horizonte de planejamento



Fonte: Adaptado de CORRÊA e GIANESI (1997).

Figura 3.9- Conceito de hierarquia de decisões de planejamento



Fonte: Adaptado e de CORRÊA, GIANESI e CAON (2000).

A Previsão é uma estimativa da demanda futura. Uma previsão pode ser elaborada usando métodos quantitativos, métodos qualitativos ou uma combinação entre ambos, sendo baseada em fatores extrínsecos (externos) ou intrínsecos (internos). Várias técnicas de previsão predizem um ou mais dos quatro componentes da demanda: cíclica, aleatória, sazonal e tendência.

Por exemplo: pode-se realizar tanto previsão quanto predição da demanda. Fabricante de TV usa dados passados para prever o número de componentes a adquirir de fornecedores para utilizar na produção no mês seguinte. (usa um modelo probabilístico), na previsão já existem dados.

A Predição estima eventos futuros com base em considerações subjetivas (sem combinações predeterminadas).Na predição não existem dados. Por exemplo: O mesmo fabricante usa aspectos subjetivos (sociais, econômicos, políticos, competição, etc.) para predizer a demanda de um tipo de TV a ser lançado. (usa consenso, prognóstico)

3.3 Técnicas de Séries Temporais

Os modelos de previsão de demanda por séries temporais tentam prever o futuro ,baseados em dados do passado. Por exemplo, vendas registradas em cada um dos seis semanas anteriores podem ser usadas para prever as vendas para a sétima semana. As vendas registradas trimestralmente em vários anos anteriores podem ser usadas para prever as vendas dos próximos trimestres.

Esta suposição pode ser comparada a situação de dirigir um carro orientando-se pelo espelho retrovisor. Embora exista uma alguma verdade óbvia nisso ,também não deixa de ser verdadeiro o fato de que ,na falta de qualquer outra “bola de cristal”, o melhor guia para o futuro é o que aconteceu no passado.

Regras baseadas em um único mês ou período anterior, têm um uso limitado quando existe muita flutuação aleatória na demanda. Geralmente, os métodos que fazem a média histórica são melhores, porque neutralizam alguns efeitos de variação aleatória.

A seguir são apresentados alguns exemplos de aplicação, onde a partir do histórico é gerado um modelo para:

- Simular uma cadeia de suprimento
- Controlar e monitorar movimento de estoque
- Analisar e simular situações financeiras
- Gerenciamento de inventario
- Planejar a produção
- Planejar as finanças
- Planejar o quadro de pessoal
- Controle de processo

Algumas técnicas baseadas em séries temporais serão apresentadas a seguir: média móvel simples, média móvel ponderada e suavização exponencial.

3.3.1 Média Móvel Simples

Segundo DAVIS (1999,pag 216) Média Móvel é a média de um dado número de períodos que é atualizada, substituindo os dados do período anterior pelos dados de período mais recente.

Se a demanda de um produto não cresce, e tão pouco descresse rapidamente se também não apresenta nenhuma característica sazonal, uma média móvel simples, pode ser útil na identificação de uma tendência dentro da flutuação de dados.

Por exemplo se quisermos prever as vendas de Junho considerando uma média dos cinco meses, podemos considerar a média dos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio. Após o mês de junho, a previsão para Julho seria a média de fevereiro, março, abril, maio e junho.

Supondo que se deseje prever a demanda semanal utilizando uma média móvel considerando tanto um período de três semanas como nove semanas, como exemplificado na tabela 3.6 .

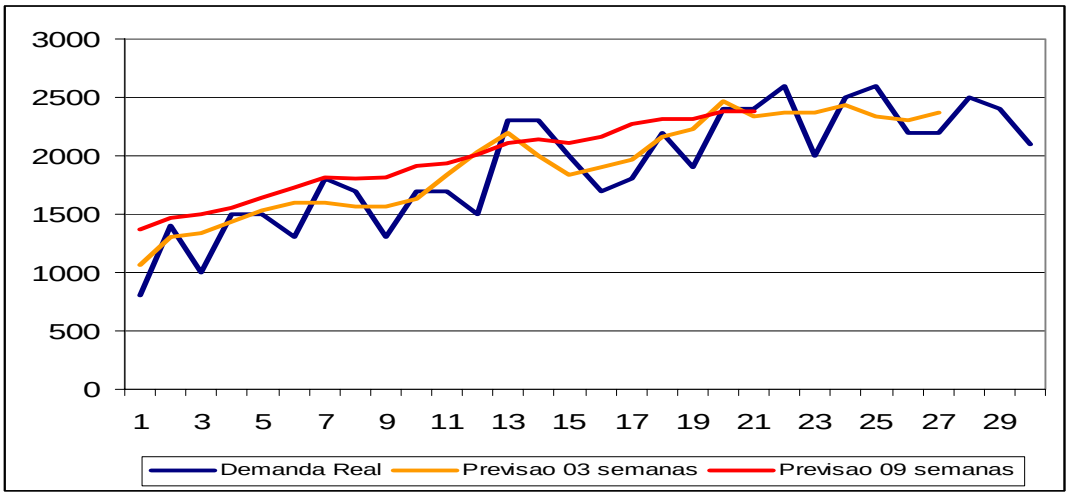
Estas previsões são calculadas da seguinte maneira:

Tabela– 3.6 Previsão da demanda baseada na média móvel simples considerando períodos de três e nove semanas.

semana	Demanda	Previsão (3 semanas)	Previsão (9 semanas)	semana	Demanda	Previsão (3 semanas)	Previsão (9 semanas)
1	800			16	1700	2200	1811
2	1400			17	1800	2000	1800
3	1000			18	2200	1833	1811
4	1500	1067		19	1900	1900	1911
5	1500	1300		20	2400	1967	1933
6	1300	1333		21	2400	2167	2011
7	1800	1433		22	2600	2233	2111
8	1700	1533		23	2000	2467	2144
9	1300	1600		24	2500	2333	2111
10	1700	1600	1367	25	2600	2367	2167
11	1700	1567	1467	26	2200	2367	2267
12	1500	1567	1500	27	2200	2433	2311
13	2300	1633	1556	28	2500	2333	2311
14	2300	1833	1644	29	2400	2300	2378
15	2000	2033	1733	30	2100	2367	2378

Fonte: adaptado de DAVIS (2001).

Figura– 3.10 Gráfico de comparação entre a média móvel simples, considerando períodos de três e de nove semanas e a demanda real



Fonte: adaptado de DAVIS (2001).

Como visto no caso acima, na prática é importante determinar o número apropriado de períodos para incluir na média móvel,entretanto, existem diversos efeitos conflitantes que precisam ser levados em consideração na hora de determinar o número correto de períodos Ao ser analisada a figura 3.10 acima pode-se notar que quanto maior for o número de períodos incluídos na média,mais os elementos aleatórios serão “suavizados” o que pode ser desejável em alguns casos. No entanto, se existe uma tendência de dados, tanto crescente como decrescente a média móvel resultante tem o efeito adverso de retardar-se constantemente em relação a tendência. Embora um menor número de períodos considerados na média móvel produza uma maior oscilação, a previsão resultante irá seguir mais proximamente à tendência existente. Reciprocamente, a inclusão de mais períodos na média móvel resultará em uma previsão mais suave, mas ao mesmo tempo irá retardar-se à tendência consideravelmente. Foi também observado que o crescimento do nível de tendência diminui por volta da 23ª semana. A média móvel de três semanas responde melhor a esta mudança do que a de nove semanas, apesar de, no geral, a média com nove semanas ser mais suave.

3.3.2 Média Móvel Ponderada

Para DAVIS (1999, pág. 218), média móvel ponderada é média móvel simples na qual pesos são atribuídos para cada período pertencente à medida. A soma de todos os pesos deve ser igual a um.

Considerando que a média móvel simples atribui peso igual para cada componente da série de dados, uma média móvel ponderada permite a cada elemento ser ponderado por um fato , no qual a soma de todos os pesos é igual a um. A obtenção da média pode ser feita pela equação:

$$^{F}t = \frac{Wt\text{-}1\ ^{A}t\text{-}1 + ^{W}t\text{-}2\ ^{A}t\text{-}2 \ldots\ldots + ^{W}t\text{-}n\ ^{A}t\text{-}n}{n}$$

Onde :

^{F}t= Vendas previstas no período

^{A}t-1 = Vendas reais no período

^{W}t-1 = Peso atribuído ao período

n= Número de períodos relacionados na média.

Exemplo: Uma loja de departamentos considera que em um período de quatro meses, a melhor previsão é obtida considerando-se 40% das vendas reais (em unidades) para o mês mais recente ,30% para o segundo mês anterior,20% para o terceiro mês anterior e 10% para o quarto mês anterior,as vendas reais por unidade são:

Mês 1	Mes2	Mês 3	Mês 4	Mês5
100	90	105	95	?

A previsão para o quinto mês, portanto seria:

F5= 0,40(95)+0,30(105)+0,20(90)+0,10(100)

=38+31,5+18+10

=97,5 unidades

No caso em que as vendas do quinto mês se situem, na realidade, em torno de 110 unidades; então ,a previsão para o sexto mês seria :

F6= 0,40(110)+0,30(95)+0,20(105)+0,10(90)

=44+28,5+21+9

=102,5 unidades

A média móvel ponderada tem uma grande vantagem sobre a média móvel simples em ser capaz de variar os efeitos entre os dados antigos e os mais recentes. Com os *softwares* de previsão que estão atualmente disponíveis no mercado, existe pouca diferença computacional entre utilizar a média móvel ponderada e a média móvel simples. Ambas podem ser obtidas de forma muito rápida.

3.3.3 Suavização Exponencial

Técnica de previsão comum ,a qual da os mesmos resultados de uma média móvel ,mas sem a necessidade de reter tantos dados e com os cálculos mais fáceis. Não é necessário armazenar meses de histórico para obter um a média móvel porque a previsão calculada anteriormente já o levou em conta. Portanto, a previsão pode ser baseada na previsão calculada anteriormente e nos novos dados.

A suavização exponencial fornece um método rotineiro para atualização regular de previsões de itens. Funciona muito bem quando se esta lidando com itens estáveis. Em geral, tem sido considerado satisfatório em previsões de curto prazo.

- Média ponderada Exponencial

Nos métodos anteriores de previsão de demanda apresentados (média móvel simples e ponderada) o principal problema foi a necessidade de fornecer continuamente uma grande quantidade de dados históricos. Como dados novos são adicionados nestes métodos, os dados antigos são perdidos e uma nova previsão é calculada.

Em muitas aplicações, talvez na maioria, dados mais recentes tendem a ser mais indicativos do futuro do que aqueles mais antigos. Se esta premissa é valida - que a importância dos dados diminui com o passar do tempo então,a média ponderada exponencial poder ser o método mais lógico e fácil a ser utilizado.

A razão pela qual ele é chamado de “média ponderada exponencial” é porque cada incremento do passado é diminuído por (1-α).

O peso dado a ultima demanda real chama-se constante de suavização e é representado pela letra grega alfa α .Esta constante expressa-se como um valor decimal que varia de 0 a 1,0.

Em geral , a fórmula para o cálculo da nova previsão é;

Nova previsão = (α)(ultima demanda)+(1-(α)(previsão anterior)

Por exemplo se a demanda para maio era de 220 e a demanda real para o mesmo mês foi de 190 qual seria a previsão para Junho, com α = 0,15 ?

Solução:

Previsão para junho = (0,15)(190)+(1-0,15)(220)= 215,5

Previsão para julho = (0,15)(218)+(0,85)(215,5)= 215,9

A média ponderada exponencial é a técnica mais utilizada de todas. É praticamente uma parte integrante de todos os programas de previsão de demanda computadorizada, sendo amplamente utilizada para pedidos de inventários nas empresas de varejo, nas companhias atacadistas e em outras operações de serviços.

A média ponderada exponencial realiza praticamente tudo o que possa ser feito com previsão de média móvel, mas requer significativamente menos dados.

Se a demanda real tende a ser relativamente estável ao longo do tempo, podemos escolher um valor relativamente pequeno para α a fim de diminuir os efeitos de curto prazo ou de flutuações aleatórias, o que é semelhante a ter uma média móvel que envolve um grande número de períodos. Se a demanda real tende a flutuar rapidamente, escolheríamos valor relativamente alto para ά,

para demonstrar estas mudanças. Isto é semelhante a utilizar a média móvel com um pequeno número de períodos.

As principais razões para que as técnicas da média ponderada exponencial tenham se tornado tão bem aceitas são:

Os modelos exponenciais são mais precisos.

1. Formular um modelo exponencial é relativamente fácil.
2. O usuário pode rapidamente entender como o modelo trabalha.
3. Precisa-se de muito pouco entendimento computacional para utilizar o modelo.
4. As exigências de armazenamento computacional necessárias são pequenas, devido à utilização limitada de dados históricos.
5. Os testes para apurar a exatidão do modelo são mais simples de computar.

No método da média móvel ponderada exponencial, apenas três grupos de dados são necessários para prever o futuro: as previsões mais recentes, a demanda real que ocorreu para este tipo de previsão e a constante alpha (α) de ajuste. Esta constante de ajuste determina o nível de ajuste a velocidade de reação, para diferenciar entre previsões e as ocorrências reais. O valor para esta constante é arbitrário e é determinado tanto pela natureza do produto como pelo bom senso do gerente ,sobre o que constitui um boa taxa de resposta. De qualquer maneira as técnicas de medição de erros, tal como DAM (desvio médio absoluto) podem ser usadas para avaliar os diferentes valores para ά até que este valor seja encontrado, diminuindo o erro histórico. Por exemplo, se a empresa produz um item-padrão com demanda relativamente estável, a taxa de reação para diferenciar entre a demanda real e a prevista tenderá a ser pequena, talvez somente de alguns pontos percentuais. Contudo, se a empresa estiver crescendo, seria desejável ter uma taxa mais alta de reação, dando mais importância a experiências de crescimento recentes. Quanto mais rápido for o crescimento, tanto maior deve ser a taxa de reação. Algumas vezes, os usuários da média móvel simples mudam para média móvel

ponderada exponencial, mas gostam de realizar as previsões a maneira da média móvel simples. Neste caso, ά é aproximado por 2÷(n+1),onde n foi o número de períodos utilizados na média móvel.

A equação para a previsão por média ponderada exponencial é:

$Ft = (1- ά)\ Ft_{-1} + ά At_{-1}$

Ou rescrita como:

$Ft = Ft_{-1} + ά(A_{t-1} - F_{t-1})$

Onde Ft = Previsão exponencialmente ajustada para o período t

Ft_{-1}= Previsão exponencialmente ajustada para o período anterior

At_{-1}=Demanda real do período anterior

ά = Taxa de resposta desejada, ou constante de ajuste

Esta equação determina que a nova previsão antiga mais uma fração referente ao erro (diferença entre a previsão e o que realmente ocorreu, alguns autores preferem chamar a média ajustada de Ft).

Quando a média ponderada exponencial é introduzida pela primeira vez a previsão inicial ou o ponto de partida pode ser obtido pela utilização de uma estimativa simples ou por uma média dos períodos anteriores. Se os dados históricos de previsão não estão disponíveis, então a previsão para o período anterior (isto é, o mês anterior) é considerada igual à demanda para aquele período.

Por exemplo, para demonstrar o método de média ponderada exponencial consideremos que a demanda a longo prazo para o produto em estudo é relativamente estável e a constante de ajuste (α) igual a 0,05 é considerada apropriada. Se o método de média ponderada exponencial foi utilizado como uma política contínua, uma previsão teria que ter sido feita para o mês anterior. Consideremos que a previsão para o mês anterior (F_{t-1}) foi de 1050 unidades e que 1000 unidades foi a demanda real, em vez de 1050 unidades.

Solução:

A previsão para este mês seria então, calculada da seguinte maneira:

$Ft = Ft_{-1} + \acute{a}\ (A\ t_{-1}) - Ft_{-1}$

= 1050 + 0,05(1.000-1050)

=1050+0,05 (- 50)

= 1047,5 unidades

Devido ao coeficiente de ajuste ser relativamente pequeno, a reação da nova previsão para um erro de 50 unidades é decrescida da previsão do próximo mês por somente 2,5 unidades.

- Efeitos Tendenciosos na Média Ponderada Exponencial

Conforme exposto anteriormente, uma tendência ascendente ou descendente na coleta de dados sobre uma seqüência de períodos causa a previsão exponencial a sempre retardar-se (isto e, estar acima ou abaixo) à ocorrência real. A previsão de demanda por média ponderada exponencial pode ser corrigida um pouco pela inclusão de um ajuste da tendência. Para corrigir a tendência, precisamos de duas constantes e ajuste. Em adição à constante de ajuste α ,a equação de tendência requer também uma constante delta de analise de tendência (δ) Como alpha, delta é limitada entre os valores de 0 e 1. A constante delta reduz o impacto do erro que ocorre entre a demanda real e a previsão.

Se ambas alfa e delta, não fossem incluídas, a tendência seria excessivamente afetada pelos erros.

Para iniciar a equação de tendência, o valor de tendência deve ser informado manualmente. Este primeiro valor pode ser uma suposição ou um cálculo, baseado observação dos dados anteriores.

Erros nestes processos podem ter várias origens, sendo uma das mais comuns a projeção de tendências passadas para o futuro quando usado em análise de regressões, nem sempre o intervalo de confiança pode ter sido adequadamente projetado, como o intervalo de confiança determinado por dados do passado nem sempre pode representar o futuro .

Os erros podem ser classificados como aleatórios ou como sistemáticos. São chamados **erros sistemáticos** quando acontece um equivoco constante,

por exemplo a previsão de demanda é sempre muito alta. Algumas causas destes erros podem ser: (a) falha na inclusão de valores corretos;(b) utilização de relacionamentos errados entre as variações ;(c) emprego da linha de tendência errada;(d) localização da demanda sazonal em pontos diferentes de onde ele normalmente ocorre e (e) existência de algumas tendências seculares indeterminadas. Os **erros aleatórios** são simplesmente definidos como aqueles que não podem ser explicados, referenciados como um “ruído” no modelo.

3.4 Método Box & Jenkins

A metodologia Box & Jenkins foi proposta em 1970 e se trata do mais importante trabalho na área de previsão de séries temporais. Foi esse estudo o responsável pelo grande desenvolvimento e a correspondente formalização da área de estudo de Séries Temporais. O trabalho dos pesquisadores Box e Jenkins foi baseado no importante resultado de WOLD (1938): “qualquer série temporal pode ser representada por uma estrutura de médias móveis infinita” ou melhor “qualquer processo estocástico estacionário Y t pode ser representado como a soma de dois processos mutuamente interrelacionados, Y t = D t + A t , onde D t é linearmente determinístico (sistemático) e A t é um processo Médias Móveis infinito . A parte determinística pode ser uma função exata do tempo, como por exemplo D t = Acos (_t) que descreve uma oscilação senoidal ao longo do tempo. O caso mais simples para D t é quando se tem D t = μ. Box e Jenkins em 1970 propuseram uma classe geral de modelos lineares conhecida como ARIMA (autoregressive integrated moving average) para a série temporal {Z t , t = 1,2,3,....,n}. Após Box e Jenkins, ou seja, após 1970 surgiram outras técnicas dentre as quais o filtro adaptativo, o método Forsys, o método ARARMA, combinações de métodos de previsões dentre outras. TSENG ; TZENG ; YU & YUAN (2001) comentam que os modelos Box & Jenkins tiveram frutíferas aplicações em previsões sociais, econômicas, engenharia, comércio internacional e problemas de estoque. Afirmam que a grande vantagem destes modelos está na previsão para períodos curtos, e que sua limitação é que necessitam no mínimo 50 observações e preferencialmente 100 ou mais para serem usados. Referências similares às citadas

anteriormente são facilmente encontradas em artigos, livros e outras publicações, tais como dissertações de mestrado e teses de doutorado. Tais referências apontam para o melhor tipo de modelo, de acordo com uma situação específica. É preciso compreender que o grau de acuidade, horizonte de previsão desejado e a disposição (ou não) de se trabalhar com um maior rigor matemático influenciarão diretamente na escolha do ``melhor'' modelo.

3.5 Rastreamento da Previsão

Segundo ARNOLD (1999), as previsões geralmente são erradas. Se houvesse uma maneira para determinar a qualidade da previsão, seus métodos poderiam ser aperfeiçoados e seria possível fazer estimativas melhores sobre os fatores de erro. O rastreamento da previsão é o processo que compara a demanda real com a previsão, tendo como resultado o Erro da Previsão que a própria diferença entre a demanda real e a prevista podendo ocorrer por duas

Considerando os dados da tabela 3.7 a demanda real varia em relação a previsão e no período de seis meses a demanda acumulada esperada em 120 unidades.

O viés existe quando a demanda acumulada real varia em relação à previsão acumulada. Isso significa que a demanda média prevista estava errada. No exemplo da tabela 3.7 demanda média prevista foi de 100 unidades, mas a demanda real foi de 720/6=120 unidades.

Mês	**Prevista**		**Real**	
	Mensal	Acumulada	Mensal	Acumulada
1	100	100	110	110
2	100	200	125	235
3	100	300	120	355
4	100	400	125	480

5	100	500	130	610
6	100	600	110	720
total	**600**	**600**	**720**	**720**

Tabela 3.7 - Vendas previstas x Vendas reais com viés

Fonte: Adaptado de ARNOLD (1999).

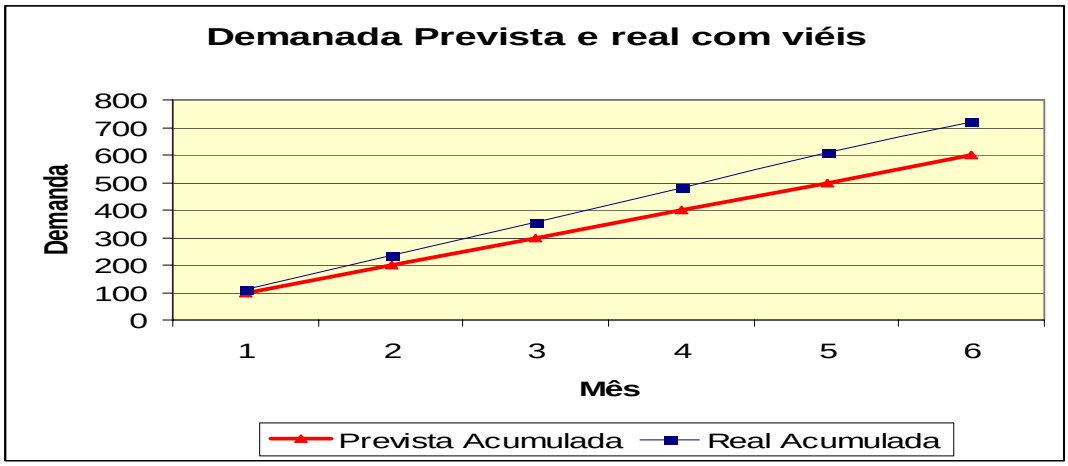


Figura 3.11 - Gráfico Demanda prevista e real com viés

Fonte : Adaptado de Arnold (1999).

O viés é um erro sistemático em que a demanda real se mostra consistentemente acima ou abaixo da demanda prevista. Quando ela existe ,a previsão deve ser alterada .

O rastreamento da previsão deve possibilitar uma reação ao erro da previsão seja por um replanejamento seja pela diminuição do erro.

Quando observado um erro ou viés inaceitávelmente grande, suas causas devem ser investigadas.

Variação aleatória – corresponde ao caso que em um dado período ,a demanda real varia em torno da demanda média. A variabilidade dependerá do padrão de demanda do produto. Alguns produtos têm uma demanda estável e a variação não é grande. Outros produtos têm uma demanda instável e sua variação é grande.

Desvio Médio Absoluto (DAM)

O erro da previsão deve ser mensurado antes de poder ser utilizado para revisar a previsão, ou para auxiliar no planejamento. Há várias maneiras de mensurar o erro, mas uma freqüentemente utilizada é o desvio absoluto médio (DAM).

Considerou-se os dados de variabilidade na tabela 3.8. Embora o erro total (variação) seja igual a zero, ainda assim há uma variação considerável de um mês para outro. O erro total seria inútil para mensurar a variação. Uma maneira de mensurar a variabilidade é calcular o erro total ignorando os sinais de mais ou menos, e então tomar a média. Isso se chama desvio absoluto médio.

- Médio implica em média
- Absoluto significa sem referência aos sinais de mais e menos
- Desvio refere-se ao erro

$$\text{DAM} = \frac{\text{soma dos desvios absolutos}}{\text{número de observações}}$$

Mês	Prevista	Real	Variação (erro)
1	**100**	**105**	**5**
2	**100**	**94**	**-6**
3	**100**	**98**	**-2**
4	**100**	**104**	**4**
5	**100**	**103**	**3**
6	**100**	**96**	**-4**
TOTAL	**600**	**600**	**0**

Tabela 3.8 – Variação entre a venda prevista e a real

Fonte: Adaptado de ARNOLD (1999).

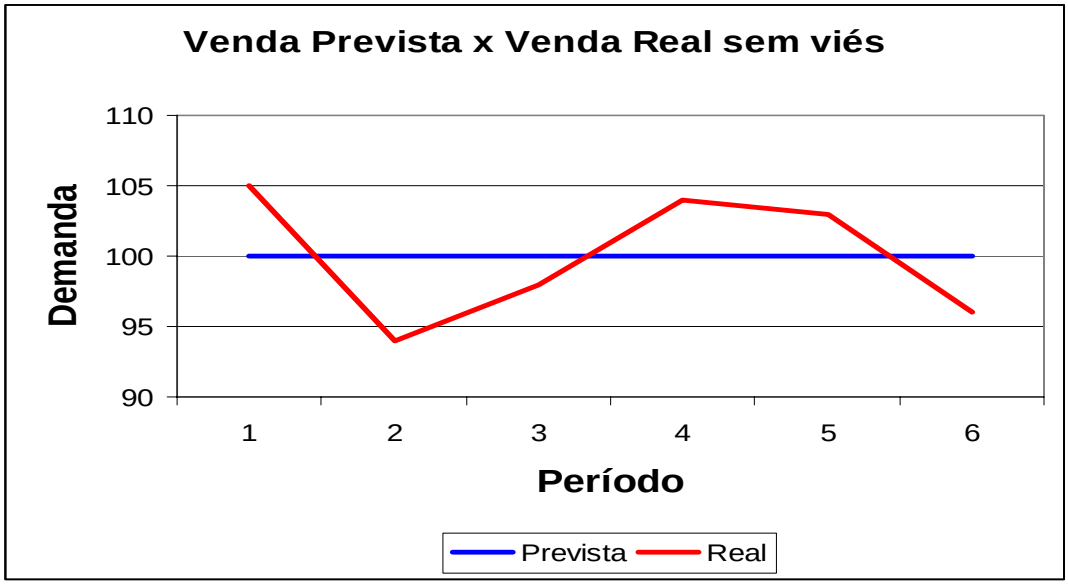


Figura 3.12 – Gráfico de Vendas Prevista e Real sem viés
Fonte: Adaptado de ARNOLD (1999).

O DAM mensura a diferença (erro) entre a demanda real e a prevista. Em geral a demanda real se aproxima da prevista e o numero de vezes em que isso acontece (freqüência) produz uma curva em forma de sino, chamada distribuição normal.

Há duas características importantes das curvas normais: a tendência central, ou média e a dispersão da distribuição.

Quanto maior a dispersão, maior o desvio-padrão. O DAM é uma aproximação do desvio-padrão .

O DAM tem varias utilizações. Algumas das mais importantes estão abaixo relacionadas:

O viés existe quando a demanda acumulada real varia em relação à prevista, o problema é descobrir se a diferença se deve a uma variação aleatória ou a um viés. Se a diferença se deve a variação aleatória o erro corrigirá a si o próprio e nada deve ser feito para ajustar a previsão. Entretanto, se o erro se deve a um viés a previsão deve ser corrigida. Utilizando-se o DAM pode-se ter uma idéia sobre a aceitabilidade do erro.

Em circunstâncias normais, a demanda real por período deve estar dentro do intervalo $\pm$ 3 desvios absolutos médios da média cerca de 98% da

vezes. Se a demanda real por período varia em relação à previsão mais de 3 DAM, pode-se se ter quase 98% de certeza de que a previsão de demanda esta correta.

Um sinal de rastreamento pode ser utilizado parta monitorar a qualidade da previsão. Ha vários procedimentos utilizados, mas uma dos mais simples se baseia em uma comparação da soma acumulada dos erros de previsão com o DAM. Segue-se a equação:

$$\text{Sinal de rastreamento} = \frac{\text{Soma dos erros de previsão}}{\text{DAM}}$$

As previsões devem ser rastreadas e deve-se criar uma mensuração da aceitabilidade do erro.

Quando a demanda real excede a aceitabilidade do erro,dever-se fazer uma investigação para descobrir a causa do erro.

Se não houver causa aparente de erro,o método de previsão dever ser revisto, afim de que se encontre um mais adequado.

Desvio Padrão (Sigma)

O Desvio Padrão é um valor estatístico que mensura a proximidade dos valores individuais em torno da média. É representado pela letra grega sigma (σ) O desvio padrão é calculado da seguinte maneira:

1. Calcula-se o desvio para cada tipo de período ,subtraindo a demanda real da demanda prevista.
2. Eleva-se cada desvio ao quadrado.
3. Somam-se os quadrados dos desvios
4. Divide-se o valor resultante do passo 3 pelo número de períodos, para determinar a média dos quadrados dos desvios.
5. Calcula-se a raiz quadrada do valor resultante do passo 4. O resultado do cálculo será desvio padrão.

É importante observar que os desvios na demanda são para os mesmos intervalos de tempo que os *lead time*. Se o *lead time* é de uma semana, a variação na demanda em um período de uma semana é necessária para a determinação do estoque de segurança.

Uma das vantagens de se utilizar a desvio padrão é que, além de servir de indicador de acuracidade do método de previsão que está sendo utilizado, pode ser utilizado para determinação do estoque de segurança.

Quando for determinado o desvio padrão, para efeito de verificar a acuracidade de um método de previsão de demanda, este deve ser calculado baseado nas diferenças entre demanda e previsão.

Para TUBINO (2000)

> "Uma característica do desvio padrão, quando os erros de previsão se distribuem de forma aleatória, é que o valor do DAM é igual ao desvio padrão dividido por 1,25"

Período	**Demanda Prevista**	**Demanda realizada**	**Desvio**	**Desvio ao quadrado**
1	1.000	1.200	200	40.000
2	1.000	1.000	0	0
3	1.000	800	-200	40.000
4	1.000	900	-100	10.000
5	1.000	1.400	400	160.000
6	1.000	1.100	100	10.000
7	1.000	1.100	100	10.000
8	1.000	700	-300	90.000
9	1.000	1.000	0	0

10	1.000	800	-200	40.000
Total	**10.000**	**10.000**	**0**	**400.000**

Tabela 3.9 – Tabela de Demanda Prevista e Realizada
Fonte: Adaptado de ARNOLD (1998).

Média dos quadrado dos desvios = 400.000/10= 40.000

Sigma= $\sqrt{40.000}$ =200 unidades

Com base nas estatísticas pode-se dizer que:

A demanda real estará entre $\pm$ 1 sigma da média prevista de aproximadamente 68% do tempo.

A demanda real estará entre $\pm$ 2 sigma da média prevista de aproximadamente 90% do tempo.

A demanda real estará entre $\pm$ 3 sigma da média prevista de aproximadamente 99,88% do tempo.

Desvio Acumulado

Quando ocorre um desvio da previsão de demanda em relação à demanda real sistematicamente para cima (ou para baixo), este desvio é chamado de viés (ARNOLD, 1999).

Uma forma de monitorar a variação por viés é comparar os valores das previsões acumuladas para certa quantidade de períodos com a demanda real. O objetivo é que a diferença entre estes valores acumulados seja nula.

Outra forma de monitoramento é calcular período a período o desvio e ir acumulando (somando) estes valores. O ideal é que seja o mais próximo possível de zero.

Quando se está comparando métodos de previsão, aquele que possuir o menor valor do desvio acumulado é o que possui o menor erro por viés.

De forma análoga, na comparação dos valores acumulados das previsões com os valores acumulados das demandas reais, aquele que possuir

uma menor diferença em relação a demanda acumulada, possui o menor erro por viés.

É recomendado que não sejam considerados valores muito antigos, pois erros muito antigos podem evitar a revelação de um desvio excessivo recente. O ideal é que valores antigos sejam descartados a medida que novos valores são introduzidos. Uma quantidade de 6 a 12 períodos, normalmente, é adequada. Cabe ao planejador avaliar e definir a quantidade ideal para seu processo de avaliação da previsão.

Na Tabela 3.10 - como exemplo, pode-se observar que se tem um desvio sistemático para cima e após 06 meses a diferença acumulada foi de 120 acima do acumulado previsto e acima de 4*DAM = 80. Isto pode significar atrasos na entrega de pedidos, cancelamento de pedidos e perda de clientes.

Mês	Prevista		Real	
	Mensal	Acumulada	Mensal	Acumulada
1	100	100	110	110
2	100	200	125	235
3	100	300	120	355
4	100	400	125	480
5	100	500	130	610
6	100	600	110	720
Total	600	600	720	720

Tabela 3.10 - Demanda prevista e realizada, acumuladas
Fonte: ARNOLD (1999)

Imediatamente a ultrapassagem do valor de 4 DAM o problema deve ser identificado e o método deve ser revisto (TUBINO, 2000).

Comparados os desvio médio absoluto e o desvio padrão mostram as mesmas funções. São usados para verificar acuracidade da previsão de demanda e desvio em relação a demanda. Eles são utilizados para verificar a acuracidade da previsão da demanda – desvio da previsão em relação à demanda.

O desvio acumulado vem complementar as funções do desvio médio absoluto ou desvio padrão. Ele verifica se a previsão se apresenta seguidas vezes para baixo (ou para cima) em relação à demanda real. É mais adequado para o monitoramento dos métodos de previsão do que para uma determinação

inicial, antes da sistemática implantada. Pois, a sua função é alertar para a tomada de ações quando os desvios são por viés.

3. 5.1 Análise de Regressão Linear

A análise de regressão linear é utilizada para definir um relacionamento funcional entre duas ou mais variáveis correlacionadas. No caso a variável independente é usada para predizer o outro (variável dependente). Segundo DAVIS (1999, pág. 228), a equação para obtenção da regressão linear simples inclui somente uma variável independente e tem a seguinte forma:

$$Y = a+bx$$

Onde Y= Variável dependente que estamos resolvendo

a= Interseção no eixo Y

b= Inclinação

X= Variável independente (na análise de séries temporais, X representa a unidade de tempo)

A utilização deste método é mais indicada para previsões de longo prazo na maioria das ocorrências e para planejamento agregado. Por exemplo para cálculo de previsão de demanda de famílias de produtos. A principal restrição é considerar que os dados do passado e as projeções futuras devem se situar próximos a uma linha reta. Embora isso se limite a sua aplicação ,algumas vezes se utilizarmos um período pequeno de tempo, a análise de regressão linear ainda pode ser usada, sendo usada tanto para séries temporais como para previsão de relacionamentos causais. Quando a variável dependente (normalmente representada pelo eixo vertical do gráfico) muda o resultado do tempo (que é graficamente representado no eixo horizontal), ela se refere à análise de séries temporais. Se a variável dependente se alterar devido a mudanças ocorridas na variável independente, então trata-se de um relacionamento causal (como o número de mortes de câncer no pulmão, que aumenta com o número de pessoas que fumam).

Os modelos de regressão linear podem ser aplicados à análise dos dados de séries temporais substituindo-se a variável independente x z pelo tempo (t = 1, 2, 3, ...) e usando-se os correspondentes valores da série temporal como variável dependente y. O fundamento lógico é que se supõe que o sistema causal que influencia a série temporal seja uma função do tempo (varie sistematicamente com o tempo). A tendência pode ser linear ou curvilínea.

- Rescrevendo as equações de regressão linear, foi substituída a escala (x) da variável independente por uma escala de tempo (t), onde foi obtida a seguinte equação:

  Yt = a + bt

  onde:

  Yt = valor previsto da série temporal

  a = valor de Yt quando t = 0

b = coeficiente angular da reta

t = número de períodos de tempo

sendo:

$$b = \frac{n\sum tY - \sum t \sum Y}{n\sum t^2 - \left(\sum t\right)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b\sum t}{n}$$

$$onde\, n = \text{número de observações}$$

Exemplo :

Dados:

Ano	Ton.	Período t	Dados Y	ty	t^2	Y = 9,52 + 0,52t
1954	10	1	10	10	1	10,04
1955	11	2	11	22	4	10,56

1956	9	3	9	27	9	11,08
1957	11	4	11	44	16	11,6
1958	12	5	12	60	25	12,12
1959	15	6	15	90	36	12,64
1960	13	7	13	91	49	13,16
1961	17	8	17	136	64	13,68
1962	16	9	16	144	81	14,2
1963	13	10	13	130	100	14,72
1964	14	11	14	154	121	15,24
1965	10	12	10	120	144	15,76
1966	18	13	18	234	169	16,28
1967	16	14	16	224	196	16,8
1968	20	15	20	300	225	17,32
1969	22	16	22	352	256	17,84
1970	14	17	14	238	289	18,36
1971	21	18	21	378	324	18,88
1972	17	19	17	323	361	19,4
1973	21	20	21	420	400	19,92
		210	**300**	**3497**	**2870**	
		0,52				
		9,52				

Tabela 3.11 - Demanda anual

Onde:

$$b = \frac{n\sum tY - \sum t\sum Y}{n\sum t^2 - \left(\sum t\right)^2} = \frac{20\,(3497) - 210(300)}{20(2870) - (210)^2} = 0{,}52$$

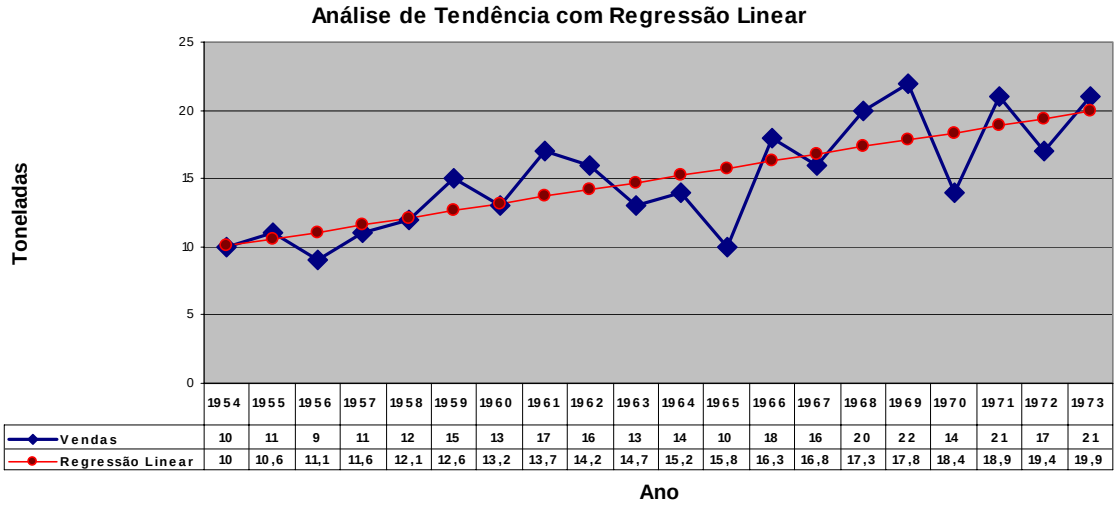
$$a = \frac{\sum Y - b\sum t}{n} = \frac{300 - 0{,}52(210)}{20} = 9{,}52$$

$$Y = 9{,}52 + 0{,}52\,t$$

Foi observado que os anos estão “codificados”, isto é, 1954, 1955, 1956, etc., foram substituídos por 1, 2, 3 e etc. Isso simplifica os cálculos e resulta num valor para a em t = 0.

Assim, a componente linear desses dados é representado pela equação Y = 9,52 + 0,52t. A reta pode ser grafada identificando-se dois quaisquer de seus pontos.

Logo para t = 0(1953), Y = a = 9,52 e para t = 10 (1963), 10 (1963), Y = 9,52 + 0,52(10) = 14,72



	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Vendas	10	11	9	11	12	15	13	17	16	13	14	10	18	16	20	22	14	21	17	21
Regressão Linear	10	10,6	11,1	11,6	12,1	12,6	13,2	13,7	14,2	14,7	15,2	15,8	16,3	16,8	17,3	17,8	18,4	18,9	19,4	19,9

Figura 3.14 - Gráfico de Regressão Linear

Fonte: adaptado de Derek (1998),

3.6 Redes Neurais

> **“**Técnica de previsão de demanda que simula o aprendizado humano, desenvolvendo relacionamentos complexos entre entradas e saídas de um modelo”. (DAVIS,1999, pág. 235)

As redes neurais representam um área relativamente nova e crescente de previsão. Diferentemente das técnicas de previsão estatística mais comuns,como a análise de séries temporais e análise de regressão, as redes neurais simulam o aprendizado humano. Desta forma, com o passar do tempo e com o uso repetido,as redes neurais podem desenvolver um entendimento dos relacionamentos complexos que existem entre as entradas e as saídas de um modelo de previsão.

As Redes Neurais Artificiais (RNA’s) funcionam conceitualmente de forma similar ao cérebro humano, tentando reconhecer regularidades e padrões de dados. São capazes de aprender com a experiência e proceder à generalização baseadas no conhecimento prévio sobre o fenômeno ou processo em estudo. As RNA’s encontraram aplicações em muitas áreas diferentes, sendo aqui referenciada aplicação na área do cálculo da previsão de demanda.

Algumas características importantes presentes nas RNA’s são:

- capacidade de processamento paralelo;
- representação distribuída de conhecimento;
- tolerância à falhas;
- possibilidade de incorporar redundâncias;
- grande capacidade de adaptação;
- flexibilidade no atendimento a critérios de generalização;
- possibilidade, de incorporação de poderosas ferramentas algébricas facilitando a análise e interpretação dos resultados.

A eficácia das ferramentas de engenhara, baseadas nos conceitos e algoritmos mais avançados de redes neurais artificiais, se manifesta na forma de dois aspectos básicos: redução drástica da participação do usuário

(geralmente não especializado) em seu desenvolvimento e capacidade de tratamento a problemas de elevada complexidade.

Por exemplo em uma operação de serviço, estas entradas devem incluir fatores tal como histórico de vendas, condições meteorológicas, horário, horário do dia, dia da semana e o mês. As saídas seriam o número de clientes esperados em um determinado dia e em determinado período. Além disso, redes neurais realizam cálculos muito mais rapidamente do que as técnicas de previsão tradicionais.

DAVIS (1999, pág. 235), menciona a divisão das redes neurais em duas categorias gerais: as supervisionadas e as não-supervisionadas. Nos modelos não supervisionados, o software pesquisa e identifica padrões existentes em um conjunto de dados. Já os supervisionados, utilizam dados históricos para treinar a rede.

A combinação de modelos pode ser uma forma de obter-se previsões melhores ou como alternativa para melhorar os resultados de um modelo em específico. A habilidade de aprendizado das redes neurais, a partir dos dados, dotou-as com uma propriedade poderosa. Esta habilidade de aprendizado, a partir dos exemplos, tornou as redes neurais ferramentas inestimáveis em aplicações como: modelagem, análise de séries temporais, reconhecimento de padrões, processamento e controle de sinais.

3.7 A aplicação da Previsão em Operações de Serviços

Os gerentes de serviços reconhecem a importante contribuição que a previsão de demanda pode realizar na melhoria tanto da eficiência quanto o nível dos serviços nas operações de serviços. Equipamentos de Ponto de Venda (PDV) podem agora, prover o gerente de serviço com dados de vendas históricas, em enceramentos de tempo tão reduzidos como 15 minutos. A disponibilidade deste dados permite previsões de vendas futuras em semelhantes incrementos de tempo e assim propiciar ao gerente de serviços escalar seus funcionários com maior eficiência. Segundo Davis e Berger, adicionalmente a previsão de vendas, tais modelos podem ainda prever a utilização de produtos com a redução de refugo dos itens perecíveis.

A previsão de demanda ainda é uma parte integrante da gestão do rendimento (também conhecido como gerenciamento de receita). Em resumo ,a gestão do rendimento tenta maximizar o rendimento das operações e serviços que apresentam alto custo fixo e baixo custo variável. Exemplo destes serviços incluem linhas aéreas, agências de aluguel de carros e hotéis. A principal meta da gestão do rendimento é maximizar a utilização da capacidade, mesmo que isto signifique grandes descontos de preços quando necessário, para utilizar a capacidade disponível. Ao mesmo tempo o gerente não quer perder um cliente que paga o preço “inteiro” porque toda a capacidade foi vendida a um cliente com desconto. O alcance do sucesso esta em prever as demandas para os diferentes segmentos de mercado.

3.8 Programas de computadores para previsão

Segundo DAVIS (1999,pág.235) existem muitos *softwares* especializados na previsão de demanda, e muitos aplicativos podem rodar em PC’s . São referenciadas planilhas eletrônicas (Excel; Lotus 1-2-3)) para criar uma previsão de demanda. Uma enorme quantidade de informações a respeito de previsão de demanda está disponível também na Internet. Isto inclui periódicos /revistas de diferentes programas de previsão de demanda. George Stewart, um ex-diretor da Revista Byte revisou vários destes programas. Alguns dos programas que foram revisados por ele incluem Forescast Pro for Windows, Smart Forecast, Solo Statísitical Software e Autocast II. Considerando que essa é uma área de mudanças rápidas, os programas aqui citados são somente referências do autor, não tendo sido executadas verificações práticas de suas aplicações.

3.9 Conclusões

Os principais métodos apresentados neste capitulo são abaixo destacados em forma sumarizada buscando possibilitar a seleção algumas técnicas e justificar sua seleção.

Os métodos qualitativos são aqueles que usam o julgamento, a intuição, as pesquisas ou as técnicas comparativas para produzir estimativas quantitativas a respeito do futuro. A informação relacionada aos fatores que

afetam a previsão é tipicamente não-quantitativa, suave e subjetiva. Os dados históricos podem não estar disponíveis ou podem ser pouco relevantes para a previsão. A natureza não cientifica dos métodos torna-os difíceis de padronizar e validar em termos de acuracidade. Entretanto esses métodos podem ser tudo que esta disponível ao tentar prever o sucesso de produtos novos, as mudanças na política do governo ou o impacto de uma nova tecnologia. São métodos prováveis de escolha de previsões de médio par longo alcance.

Métodos de projeção histórica utilizam uma quantidade razoável de dados históricos disponíveis ,onde a tendência as variações sazonais na série de tempo são estáveis e bem-definidas, projetar estes dados no futuro pode ser uma maneira eficaz de prever para o curto prazo. A premissa básica é que o padrão do futuro será uma reprodução do passado, ao menos em grande parte. A natureza quantitativa da série de tempo incentiva o uso de modelos matemáticos e estatísticos como ferramentas básicas da previsão. A acuracidade que pode ser alcançada para períodos de tempo previstos de menos de seis meses geralmente é muito boa .Esses modelos funcionam bem simplesmente por causa da estabilidade inerente da série de tempo de curto prazo.

As séries temporais são mais utilizadas para as previsões de curto prazo, tal como aquelas necessárias para controle de inventário e programação de trabalho e de materiais, podem ser obtidas através de modelos simples, como a média ponderada simples ou um índice sazonal. A suavização exponencial, quando monitorada pelo gerenciamento para ajustar o valor de α, é uma técnica eficaz.

Nos modelos causais**,** a previsão é uma variável derivada a partir da interpretação de outras variáveis relacionadas (causa-efeito). São usadas técnicas tais como análise de regressão múltipla e o método Box & Jenkins. Estes apesar de vantajosos, são de maior complexidade, entretanto, fornecem uma boa base para a discussão. O maior problema para este tipo de modelo é que as variáveis verdadeiramente causais são difíceis de encontrar e quando encontrada, sua associação com a variável a ser prevista é freqüentemente baixa. As variareis causais que conduzem a variável prevista no tempo são até

mesmo mais difíceis de serem encontradas. Demora de um a seis meses para serem adquiridos dados para a variável principal

Redes Neurais são modelos matemáticos para a previsão que são inspirados pelo funcionamento de neurônios biológicos. São caracterizados por sua habilidade de aprender com os novos dados que chegam. A acurácia da previsão parece ser melhor do que outros métodos de série de tempo quando a série de tempo é descontinua.

Dentre os principais métodos supra-citados foi escolhido o Método de Previsão de Séries temporais tendo como razão a característica deste ser um método baseado na idéia de que a história dos acontecimentos ao longo do tempo pode ser usada para prever o futuro. Segundo a literatura, este método tem melhor desempenho na identificação de pontos de inflexão e é uma ferramenta excelente de previsão para o período de tempo médio alcance, que é de 3 a 12 meses, o qual tem muita similaridade com as informações obtidas no estudo de caso apresentado.

A primeira técnica selecionada do método , foi média móvel simples, onde num período de tempo contendo uma quantidade de dados pontuais, é obtida a média dividindo-se a soma dos valores pontuais pelo número total de pontos ,podendo estes ser ponderados uniformemente ou desigualmente . A escolha baseou-se no fato de ser uma técnica de baixa complexibilidade, com média/adequada precisão e não requer muitos dados.

A segunda técnica selecionada o método, foi de suavização exponencial onde dados pontuais mais recentes têm maior peso, com o peso declinando exponencialmente à medida que esses dados tornam-se ultrapassados. A razão de eleger esta técnica foi sua baixa complexibilidade, ter uma precisão adequada e requer baixa quantidade de dados.

A satisfação do cliente é o ponto chave para a sobrevivência de qualquer organização, independente do seu ramo de atividade, produto ou serviço. Se a previsão não for de boa acuracidade, o planejamento não é eficiente, pois o mesmo é baseado em previsões.

O desenvolvimento destas técnicas serão apresentados em maior detalhes no próximo capitulo de Aplicação Prática .

4. Gestão de Estoques

Considerada por muitos a base para o gerenciamento da cadeia de suprimentos, a gestão de estoques sob uma perspectiva integrada com outras atividades do processo logístico ainda é um tema pouco explorado na literatura. A definição de uma política de estoques depende de definições claras para quatro questões: (1) quando pedir, (2) quanto pedir, (3) quanto manter em estoques de segurança, e (4) onde localizar. A resposta para cada uma destas quatro questões passa por diversas análises, relativas ao valor agregado do produto, a previsibilidade de sua demanda e as exigências dos consumidores finais em termos de prazo de entrega e disponibilidade de produto. Na realidade, a decisão pela redução contínua dos níveis de estoque na cadeia de suprimentos depende de diversas atividades, como transporte, armazenagem e processamento de pedidos. (FLEURY, 2000).

4.1 As funções dos estoques

As funções dos estoques definidas por ARNOLD (1999, pág. 268):

> " *O propósito básico dos estoques é separar o suprimento da demanda."*

Com a separação do suprimento da demanda através de estoques, qualquer problema que surgir durante o tempo de suprimento, que poderia comprometer algum prazo de entrega aos clientes é anulado. No suprimento, quando por exemplo, quebra uma máquina, um fornecedor atrasa alguma entrega, a demanda de certo produto cresce de forma imprevisível, é o estoque que consegue evitar as faltas de produtos acabados para entrega ao cliente.

Segundo ARNOLD (1999, pág. 271):

> "Os estoques ajudam a maximizar o atendimento aos clientes, protegendo a empresa da incerteza. Se fosse possível prever exatamente o que os clientes querem e quando, um plano seria feito para satisfazer à demanda sem incertezas. Entretanto, a demanda e o *lead time* necessários para produzir um item são

> sempre incertos, possivelmente resultando em esvaziamentos de estoques e na insatisfação dos clientes.”

Dificilmente se consegue prever o que, quanto e quando os clientes querem. Somente se consegue saber estas informações após as mesmas terem sido negociadas ou feito o pedido. O *lead time* na maioria das vezes, além de ser muito longo, também varia, gerando incertezas no tocante a atendimento aos clientes. Para minimizar estas incertezas, são criados os estoque que nos ajudam a maximizar o atendimento aos clientes.

4.2 Classificação dos estoques

Segundo Arnold,(1999) os estoques classificam-se de acordo com as funções que desempenham, conforme apresentado a seguir:

Estoques de Antecipação: são estoques criados procurando antecipar uma demanda futura prevista, tal como promoções, ou prevenção de alguma greve por exemplo. Auxiliam no nivelamento de produção e a reduzir os custos de mudanças das taxas de produção.

Estoque de Tamanho de Lote: são gerados quando o tamanho de lote é maior do que o necessário. Ele é maior por várias razões, como por exemplo: descontos em função de compras em grande quantidade, lote mínimo do fornecedor ou de fabricação, redução dos custos de transportes e custos de escritório. À medida que os pedidos entram, os produtos são entregues, os estoques diminuem e são reabastecidos ciclicamente.

Estoque de Transporte: existem em função de transportar os produtos de um lugar para outro, ou de uma fábrica para outra, ou da fábrica para o centro de distribuição ou a um cliente. Este estoque é proporcional ao tempo para efetuar o transporte e ao volume transportado. Note-se que o estoque em trânsito não depende do tamanho da remessa mas sim do tempo de trânsito e da demanda anual. A única maneira de reduzir o estoque em trânsito e seu custo é reduzir o tempo de trânsito.

Estoque de Especulação: são gerados quando certos produtos variam muito de preço e os compradores têm expectativa de aumento futuro. Então, os mesmos compram uma grande quantidade para estocar e vender quando os

preços já estiverem mais altos. O objetivo é antecipar a ocorrência de escassez, criar valor ao produto e a correspondente efetivação do lucro.

Estoque de Flutuação (estoque de segurança): o estoque de flutuação, mais conhecido como o estoque de segurança é mantido para proteger a empresa da possibilidade de variações da demanda e do *lead time*, ou mesmo de flutuações aleatórias. O estoque de segurança é a quantidade mínima que deve existir em estoque, que se destina a cobrir eventuais atrasos no suprimento objetivando a garantia do funcionamento ininterrupto e eficiente do processo produtivo, sem risco de faltas.

Segundo DIAS (1993), a importância do estoque mínimo é a chave para o adequado estabelecimento do ponto de pedido, idealmente o estoque mínimo poderia ser tão alto que jamais haveria para todas as atividades práticas ocasião de faltas de material em estoque. Entretanto, desde que em média, a quantidade de material representada pela margem de segurança não seja usada e, portanto torne-se uma parte permanente do estoque armazenagem e outros custos serão elevados. E, ao contrário, estabelecer uma margem de segurança demasiado baixa, acarretaria custos de esgotamento, que são os custos de não possuir os materiais disponíveis quando necessário, isto é, a perda de vendas, paralisação da produção, despesas para apressar entregas etc.

O estabelecimento de uma margem de segurança é o risco que a companhia está disposta a assumir com respeito a ocorrência de falta de estoque.

Pode-se determinar o estoque mínimo através de:

a) fixação de determinada projeção mínima (projeção estimada do consumo)

b) cálculos e modelos matemáticos

Nestes casos parte-se do pressuposto que será atendida uma parte do consumo, isto é, que seja alcançado o grau de atendimento adequado e definido, considerando-se as políticas de estoque, que nada mais é do que a relação entre a quantidade atendida e a quantidade necessitada. Suponhamos que um item do estoque que apresenta a seguinte situação.

Consumo necessário	3.200 unidades
Quantidade atendida	2.900 unidades
Quantidade não entregue	400 unidades

O grau de atendimento (GA) seria então:

$$GA = \frac{2.900}{3.200} \times 100 = 91\%$$

Para determinação do estoque mínimo, esses cálculos deveriam ser de maneira inversa, fixando-se por meio da política da empresa, o grau de atendimento desejado para cada item, ou para cada classe, ou mesmo para cada grupo de materiais, porque estaria então delimitando o nível do estoque mínimo, já que ele é tanto maior quanto maior for o grau de atendimento projetado.

A definição do estoque mínimo depende do grau de exatidão da previsão de consumo e do grau de atendimento, e nunca ambos os casos são determinados com 100% de certeza. Contudo o consumo real estará próximo ao previsto, obedecendo a uma curva normal podendo ocorrer um consumo maior ou menor em relação ao previsto.

São quatro os modelos de cálculo do estoque de segurança:

a) **Fórmula simples**

Emn = C x K

Onde:

Emn = estoque mínimo

C = consumo médio mensal

K = Fator de segurança arbitrário com o qual se deseja garantia contra um risco de ruptura.

Se for desejado que um determinado produto tenha um grau de atendimento de 90%, isto é, somente em 10% das vezes que for solicitada o

estoque esteja zero e que seu consumo médio mensal são de 60 unidades, obteve-se o seguinte resultado:

EMn = 60 x 0,9

EMn = 54 unidades.

b) **Método da raiz quadrada**

É chamado de tempo de reposição o intervalo de tempo, desde a emissão do pedido de compra até a chegada do material no almoxarifado, ou seja é o prazo de entrega do fornecedor.

Este método considera o tempo de reposição não variando mais do que a raiz quadrada do seu valor. Porém ele só deve ser usado se:

- O consumo durante o tempo de reposição for pequeno, menor que 20 unidades
- O consumo do material for irregular
- A quantidade requisitada ao almoxarifado for igual a 1.

Usado o mesmo exemplo acima, com TR (tempo de reposição) = 90

obteve-se o seguinte resultado:

$$Emn = \sqrt{C * TR}$$

$$Emn = \sqrt{60 * 90}$$

$$Emn = \sqrt{5.400}$$

Emn = 73 unidades

c) **Método da Percentagem de Consumo**

Este método considera os consumos anteriores que são registrados em um gráfico de distribuição acumulada da seguinte maneira: suponhamos que o consumo médio diário no ano anterior de determinado material tenha sido de 90,80,70,65,60,50,40,30,20, unidades e o número de dias em que ocorreu esse

consumo foi: 4,8,12,28,49,80,110,64 e 30 respectivamente. Com esses dados foi construída tabela 4.1 abaixo onde foi possível verificar que o consumo médio foi de 46 unidades por dia. Um consumo de 70 unidades por dia só ocorrerá em aproximadamente 10% das vezes. Considerando essa quantidade como estoque máximo, o estoque mínimo seria:

EMn = (CMx – C(Médio) x TR

Se o TR for de 10 dias, o estoque mínimo para este caso será:

Emn = (70 – 46) x 10

Emn = (24 x 10)

Emn = 240

Este método só poderá ser aplicado quando TR não for favorável.

Quadro de valores do método de percentagem de consumo:

Consumo diário	N.º de dias em que o consumo ocorreu	Produto	Acumulado	% Acumulado
90	4	360	3.600	2,12
80	8	640	1.000	5,91
70	12	840	1.840	10,87
65	28	1.820	3.660	21,63
60	49	2.940	6.600	29,00
50	80	4.000	10.600	62,64
40	110	4.400	15.000	88,85
30	44	1.320	16.320	96,45
20	30	600	16.920	100,00
	365		X = 16.920 / 365	= 46,36

Tabela 4.1 - valores do método de percentagem de consumo

Fonte: adaptado de DIAS (1993).

d) **Cálculo de estoque mínimo considerando alteração de consumo e tempo de reposição.**

Os modelos até agora apresentados não consideraram a alteração de consumo médio mensal nem a variação do tempo de reposição. Se forem considerados somente a alteração do consumo para maior e o tempo de reposição também para maior, ou seja, nos atrasos de entrega o comportamento seria como que em um gráfico dente de serra.

e) **Estoque mínimo com grau de atendimento definido**

Os modelos representados anteriormente determinavam um estoque mínimo para que suportasse uma alteração de consumo futuro e impedindo o estoque de chegar a zero gerando o não atendimento ao cliente. Já em um modelo que admita o estoque zero e não-atendimento do material ao requisitante, é necessário primeiramente determinar a probabilidade de ruptura e o grau de atendimento desejado.

Considerando um consumo médio б e um consumo médio CMx, o estoque mínimo será então:

Emn = (CMx - б)

ou seja, a diferença entre o consumo médio e o CMx. Pode-se concluir também que esse consumo máximo poderá acontecer durante todo o tempo de reposição, logo:

Emn = (CMx - б) ∗ TR

Agora será necessário conhecer a probabilidade de ocorrência do consumo. Primeiramente será analisada a medida de dispersão que nos dá o grau de variação do consumo, ou seja, o desvio padrão.

$$(\sigma) = \sqrt{\frac{\sum_{(i=1)} (Xi - X)_2}{n-1}}$$

onde:

Xi = consumo-período

X = consumo médio mensal

n = número de períodos

Supondo que determinando item com o consumo médio mensal durante um período de oito meses e com grau de atendimento de 95%.

Mês 1	400
Mês 2	350
Mês 3	620
Mês 4	380
Mês 5	490
Mês 6	530
Mês 7	582
Mês 8	440
∑	3.792

Tabela 4.2 - Consumo médio mensal

onde:

X = 3.792 ÷ 8 = 474 unidades

Os desvios Xi e os seus quadrados, fazendo Xi = C1 e X= б , são:

Mês	**C1**	**(C1 e б = C)**	**C2**
Mês 1	400	-74	5.476
Mês 2	350	-124	15.376
Mês 3	620	+146	21.316
Mês 4	380	-94	8.836
Mês 5	490	+16	256
Mês 6	530	+56	3.136
Mês 7	582	+108	11.664
Mês 8	440	-34	1.156
∑			67.216

Tabela 4.3 – Consumo mensal e os quadrado dos desvios

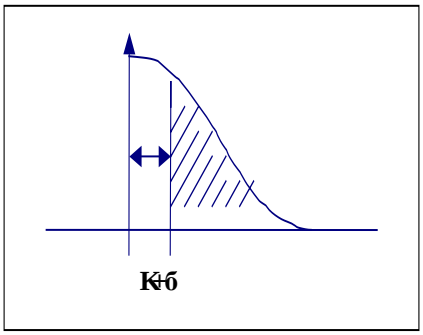
$$\delta = \sqrt{67.216} = \sqrt{9,602} = 98$$

Em virtude das variações de consumo para mais ou para menos, foi observado que deverão haver oscilações para entre o intervalo de 376 a 572 e o que interessa neste momento são as variações para maior, ou seja, o

intervalo entre 472 e 572. O Valor de CMx é calculado através do risco que foi definido assumir. No caso a parte hachurada da curva de Gauss.

Tabela 4.4 - valores de K em função do risco assumido

K	3,090	2,576	2.326	1,960	1,645	1,282	1,036	0,842	0,674
Risco	0,001	0,005	0,010	0,025	0,05	0,100	0,150	0,200	0,250



Fonte:adaptado de Dias (1999).

Figura 4.1 - Parte da curva normal utilizada para o Emn

Logo:

$Emn = K * б$

$CMx = б + k\ \sigma$

$R = 1- 0,95$

$R = 0,05$

Transportando esse valor para a Tabela 4.4 encontrou-se para R = 0,05, K = 1,645; logo EMn será:

$Emn = 1,645$

$Emn = 162$ unidades

O consumo máximo que o estoque mínimo poderá suportar é:

$CMx = б + k * \sigma$

$CMx = 474 + 162$

$CMx = 636$ unidades

Foi feito também o exemplo com o grau de atendimento de 90%. Então obtendo-se o seguinte resultado:

R = 1 - 0,90

R = 0,1

Logo, K = 1,282

EMn

Emn = 1,282.98

Emn = 126 unidades

CMx = 474 + 126

CMx = 600 unidades/mês

Foi demonstrado nesta comparação como é importante o estoque mínimo na determinação de níveis de estoque e na imobilização de capital da empresa. Observou-se que, com um GA de 90% o estoque mínimo é 126 unidades e com um GA de 95% o estoque mínimo projetado foi de 162 unidades. Por causa de 5% mais na segurança desejada, obteve-se um aumento no estoque de 29%. Na prática é importante analisar se o acréscimo de 5% nessa segurança justifica um investimento de 29% a mais no estoque.

4.3 Medidas de Gestão de Estoques

Para DIAS (1993), os estoques ajudam a amortecer as incertezas, buscando maximizar o atendimento ao cliente. Há muita dificuldade em fazer um plano que cubra todos as incertezas e os *lead times*, por não ser possível prever exatamente o que os clientes querem e quando. Por estes motivos pode ser necessário manter os estoques extras para proteger a organização das incertezas, chamando-se este tipo de estoque de estoque de segurança ou flutuação.

4.3.1 Rotatividade

A rotatividade ou giro do estoque é uma relação existente entre o consumo anual e o estoque médio do produto.

$$\text{Rotatividade} = \frac{\text{consumo médio mensal}}{\text{estoque médio}}$$

A rotatividade é expressa no inverso de unidades de tempo ou em “vezes”, isso é, “vezes por dia”, ou por mês, ou por ano. Por exemplo: o consumo anual de um item foi de 800 unidades e o estoque médio de 100 unidades. O giro seria, então:

$$R = \frac{800 \text{ unidades/ano}}{100 \text{ unidades}} = 8 \text{ vezes/ano}$$

O giro de estoque seria de 8 vezes ao ano, ou o estoque girou 8 vezes ao ano. O índice de giro pode também ser obtido de valores monetários de custo ou de venda. Para as principais classes de estoques, as taxas de rotação são obtidas da seguinte maneira:

$$\text{Rotação de Produto acabado} = \frac{\text{custo das vendas (\$/ano)}}{\text{estoque médio de produtos acabados (\$)}}$$

$$\text{Rotação de Matéria-prima} = \frac{\text{custo dos materiais utilizados}}{\text{estoque médio de matérias-primas}}$$

É possível também utilizar outro índice que é bastante útil para a análise de estoque, ou seja, o antigiro ou taxa de cobertura. A rotatividade indica quantas vezes rodou o estoque no ano. O antigiro indica quantos meses de consumo eqüivalem ao estoque real ou ao estoque médio.

$$\text{Antigiro} = \frac{\text{estoque médio}}{\text{consumo}}$$

Um item que tem estoque de 3.000 unidades é consumido a uma taxa de 2.000 unidades por mês. Quantos meses o estoque cobre a taxa de consumo?

$$\text{Antigiro} = \frac{3.000}{} = 1{,}5 \text{ meses}$$

2.000

O grande mérito do índice de rotatividade do estoque é que ele representa um parâmetro fácil para a comparação de estoques, entre empresas do mesmo ramo de atividade e entre classes de material do estoque.

Para fins de controle é recomendado determinar a taxa de rotatividade adequada à empresa e então compará-la com a taxa real. É bastante recomendável ao determinar o padrão de rotatividade, estabelecer um índice para cada grupo de materiais que corresponda a uma mesma faixa ou consumo.

O critério de avaliação será determinado pela política de estoques da empresa. Não podendo esquecer que:

a) a disponibilidade de capital para investir em estoque é que vai determinar a taxa de rotatividade.

b) não se devem utilizar taxas de rotatividade iguais para materiais de preços bastante diferenciados. Deve ser usada, preferencialmente, a classificação ABC, indiciando cada classe com seu índice, se não for suficiente subdividi-la em D,E etc.

c) com base nas políticas da empresa, nos programas de produção e na previsão de vendas, determinar a rotatividade que atenda as necessidades ao menor custo total.

d) estabelecer uma periodicidade para comparação entre a rotatividade -padrão e a rotatividade real.

4.3.2 Atendimento a clientes

Em termos genéricos, o atendimento a clientes, é a habilidade que uma empresa tem para satisfazer às necessidades dos clientes. No gerenciamento de estoques o termo é utilizado para descrever a disponibilidade de itens quando solicitado pelo cliente. Algumas métricas baseiam-se na porcentagem de pedidos entregues no prazo, ou em pedidos por dia que saem do estoque.

Um baixo nível de estoque tendência a esvaziamento mais rápido, reduzindo o nível de atendimento ao cliente. Quanto maior o estoque, melhor será o atendimento aos clientes.

Há muitas maneiras diferentes de se medir o atendimento a clientes, cada uma com seus pontos fortes e pontos fracos, mas não existe nenhuma mensuração melhorar do que as outras. Algumas delas se baseiam na porcentagem de pedidos entregues pontualmente, na porcentagem de itens de linha entregues pontualmente, ou em pedidos por dias que saem do estoque. (ARNOLD, 1999).

Indicador de Desempenho	Descrição	Cálculo	Melhores Práticas
Pedido Perfeito ou Perfect Order Measurement	Calcula a taxa de pedidos sem erros em cada estágio do pedido do Cliente. Deve considerar cada etapa na "vida" de um pedido.	% Acuracidade no Registro do Pedido x % Acuracidade na Separação x % Entregas no Prazo x % Entregas sem Danos x % Pedidos Faturados Corretamente	Em torno de 70%.
% de Pedidos Completos e no Prazo ou % OTIF - On Time in Full	Corresponde às entregas realizadas dentro do prazo e atendendo as quantidades e especificações do pedido.	Entregas Perfeitas / Total de Entregas Realizadas	Para grupos de Clientes A, o índice varia de 90 % a 95%; no geral atinge valores próximos de 75%.
% de Entregas no Prazo ou On Time Delivery	Desmembramento da OTIF; mede % de entregas realizadas no prazo acordado com o Cliente.	Entregas no prazo / Total de Entregas Realizadas	Variam de 95% a 98 %
Taxa de Atendimento do Pedido ou Order Fill Rate	Desmembramento da OTIF; mede % de pedidos atendidos na quantidade e especificações solicitadas pelo Cliente.	Pedidos integralmente atendidos / Total de Pedidos Expedidos	99,5 %
Tempo de Ciclo do Pedido ou Order Cycle Time	Tempo decorrido entre a realização do pedido por um Cliente e a data de entrega. Alguns consideram como data final a data de disponibilização do pedido na doca de expedição.	Data da Entrega menos a Data da Realização do Pedido	Menos de 24 horas para localidades mais próximas ou até um limite de 350 km.

Figura 4.1 - Indicadores de desempenho no atendimento ao cliente

Fonte: Tiger Consultoria (www.tigerlog.com.br/logistica/kpi.asp) - acessado em junho/2004

4.3.3 Eficiência Operacional

Os estoques ajudam a tornar mais produtiva a operação de produção de quatro maneiras:

1. Os estoques permitem que operações com taxas de produção diferentes sejam desempenhadas separadamente e de modo mais econômico que duas ou mais operações de uma seqüência com diferentes taxas de resultado sejam desempenhadas com eficiência, é necessário organizar estoques entre elas.

2. Nivelamento de operação - ao nivelar a produção a empresa pode produzir continuamente uma quantidade igual à demanda média. A vantagem dessa estratégia é que os custos envolvidos na mudança de níveis de produção são evitados.

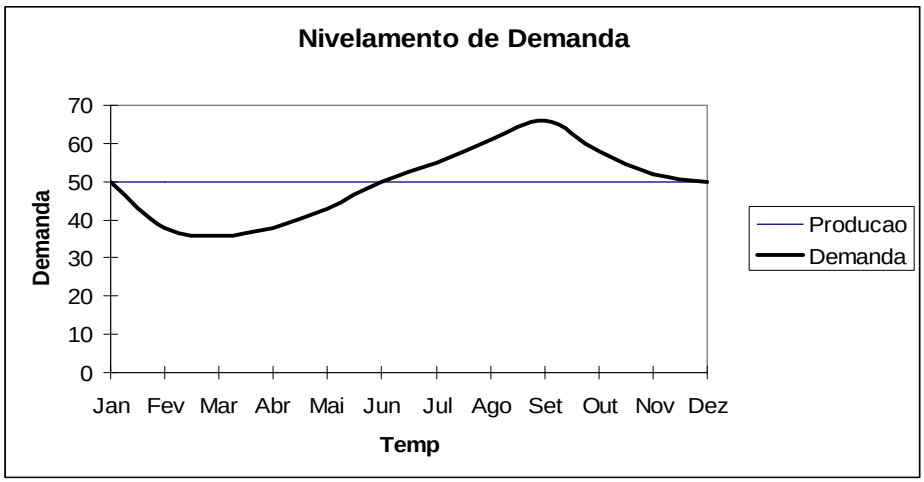


Figura 4.2 – Nivelamento de demanda
Fonte: ARNOLD (1999)

3. Os estoques permitem que a produção mantenha operação mais longa, o que resulta em menor custos de preparação por item: Os custos de *set-up* são custos fixos, independentes da quantidade a ser produzida, logo as quantidades são variáveis e quanto maior for o lote produzido com única preparação, menor será o custo de preparação por item.

4. Escala - produção em escala permite lotes de compras maiores, incentivando a negociação com descontos nas quantidades, resultando na redução dos custos de pedidos por unidade.

Tudo isso tem um custo associado. O problema é equilibrar o investimento em estoques com seguintes fatores:

1. **Custos associados a mudança de níveis de produção** - custos resultantes de atividades acima da capacidades, resultantes de horas-extras, subcontratações de serviços ou pessoal, treinamentos e demissões serão mais altos se a produção flutuar.
2. **Custo de emissão de pedidos** - estoques menores poderão ser conseguidos se os pedidos forem feitos em quantidades menores e com mais freqüência, mas essa prática resulta em maiores custos de pedidos por ano.
3. **Custo de transporte** - as mercadorias transportadas em pequenas quantidades custam mais por unidade do que aquelas transportadas em grandes quantidades. Entretanto, transportar lotes maiores exige maiores estoques.

4.4 Custos de manter estoques

Os estoques têm funções muito abrangentes, porém o seu excesso pode trazer resultados indesejáveis para a empresa. Se for mantido estoque, deve haver um beneficio que exceda os custos dessa manutenção. Alguém disse certa vez que manter um estoque que ultrapassa as necessidades atuais só é bom se essa manutenção é menos custosa do que a inexistência do estoque. Sendo assim, devemos voltar atenção para os custos associados aos estoques. (ARNOLD, 1999).

SHINGO (1996, pág. 52) comenta que:

> “Inicialmente pensava-se que somente três fatores poderiam gerar lucro nas atividades de produção: (1) custos mais baixos de matéria-prima, (2) custos mais baixos de mão-de-obra, e (3)

> custos indiretos mais baixos. Mas um fator extremamente importante para gerar lucro foi deixado de lado: (4) maior taxa de giro de capital, ou seja, aumentar lucros via redução de estoques.”

Este quarto fator, em muitas empresas é analisado, mas não é controlado com muita atenção. Onde existem grandes potenciais de redução dos estoques que consomem o capital, nem sempre são tratados com a devida importância, pois além dos custos do capital, existem outros custos associados.

O capital investido em estoques é inversamente proporcional ao retorno calculado sobre o ativo, ou seja, quanto maior o investimento em estoques, menor é o giro e o retorno sobre o ativo, além de maiores custos de manutenção dos estoques.

Custo por Item

O valor pago na compra de um item e demais custos diretamente associados para trazê-lo à fábrica, como por exemplo: transportes, taxas de alfândega e seguro devem ser levados em conta. Se o item for fabricado na própria empresa, o seu custo inclui a matéria-prima, mão-de-obra direta e os custos indiretos de fabricação (ARNOLD, 1999).

Custo de Estocagem

São todas as despesas que a empresa incorre ao manter determinado estoque. Este custo é proporcional ao volume estocado e pode-se subdividi-lo em três categorias: custos de capital, custos de armazenamento e custos de risco. (ARNOLD, 1999).

Os custos de capital, no mínimo, são os juros perdidos por não investir aquele dinheiro às taxas vigentes, que dependendo das oportunidades de investimento disponíveis, são bastante significativas. É um custo de oportunidade. Este capital, também, poderia ser investido em tecnologia, máquinas e outros investimentos.

O espaço necessário para a estocagem, os equipamentos e os funcionários compõem os custos de armazenagem.

Os riscos de manter estoques são:

- Obsolescência resultante das mudanças ocorridas nos modelos em termos de estilo ou novas tecnologias;
- Danos aos produtos que podem ocorrer durante o manuseio e transporte das mercadorias;
- Furtos ou perdas de mercadorias e deterioração que pode ser por apodrecimento, ou dissipação na armazenagem, ou por ter data de validade limitada.

CHING (1999) comenta que estes custos de estocagem podem incluir o custo de seguro, o custo de deterioração e obsolescência, os quais fazem parte do custo do risco de se manter estoques. Além disso, também, considera o custo de oportunidade de empregar o dinheiro que ao invés de estar empregado em estoque, poderia estar empregado em outro negócio de maior rentabilidade para a empresa.

> "O custo de estocagem é geralmente definido como uma porcentagem em valores monetários do estoque por unidade de tempo (geralmente um ano). Os livros didáticos tendem a utilizar um valor de 20 – 30 % em setores industriais." ARNOLD (1999).

Custo anual (Ca) = Estoque médio (EM) x Custo unitário (C) x Taxa (i)

Estes custos englobam os vários custos envolvidos com os estoques. Com esta taxa única é mais simples calcular o quanto nosso estoque está nos custando e quanto se consegue economizar quando o diminuímos.

Custos de Pedidos

Estes custos são proporcionais ao número de pedidos emitidos, pois se emitirmos um pedido de 30 unidades ou 3.000 unidades, os custos são os mesmos.

Os custos de pedidos em uma fábrica podem incluir: custos de controle de produção, custos de preparação e desmontagem, custos de capacidade perdida e custos de pedidos de compra. (ARNOLD, 1999).

Os custos de controle da produção correspondem aos custos de emissão, ao fechamento, à programação, à determinação de carga, ao despacho e à expedição do pedido.

Cada vez que um pedido é emitido, os centros de trabalho envolvidos necessitam fazer uma preparação para executar o trabalho e ao terminar, precisam desmontar esta preparação novamente. E, cada vez que se faz uma preparação no centro de trabalho, uma parte do tempo produtivo é perdido. Isto pode ser muito custoso se este centro de trabalho for um gargalo.

Pode-se dizer que os custos de pedidos de compra incluem a preparação do pedido, o seguimento, a expedição, o recebimento e pagamento da fatura. O custo de pedidos pode ser reduzido aumentando o número de unidades requisitadas por pedido, porém isto aumentará o nível do estoque e, também, o custo anual com a manutenção do estoque. (ARNOLD, 1999).

Custos de Esvaziamento de Estoque

Pode-se considerá-los a soma do lucro perdido e de uma insatisfação gerada. O ideal é obter o equilíbrio entre a compensação de manter o estoque para satisfazer a demanda e os custos resultantes das faltas de estoques . (DAVIS, 2001).

A falta de estoque pode ocorrer quando a demanda exceder a previsão durante o *lead time* ou ainda quando por razões diversas o *lead time* for maior do que normalmente.

O custo pode ser potencialmente caro por causa dos pedidos de clientes não atendidos, de vendas perdidas e de clientes possivelmente perdidos. Estas faltas podem ser reduzidas com estoque extra. (ARNOLD, 1999).

Este custo é difícil de mensurar, porém, sabe-se que um cliente se conquista e, depois de perdê-lo, pode ser muito custoso reconquistá-lo.

Custos Relacionados a Capacidade

Quando se alteram os níveis de produção para elevação da capacidade, pode haver um aumento de custos devido às horas-extras, contratações, treinamentos, turnos extras e demissões.

ARNOLD (1999, pág. 277) afirma que:

> “Estes custos podem ser evitados por meio do nivelamento da produção, ou seja, pela produção em períodos de folga para serem vendidos em períodos de pico. Entretanto, isso aumenta o estoque nos períodos de folga.”

Quando a empresa tem sazonalidade na demanda e restrições de capacidade, muitas vezes pode ser mais econômico gerar um estoque temporariamente maior do que normalmente, para atender à demanda.

4.5 Demonstrativos financeiros de estoques

Balanço Patrimonial

O balanço patrimonial mostra os ativos, passivos e o patrimônio líquido. Um ativo é algo que tem valor e do qual a empresa espera que traga benefícios às operações futuras da empresa. Passivos são as obrigações ou quantias devidas pela empresa. O patrimônio líquido é a diferença entre os ativos e passivos. (PADOVESE, 1997).

Depois de pagas as contas do passivo, o que sobrou representa o retorno do investimento aos proprietários.

O capital é a quantia que os proprietários investiram na empresa para a compra dos equipamentos, construções, realizar pesquisas, treinamentos, tecnologia, entre outros. Porém, o treinamento e o conhecimento obtido através de pesquisas, em geral, não se considera como ativo, para efeito de balanço patrimonial.

A aplicação dos recursos depende da decisão dos gestores das empresas. Mas, se pode ter uma idéia de como o investimento nos estoques influencia na administração financeira da empresa e nos seus resultados.

Conta Resultado

A receita vem das vendas de produtos e as despesas são oriundas dos custos incorridos nos processos de obtenção da receita.

As despesas são compostas pelo custo das mercadorias vendidas (que é aquele em função do processo de fabricação dos produtos) e despesas gerais e administrativas (que são todos os outros custos para funcionamento da empresa), como por exemplo: publicidade, seguros, taxas de propriedade, salários e benefícios não oriundos da produção e talvez outros.

ARNOLD (1999, pág. 279) diz que o propósito primeiro da empresa é:

> “aumentar o patrimônio líquido dos proprietários pela obtenção dos lucros. Por essa razão, o patrimônio líquido é subdividido em uma série de contas, chamadas contas de receita, que mostram o que aumentou o patrimônio líquido, e contas de despesas, que mostram o que diminuiu o patrimônio líquido.”

Análise do Fluxo de Caixa

Quando o estoque é comprado em forma de matéria-prima, este é registrado como ativo e é pago pelo caixa ou é registrado no passivo como contas a pagar. Na medida que este material entra na produção para fabricação, quando é processado seu valor aumenta pela mão-de-obra aplicada e demais custos de processamento, gerando-se despesas que precisam ser pagas. Porém, os produtos acabados somente se transformam em receita quando efetivamente vendidos, a qual é necessária para repor o caixa para pagamento das despesas. Qualquer falta de caixa precisa ser sanada. Pode-se saná-la através de empréstimos, renegociação de prazo do pagamento em vencimento, ou de alguma outra forma. Portanto, quanto antes a matéria-prima se transformar em produto acabado e for vendida melhor será o fluxo de caixa e menores os investimentos em estoques. Logo, pode-se dizer que quanto menor o *lead time*, melhor o fluxo de caixa da empresa.

4.6 Mensuração do desempenho financeiro de estoques

Os estoques são ativos. Portanto, uma das formas de obter um maior rendimento do capital próprio é reduzir as necessidades de estoques. Mas, é necessária uma boa análise antes e reduzir este estoque com cautela. Uma forma de diminuir os estoques é trabalhar em cima dos fatores que geram os níveis mais altos de estoque.

De um ponto de vista financeiro, o estoque é um ativo e representa dinheiro preso que não pode ser utilizado para outros propósitos. Estes estoques têm seu custo de estocagem. A área de finanças deseja o menor estoque possível e precisa de alguma mensuração do nível do estoque. Uma medida conveniente para saber se os estoques estão sendo utilizados com eficiência é a taxa de giro de estoque (ARNOLD, 1999).

> "Os gerentes das melhores companhias estão se conscientizando de que o estoque realmente não é um ativo, mas na verdade, um passivo. Consequentemente, a quantidade média de estoque que estas empresas possuem relativamente a suas vendas anuais tem diminuído." (DAVIS, 2001, pág. 491)

4.7 Sistema ABC de controle de estoques

De acordo com ARNOLD (1999), quatro perguntas necessitam de respostas no controle de estoque. São as seguintes:

1. Qual é a importância do item no estoque?
2. Como os itens são controlados?
3. Quantas unidades devem ser pedidas de cada vez?
4. Quando um pedido deve ser emitido?

O sistema de classificação ABC de estoques responde as duas primeiras perguntas, determinando a importância dos itens permitindo assim diferentes níveis de controle baseados na importância relativa dos itens. As outras duas são respondidas pelo sistema de planejamento, com o por exemplo, utilizando um MRP.

O controle de estoque é exercido pelo controle de cada item individualmente e para um eficiente controle dos estoques é necessário observar as perguntas citadas por ARNOLD (1999) e as respectivas respostas.

Segundo DAVIS (2001), manter o estoque atualizado através de contagem, fazendo pedidos, recebimento de materiais consome tempo e dinheiro. Quando existem limites nestes recursos, são focalizados os itens mais importantes do estoque.

Se um estoque é composto de milhares de itens, uma boa alternativa é a classificação ABC para definir a importância de cada item, onde os mais importantes devem receber a maior atenção. Mas, não existe restrição de quantidades de itens para se aplicar a classificação ABC. Se a quantidade de itens for pequena, também, pode ser aplicada a classificação ABC. Cada produto pode possuir um comportamento de demanda diferente, independente da curva a qual pertence. Alguns possuem comportamento similar na demanda. Assim, para cada produto ou grupo de produtos pode-se ter que utilizar sistemas de previsão diferentes para que a previsão seja de boa qualidade.

Esta classificação, também, pode diferenciar os níveis de atendimento desejados estrategicamente para produtos de cada curva.

Segundo ARNOLD (1999), o procedimento de classificação dos itens por utilização anual em valores monetários é a seguinte:

1. Determinar a quantidade anual utilizada para cada item;
2. Determinar o custo médio de cada item;
3. Calcular o custo anual para cada item multiplicando a quantidade utilizada pelo custo médio.

N.º da peça	Utilização anual ($)	Utilização acumulada ($)	% acumulada de utilização ($)	% acumulada de itens	Classe
2	24.000	24.000	62,75	10	A
5	6.000	30.000	78,43	20	A
8	3.000	33.000	86,27	30	B
1	2.200	35.200	92,03	40	B
4	1.300	36.500	95,42	50	B
10	500	37.000	96,73	60	C
9	400	37.400	97,78	70	C
3	400	37.800	98,82	80	C
6	250	38.050	99,48	90	C
7	200	38.350	100,00	100	C

Tabela 4.4 – Classificação ABC

Fonte: ARNOLD (1999)

Desta forma, os itens compreendidos na faixa de percentual acumulado de zero a 80% são da classe A, os que estão na faixa acima de 80% até 95% são da classe B e os demais da classe C. Assim, 80% dos itens pertencem à classe A, 15% e 5% dos itens pertencem às classes B e C, respectivamente. Os valores 80%, 15% e 5% são considerados valores aproximados.

> “Observa-se, geralmente, que a relação entre a percentagem de itens e a porcentagem de utilização anual em valores monetários segue um padrão.” ARNOLD (1999)

Este padrão é o seguinte:

- cerca de 20% dos itens correspondem a aproximadamente 80% da utilização em valores monetários
- cerca de 30% dos itens correspondem a aproximadamente 15% da utilização em valores monetários
- cerca de 50% dos itens correspondem a aproximadamente 5% da utilização em valores monetários

Como geralmente poucos itens (cerca de 20%) representam a maior utilização em valores monetários (aproximadamente 80%), a quantidade de itens que necessitam de maior atenção são poucos, o que facilita o controle.

Sumarizando, manter estoques acarreta benefícios e também custos. Além de administrar os estoques a empresa deve também administrá-lo ao nível de itens. A administração precisa estabelecer regras de decisão sobre os itens de estoque, de modo que o pessoal do controle de estoque possa desempenhar suas funções de forma eficiente. Na figura 4.3 são apresentados alguns indicadores de gestão de estoques.

Indicador de Desempenho	Descrição	Cálculo	Melhores Práticas
Dock to Stock Time	Tempo da mercadoria da doca de recebimento até a sua armazenagem física. Outros consideram da doca até a sua armazenagem física e o seu registro nos sistemas de controle de estoques e disponibilização para venda.	Tempo da doca ao estoque ou disponibilização do item para venda	2 horas ou 99,9 % no mesmo dia.
Acuracidade do Inventário ou Inventory Accuracy	Corresponde à diferença entre o estoque físico e a informação contábil de estoques.	Estoque Físico Atual por SKU / Estoque Contábil ou Estoque Reportado no Sistema	No Brasil, 95 %. No Japão atingem 99,95 % e nos EUA entre 99,75 % a 99,95%.
Stock outs	Quantificação das vendas perdidas em função da indisponibilidade do item solicitado.	Receita não Realizada devido à Indisponibilidade do Item em Estoque (R$)	Variável.
% Estoque Indisponível para Venda	Corresponde ao estoque indisponível para venda em função de danos decorrentes da movimentação armazenagem, vencimento da data de validade ou obsolescência.	Estoque Indisponível (R$) / Estoque Total (R$)	Variável.
Utilização da Capacidade de Estocagem ou Storage Utilization	Mede a utilização volumétrica ou do número de posições para estocagem disponíveis em um armazém.	Ocupação Média em m³ ou Posições de Armazenagem Ocupadas / Capacidade Total de Armazenagem em m³ ou Número de Posições	Estar acima de 100 % é um péssimo indicador, pois provavelmente indica que corredores ou outras áreas inadequadas para estocagem estão sendo utilizadas.
Visibilidade dos Estoques ou Inventory Visibility	Mede o tempo para disponibilização dos estoques dos materiais recém recebidos nos sistemas da empresa.	Data / Hora do Registro da Informação de Recebimento do Material nos Sistemas da Empresa - Data / Hora do Recebimento Físico	Máximo de 2 horas.

Figura 4.3 – Indicadores de desempenho na gestão dos estoques

Fonte: Tiger Consultoria (www.tigerlog.com.br/logistica/kpi.asp) - acessado em junho/2004

Para Fleury (2000), a redução do tamanho dos lotes de ressuprimento entre as empresas não deve ser simplesmente um objetivo isolado de outras funções logísticas, mas conseqüência direta do aumento da eficiência nas atividades de transporte, armazenagem, processamento de pedidos, etc.

4.8 Conclusões

A gestão de estoques é fundamental no gerenciamento da cadeia de suprimentos e requer integração com o processo logístico e a política e estratégia adota pela organização. Estoques funcionam como amortecedores das incertezas de mercado e a conseqüente variabilidade de demanda,porém é preciso haver um ponto de equilíbrio em seu investimento, evitando excessos ou faltas e buscando sempre maximizar o atendimento a clientes.

A literatura apresenta classificações de estoques em relação as sus funções, antecipação, lotes transporte flutuação (também conhecido como estoque de segurança , especulação entre outros e recomenda que estes sejam avaliados através de alguns indicadores básicos , como rotatividade ,nível de atendimento a clientes, eficiência operacional e custos de estoques.

No presente trabalho, na fase de aplicação prática foram selecionados os indicadores de atendimento a clientes e custos de estoques para medir o desempenho do processo de previsão de demanda em razão destes serem bastante expressivos e poderem ser correlacionados com as informações disponíveis no estudo caso, como dados da performance de entrega de pedidos e custo de inventário .

O desenvolvimento destas técnicas serão apresentados em maior detalhes no próximo capitulo de Aplicação Prática .

5. GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Neste capítulo serão abordados os conceitos logísticos e de cadeia de suprimentos e posteriormente uma fundamentação teórica e revisão bibliográfica de conceitos de simulações, sistemas dinâmicos, referenciando o

Jogo da Cerveja (com base na versão original de David Simch Levi e Philip Kaminsky) e observação do Efeito Chicote na cadeia de suprimentos.

5.1 Logística

Segundo NOVAES,(2001 pág. 33)

"Na sua origem, o conceito de Logística estava essencialmente ligado às operações militares. Ao decidir avançar suas tropas seguindo uma determinada estratégia militar, os generais precisavam ter, sob suas ordens, uma equipe que providenciasse o deslocamento, na hora certa, de munição, víveres, equipamentos e socorro médico para o campo de batalha. Por se tratar de um serviço de apoio, os grupos logísticos militares trabalhavam quase sempre em silêncio."

As mesmas necessidades se dão nas empresas: é necessário para uma empresa transportar seus produtos da fábrica para o depósito ou seus clientes, também precisa providenciar e armazenar matéria-prima em quantidades suficientes para garantir os níveis de fabricação planejados. Essas operações eram anteriormente consideradas atividades de apoio, inevitáveis. Os executivos entendiam então que, no fundo, tais operações não agregavam nenhum valor ao produto. Dentro da organização empresarial, esse setor era encarado como um mero centro de custo, sem maiores implicações estratégicas e de geração de negócios. Em linguagem de hoje, diríamos que esse setor da empresa atuava de forma reativa e não proativa (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

Segundo Novaes (2001), mesmo que o produto transite corretamente desde a sua origem até o seu destino, respeitando e atingindo os prazos estipulados, ainda assim não estariam completas as funções logísticas .Um elemento adicional é o fator qualidade. E aqui, não se fala de qualidade intrínseca ao produto, uma vez que essa é papel da manufatura da empresa, mas qualidade de operação logística. No caso do cliente ter comprado um refrigerador de cor branca e ter recebido um de cor azul. Neste caso, o valor de qualidade agregado ao produto na ótica do cliente, não será o mesmo .

O grau de satisfação do cliente como o produto acabado depende do gerenciamento do fluxo de materiais e do fluxo de informações ao longo da cadeia de suprimentos. Se a entrega estiver errada, ou se o produto estiver com partes faltando ,toda a cadeia de suprimento corre o risco de um concorrente poder realizar melhor a tarefa de logística, que é um capacitador-chave para gerenciamento da cadeia de suprimento.

Segundo Novaes (2001) , mais recentemente adiciona-se um elemento as atividades logísticas: a informação, quando da transferência ao cliente de informações importantes e de forma gratuita esta sendo agregado o valor da informação aos serviços logísticos, gerando um diferencial competitivo e aumentando a competitividade do negócio.

Assim, pode-se conceituar Logística adotando a definição do Council of Logistics Management norte-americano:

"*Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor*." (NOVAES,2001 ,pág. 36)

Os principais tópicos que a moderna logística busca incorporar são:

- Prazos previamente acertados e cumpridos integralmente, ao longo de toda a cadeia de suprimento.
- integração efetiva e sistêmica entre todos os setores da empresa;
- Integração efetiva e estreita (parcerias) com os fornecedores e clientes;
- Busca da otimização global, envolvendo a racionalização dos processos e a redução dos custos em toda a cadeia de suprimento;
- Satisfação plena do cliente, mantendo nível de serviço preestabelecido e adequado.

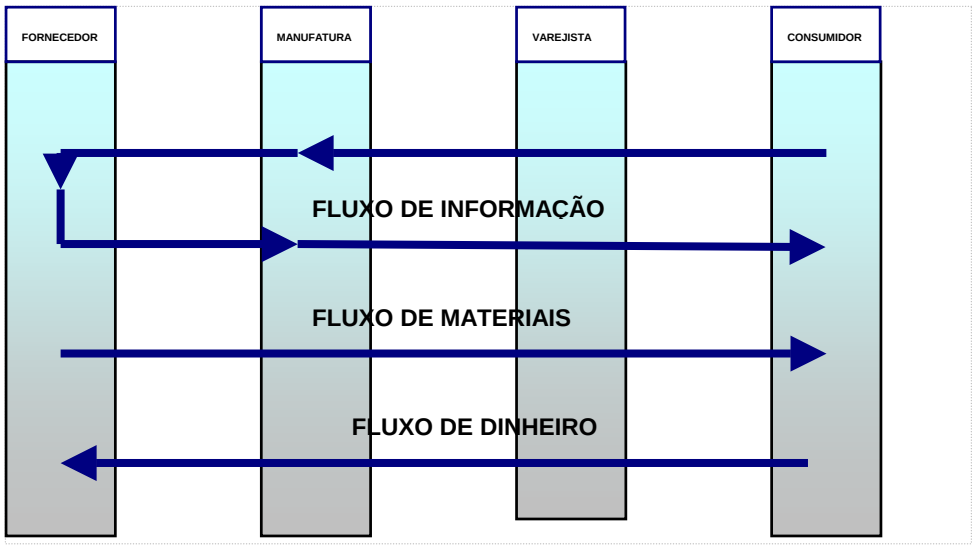


Figura 5.1 - Fluxos Logísticos
Fonte: NOVAES (2002)

5.2 Evolução da Logística

NOVAES (2001), sugere uma divisão para a evolução da Logística para SCM em quatro fases.

5.2.1 Primeira fase: Atuação Segmentada

Nessa primeira fase da Logística, o estoque era o elemento chave no balanceamento da cadeia de suprimentos (NOVAES, 2001).

A manufatura produz um determinado produto e coloca o lote produzido no estoque do depósito da fábrica. Na medida que chegam pedidos para o fabricante, estes são atendidos a partir do estoque. Este estoque funciona então como um pulmão entre oferta e demanda. Da mesma forma pode-se pensar na formação de estoques entre distribuidores e o varejo de forma que, ao longo da cadeia, há várias vezes acúmulo de material em diversos graus de agregação de valor, o que gera um custo financeiro muito alto para os participantes da cadeia de suprimentos. Desta forma, a racionalização destes estoques passa a ser uma das estratégias competitivas mais importantes das empresas (NOVAES, 2001).

Na primeira fase da Logística, as empresas procuravam formar lotes econômicos para transportar seus produtos, dando menor importância aos estoques (NOVAES, 2001).

5.2.2 Segunda fase: Integração rígida

Ao longo do tempo, o advento de maior número de produtos com maior grau de diferenciação fez com que os níveis de estoque ao longo da cadeia aumentassem ainda mais. Com isso, passou a ser necessária a maior racionalização da cadeia de suprimentos, visando menores custos e maior eficiência. Esse fenômeno de racionalização foi apoiado ainda por dois eventos importantes: a crise do petróleo, no início da década de 1970, que fez com que os custos de transporte aumentassem significativamente e a introdução da informática nas operações das empresas, na década de 1960 (NOVAES, 2001).

Os elementos acima induziram as empresas a uma maior racionalização de seus processos. Os elementos-chave da racionalização foram a otimização de atividades e o planejamento. Nessa época, o setor da manufatura tinha grande poder na indústria. Assim, o planejamento da produção era realizado e implementado pelo setor de fabricação, segundo seus próprios critérios e objetivos, e era alterado sem maiores consultas às demais áreas da empresa. Essa prática continuava a gerar altos níveis de estoque em toda a cadeia de suprimento (NOVAES, 2001).

Uma forma de reduzir esses efeitos negativos era ampliar a abrangência do planejamento, incorporando outros setores da empresa, bem como fornecedores e clientes. Eram feitas então previsões de demanda periódicas que eram consolidadas e enviadas à manufatura. Essa última efetuava o planejamento de produção e transmitia ao setor de Compras as necessidades de matéria-prima e de componentes referentes ao período seguinte. Esse enfoque está por trás de sistemas de programação da produção do tipo MRP e MRP II (CORRÊA e GIANESI,1996); (NOVAES, 2001) .

Através deste processo de planejamento pode-se ter maior racionalização das operações, contudo possuía um ponto falho. Não havia flexibilidade no planejamento: uma vez elaborado, permanecia imutável.

Quaisquer alterações na demanda, no fluxo de matérias-primas ou na produção causavam enormes transtornos. Pode-se então caracterizar essa segunda fase da Logística, como uma busca inicial de racionalização integrada na cadeia de suprimento, mas ainda muito rígida, pois não permitia a correção dinâmica do planejamento ao longo do tempo. (NOVAES, 2001)

5.2.3 Terceira Fase: Integração flexível

A terceira fase da Logística é caracterizada pela integração dinâmica e flexível entre os componentes da cadeia de suprimento, em dois níveis: dentro da empresa e nas inter-relações da empresa com seus fornecedores e clientes.

A integração das empresas, no entanto, ainda se dá duas a duas. Só na quarta fase é que o conjunto de empresas, que formam o Supply Chain, se integram de forma abrangente, cobrindo a cadeia de suprimento desde os fornecedores, passando pela manufatura e o varejo, e indo até o consumidor final (NOVAES, 2001).

O desenvolvimento da informática possibilitou, na terceira fase de evolução da Logística, uma integração dinâmica, de conseqüências importantes na agilização da cadeia de suprimento. O EDI (*Intercâmbio Eletrônico de Dados*) permite o intercâmbio de informações entre os elementos da cadeia de suprimento, inclusive clientes e fornecedores. A introdução do EDI flexibiliza o processo de programação, permitindo ajustes freqüentes, ao contrário do que ocorria durante a segunda fase (NOVAES, 2001). Na terceira fase da Logística, passa-se a se observar maior preocupação com a satisfação plena do cliente, entendendo como tal não só o consumidor final, como também todos os elementos intermediários, que por sua vez são clientes dos fornecedores que os antecedem na cadeia de suprimento. Outra tendência notada nessa fase é a busca permanente e paulatina, aparentemente utópica, do Estoque Zero. Essa forma de atuar de maneira sistemática e contínua está ligada à idéia de kaisen dos japoneses (ALVARENGA; NOVAES, 1994) e foi aplicada com sucesso na Toyota (SHINGO, 1996).

5.2.4 Quarta fase: Integração estratégica (SCM)

Na quarta fase da Logística ocorre um salto qualitativo da maior importância: as empresas da cadeia de suprimento passam a tratar a questão

logística não mais de forma operacional, mas de forma estratégica, ou seja, em lugar de otimizar pontualmente as operações, focalizando os procedimentos logísticos como meros geradores de custo, as empresas participantes da cadeia de suprimento passaram a buscar soluções novas, usando a Logística para ganhar competitividade e para induzir novos negócios. A Logística passou a ser usada como elemento diferenciador, de cunho estratégico, na busca de maiores fatias de mercado (NOVAES, 2001).

É nesta fase que surge uma nova concepção no tratamento dos problemas logísticos. Trata-se do SCM. Nessa abordagem, a integração entre os processos ao longo da cadeia de suprimento continua a ser feita em termos de fluxo de materiais, de informação e de dinheiro mas, agora, os agentes participantes atuam em uníssono e de forma estratégica, buscando os melhores resultados possíveis em termos de agregação de valor para o consumidor final. Há assim uma quebra de fronteiras, que antes separavam os diversos agentes da cadeia logística (NOVAES, 2001).

...

Tabela 5.1 Evolução da Logística

EVOLUÇÃO DA LOGÍSTICA	FASE I	Fase II	FASE III	FASE IV
Característica principal	Atuação Segmentada	Integração Rígida	Integração Flexível	Integração Estratégica
Processos Operacionais	Lote Econômico e Produção para estoques	Planejamento de Produção realizado sem consulta as outras áreas. Inflexível	Integração flexível e dinâmica, limitada só a duas empresas.	Focado na competitividade e geração de novos negócios
Enfoque	Economia em Transporte	Racionalização de processos	Redução de estoques, (estoque zero)	Os agentes da cadeia passam a atuar em conjunto dentro. Conceito do SCM.

Fonte: Novaes 2001

5.3 Cadeia de Suprimentos

O conceito de Cadeia de Suprimento engloba todos os estágios envolvidos, direta ou indiretamente, no atendimento de um pedido de um cliente. A cadeia de suprimento não inclui apenas fabricantes e fornecedores, mas também transportadoras, depósitos, varejistas e os próprios clientes. Dentro de cada organização, como por exemplo, de uma fábrica, a cadeia de suprimento inclui todas as funções envolvidas no pedido do cliente, como desenvolvimento de novos produtos, marketing, operações, distribuição, finanças e o serviço de atendimento ao cliente, entre outras. (CHOPRA, 2003).

Estágios da Cadeia de Suprimentos:

Uma cadeia de suprimento típica pode envolver vários estágios. Esses estágios são demonstrados na Figura 5.2 incluem:

- Clientes
- Varejistas
- Atacadistas/distribuidores
- Fabricantes
- Fornecedores de peças ou de matéria-prima

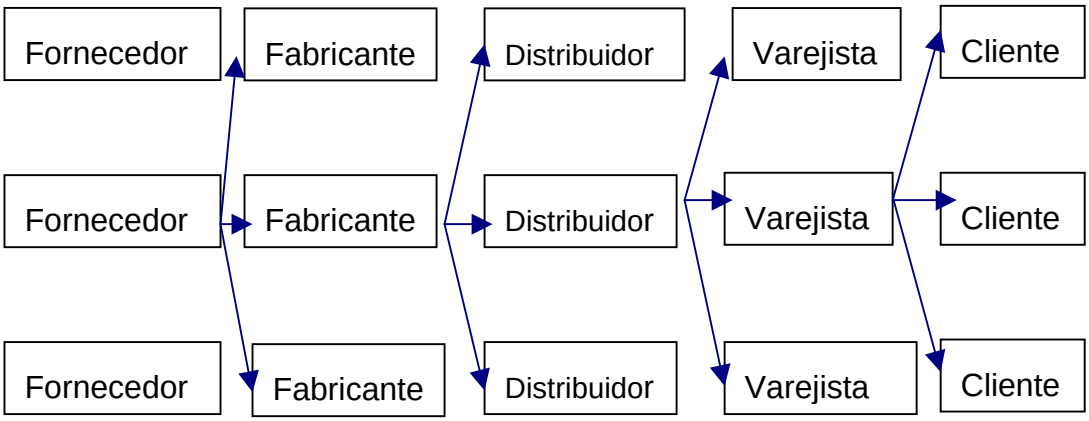


Figura 5.2 – Estágios de uma Cadeia de Suprimentos típica

Fonte: CHOPRA (2003)

O objetivo de toda Cadeia de Suprimento é maximizar o valor global gerado. O valor gerado por uma cadeia de suprimento é a diferença entre o valor do produto final para o cliente e os esforço realizado pela cadeia de suprimento para atender ao seu pedido. (CHOPRA, 2003).

Em seu sentido mais amplo uma cadeia de suprimentos refere-se à maneira pela qual as materiais fluem através de diferentes organizações, iniciando com matérias-primas e encerrando com produtos acabados entregues ao consumidor final. (GAITHER, 2002).

5.4 Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos

SCM inclui o gerenciamento de oferta e demanda, fornecimento de matéria-prima bruta e componentes, manufatura e montagem, armazenamento e gerenciamento de estoque, recebimento e gerenciamento de pedidos, distribuição através de todos os canais e entrega ao consumidor."

"Uma cadeia de suprimento pode ser definida com um grupo de empresas que fornecem todos os processos necessários para a fabricação de um bem acabado. A cadeia inicia com a matéria-prima e termina com os produtos acabados que são entregues ao cliente final." (DAVIS, 1999).

Por exemplo, se o produto final é uma peça de mobília de madeira, então a cadeia de suprimento, partido do cliente para trás no processo de fabricação, inclui: (a) a operação de compra na loja quando a mobília é adquirida, (b) a empresa de transporte que entrega o produto, (c) o fabricante da mobília, (d) o fabricante das chapas, (e) a madeira que retira a madeira da floresta.

Consequentemente, o gerenciamento da cadeia e suprimento pode ser definido com a habilidade de uma empresa de trabalhar com os seus fornecedores para prover material e componentes de alta qualidade a um preço competitivo.

A seguinte definição de Supply Chain Management foi adotada pelo Fórum de SCM realizado na Ohio State University: (NOVAES,2001)

"SCM é a integração dos processos industriais e comerciais ,partindo do consumidor final e indo até os fornecedores iniciais ,gerando produtos, serviços e informações que agreguem valor para o cliente."

Uma cadeia de suprimento como um todo vai desde produtos primários (que se encontram na terra, mar ou ar) até a venda do produto final para o consumidor final.

Cadeia de Suprimento

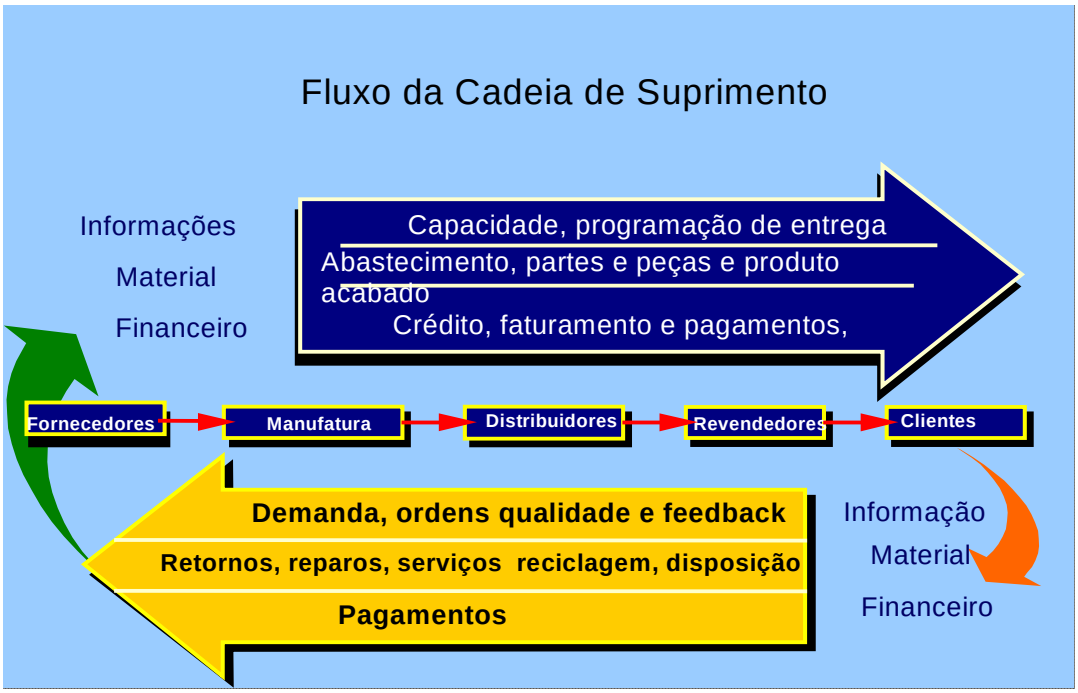


Figura 5.3 - Fluxo da Cadeia de Suprimento
Fonte: Adaptado de DEREK (1998), .

O material passa de um produto primário (por exemplo: uma mina de bauxita como fonte de minério de alumínio) ao produto final (por exemplo, uma lata de Coca-cola). Em geral, é usada uma analogia com o fluxo de água de um rio, descrevendo-se organizações próximas da fonte com a montante e as que se encontram próximas do cliente final com a jusante. Aqui a definição de gerenciamento da cadeia de suprimento utilizada é a seguinte:

Para HARISSON(2002)

> “O alinhamento das habilidades a montante e a jusante dos parceiros da cadeia de suprimento para entregar valor superior ao cliente final com o mínimo custo para cadeia de suprimento como um todo.”

5.5 Simulação na Cadeia de Suprimentos

Segundo CHECCHNATO (2002) atualmente, o volume de informações é muito grande, e são produzidas através da integração de dados, imagens e sons, em tempo real e à distância, isto facilitou e ampliou a possibilidade da implementação de novas tecnologias em diversas áreas.

E segundo CRAIG (1996): “um simulador é uma coleção de hardware e sistemas de software que são usados para imitar o comportamento de alguma entidade ou fenômeno. Tipicamente, a entidade ou fenômeno que são simulados são do domínio do tangível, variando completamente da operação de circuitos integrados a comportamentos de uma aeronave em pleno vôo.

Também podem ser usados simuladores para analisar e verificar modelos teóricos, quando se tornar dificultoso tratar o modelo em um nível puramente conceitual. Como tal, simuladores provêm um papel crucial em indústria e nos meios acadêmicos”.

5.5.1 Sistemas Dinâmicos

Essa metodologia de sistemas dinâmicos foi desenvolvida em 1956, por Jay W. Forrester, que era professor da escola *Sloan School of Management* (escola de gerenciamento) do MIT (*Massachusetts Institute of Tecnology*) e que, nesta época, também trabalhava na General Eletric, nos Estados Unidos da América.

Sistemas dinâmicos (do inglês: System Dynamics) é um grupo de técnicas de pensamento e modelagem computacional, uma metodologia que combina teorias, métodos e filosofia para analisar o comportamento dos sistemas do mundo ao nosso redor, visto como um todo, e não dividido em partes separadas. Como comportamento do sistema, sistemas dinâmicos se referem ao modo pelo qual os elementos ou variáveis que compõem o sistema variam ao longo do tempo. Podem ser utilizados para observar e analisar

qualquer organização complexa, como por exemplo: o corpo humano, economia nacional, o clima do planeta Terra, sistemas físicos, químicos, biológicos ou até mesmo literário, de uma maneira compreensiva, ou seja, procurando entender sua estrutura, as interconexões entre todos os componentes, e como mudanças em qualquer área vai afetar o sistema todo e suas partes constituintes ao longo do tempo.

5.5.2 Jogos de Empresas

Uma versão de jogos simulados é aquela direcionada a situações específicas da área empresarial, chamado de jogo de empresa. A maioria dos jogos consiste num processo dinâmico no qual é apresentada uma série de problemas para serem resolvidos, exigindo decisões que precisam ser tomadas.

5.5.3 Jogo da Cerveja (Beer Game))

O jogo da cerveja é um simulador gerencial de tomada de decisões, designado para ensinar princípios da ciência gerencial, conceitos e ferramentas de pensamento sistêmico.

Inicialmente desenvolvido em 1960 pela escola de gerenciamento (Sloan School of Management) do Massachusetts Institute of Technology (MIT), fazendo parte da pesquisa de Jay Forrester sobre dinâmica industrial (industrial dynamics), é um exercício que simula o fluxo de materiais e informações numa cadeia simplificada de produção e distribuição.

Mais tarde, o jogo começou a ser aplicado em escolas de negócios e departamentos de engenharia industrial como parte de módulos de gestão da cadeia de suprimento para mostrar as vantagens de se ter uma cadeia de suprimento aproximadamente integrada, o valor de se compartilhar informações através dos integrantes de toda a cadeia, além de introduzir e mostrar alguns conceitos como o efeito chicote (*Bullwhip effect*).

5. 6 Efeito Chicote (*Bullwhip effect*)

Efeito sob o qual o desfasamento criado pelo tempo de propagação de informação (diferença temporal entre consumo no ponto de venda e chegada

dessa informação ao fornecedor provoca um aumento da variabilidade da procura junto ao fornecedor). Este efeito faz aumentar o nível de inventario de segurança afetando todos os integrantes da cadeia.

Criação e venda de produtos sempre envolve um número distinto de empresas operando numa linha em série, considerando uma cadeia de suprimento linear simples, cujos pedidos vêm exclusivamente do membro abaixo de cada estágio da cadeia, ou seja, fornecedores fornecem matéria prima para a fábrica, que fornece produtos acabados para os distribuidores, estes para os atacadistas, que combinam com vários produtos de várias empresas para vender aos varejistas, que vendem ao consumidor do produto.

Neste ambiente, os usuários do final da cadeia (consumidores) geram a demanda para a última empresa da cadeia de suprimento, e a demanda para cada empresa na posição acima é a quantidade pedida pela empresa anterior.

Ou seja, a demanda vista pelo atacadista consiste nos pedidos feito pelo varejista, para os distribuidores, a demanda consiste nos pedidos do atacadista, e assim por diante para cima na cadeia.

Geralmente, os pedidos dos varejistas não coincidem com suas vendas atuais, pois tentam, através de técnicas, prever a demanda que virá do mercado através de dados históricos ou da percepção de tendências sazonais. Similarmente, os pedidos do atacadista ao distribuidor e este para a fábrica também não coincidem. Além do fluxo físico de produtos da cadeia que ocorre em direção ao consumidor final (para baixo), há o fluxo de informações que acontece para cima da cadeia e são transferidas na forma de pedidos que tendem a distorcer e a guiar de forma equivocada os membros superiores em seus estoques e nas decisões de produção.

Um número de empresas neste ambiente tem observado distorções na informação da demanda que se propagam e aumentam à medida que se afasta do consumidor, ou seja, os pedidos para os membros acima na cadeia de suprimento exibem uma variação maior que os pedidos reais no ponto de venda do varejo (distorção da demanda); e a variação dos pedidos aumenta à medida que se move para cima na cadeia (propagação da variação). Este fenômeno é chamado de efeito chicote, chicoteamento ou *Bullwhip Effect.*

É assim chamado, pois uma pequena variação ou flutuação sazonal na demanda consumidora real do cliente pode “bater chicote” para fornecedores acima da cadeia, levando-os a alternar entre situações de superprodução e de ociosidade.

A figura 5.4 ilustra esse fenômeno descrevendo as vendas de um produto numa loja de varejo comparada às ordens colocadas pelo varejista ao seu fornecedor.

a) Previsão de Demanda do cliente = 20 unidades (produtos & serviços)

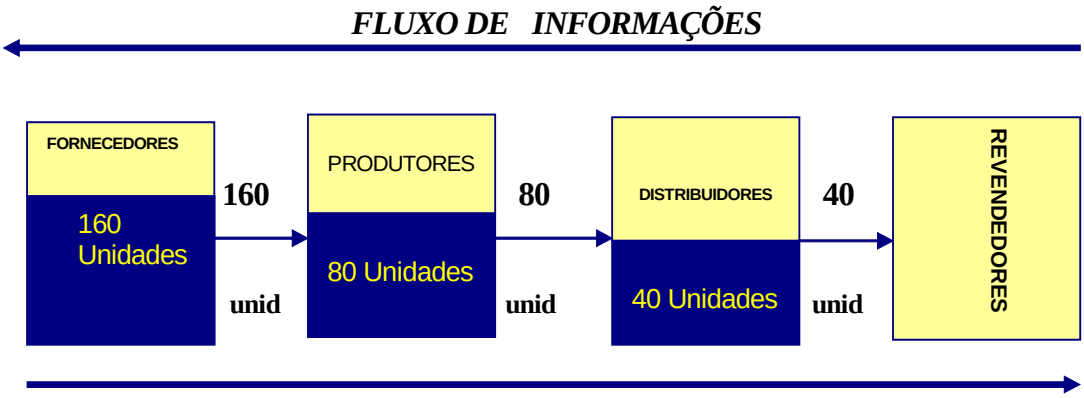


Figura 5.4 – Variação de demanda ao longo da cadeia

Conforme a demanda aumenta, o distribuidor decide adequar a previsão de demanda e aumenta seu inventário garantindo o abastecimento e para evitar problemas imprevistos de demanda. Cada segmento ao longo da cadeia de suprimento aumenta o seu inventário (no caso do exemplo, em dobro) a fim de acomodar as flutuações de demanda. No topo da cadeia de suprimento, no caso o fornecedor recebe o forte impacto do efeito chicote.

b) Previsão de Demanda do cliente = 20 unidades (produtos & serviços)

Revendedores estão comprando produtos a um preço constante. Empresas ao longo da cadeia estão preparadas para definir seus inventários alcançando a demanda constantemente.

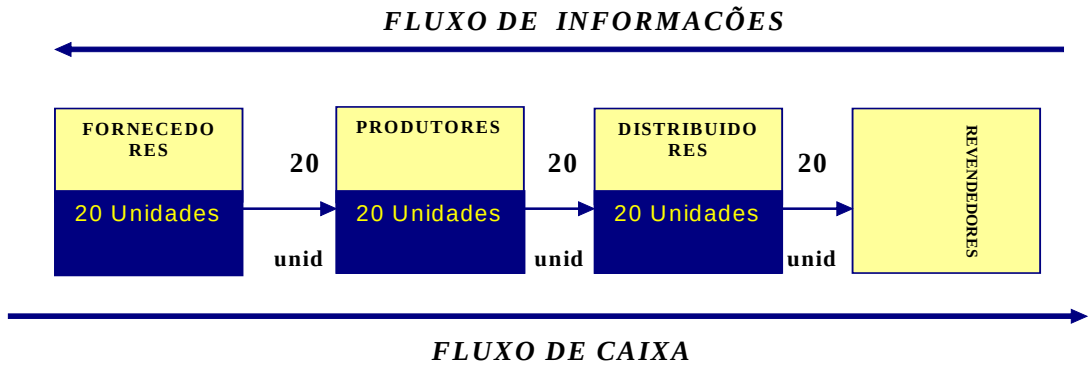
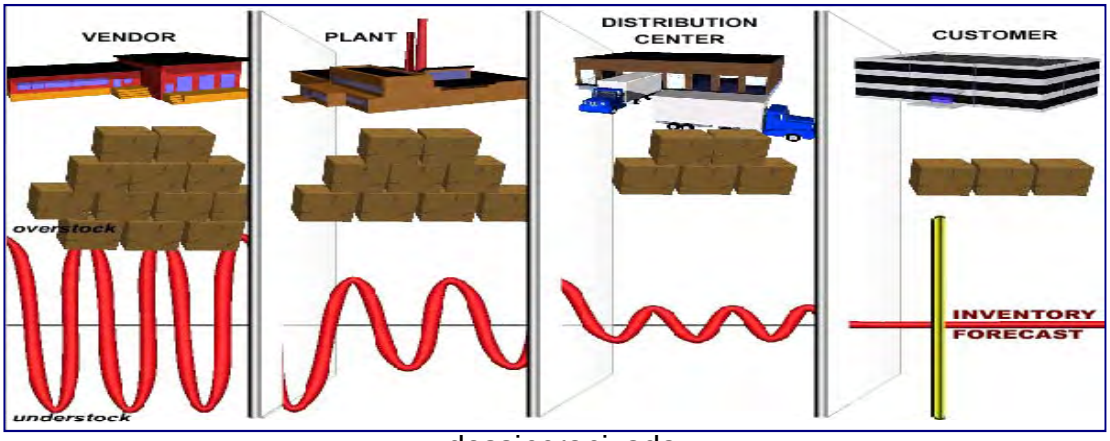


Figura 5.5 – Demanda constante ao longo da cadeia



dessincronizada

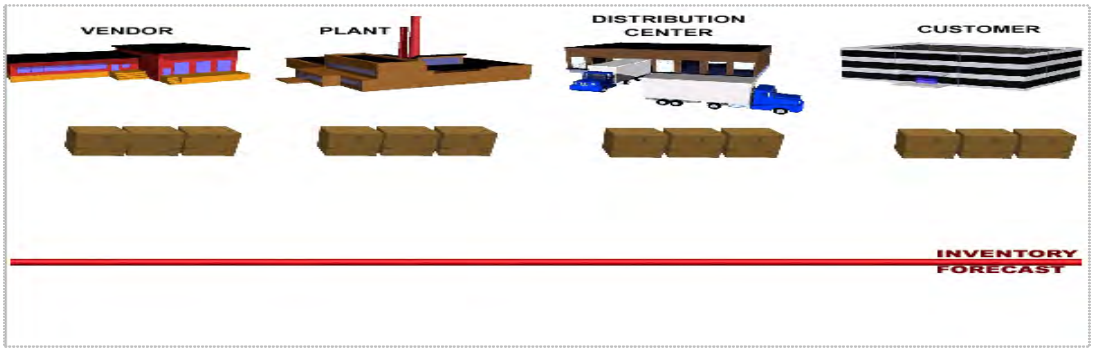


Fig 5.6 – Situação dos estoques na cadeia de suprimento sincronizada
Fonte:<www.ecrbrasil.com.br>acessado em 20 de Junho de 2004

A amplificação da demanda ou “Efeito Chicote” como também é chamado, tem sido identificado como um dos principais contribuintes para aumentar as incertezas na Cadeia de Suprimento e tem apresentado uma

performance pobre em termos de redução de custos, tem aumentado os lead time e reduzido o Nível de Serviços, causando problemas de inventários, qualidade, aumentando os custos de mataria prima e de embarque, perdendo vendas e ajustes de capacidade desnecessários..

5.6.1 Causas do Efeito Chicote:

Segundo CHECCHINATO (2002), apesar das causas precisas do efeito chicote continuarem sob debate, a maioria dos autores concordam que são de dois tipos: do tipo comportamental (decisões individuais e tipos de incentivos), e os não comportamentais (atualização da previsão da demanda, pedidos em lote, flutuação do preço e o jogo de racionamento e falta).

- Causas Comportamentais

a) Decisões Individuais

Uma das causas do efeito chicote é a falha na compreensão do impacto de decisões individuais (ou funcionais isoladas) em toda a cadeia de abastecimento.

As razões que levam um tomador de decisões a pedir quantidades maiores das que ele recebe da demanda consumidora podem ser identificados como os três argumentos básicos de se ter estoques, ou seja, proteção para evitar a falta de produtos, tamanho do lote econômico, e pedido de especulação.

b) Tipos de Incentivos

Incentivos funcionais impróprios contribuem para algumas tomadas de decisões erradas, causando o efeito caótico na cadeia de suprimento. O típico medo das faltas encoraja o pedido em excesso. Os objetivos de marketing, vendas, fabricação e distribuição freqüentemente se confrontam. O desbalanceamento funcional resultante de tais conflitos devem-se, em grande parte as medidas de desempenho funcional impróprias. Essas medidas de desempenho funcional ultrapassadas estão tão mal arraigadas, que se tornam

quase estruturais por natureza, possíveis de serem lidados apenas através de estoque e capacidade sem excesso, que tentam compensar o funcionamento isolado dos diversos departamentos. Mesmo decisões racionais tomadas individualmente dentro da cadeia de suprimento mal estruturada, poderão causar o efeito de chicoteamento.

- Causas não comportamentais

a) Atualização da Previsão de Demanda

Cada uma das empresas pertencentes a uma cadeia de suprimento faz seus pedidos às empresas imédiatamente acima delas na cadeia, desse modo,as previsões de demanda são baseadas no padrão de demandas históricas de seus consumidores imédiatos. Desta forma, somente o varejista faz sua previsão nos padrões atuais da demanda de seus consumidores, os demais apenas ajustam às flutuações na política de ordem de pedidos daqueles que os precedem na cadeia.

Há várias técnicas de previsão da demanda (amaciamento exponencial, média móvel, entre outras), sendo que a maioria delas alocam um peso substancial na demanda real recentemente observada, o que leva à propagação de quaisquer picos repentinos em pedidos realizados em algum elo da cadeia de suprimento.

O efeito é amplificado devido à magnitude dos estoques de segurança cobrindo a demanda ao longo de extensos períodos de *lead time* à medida que se move para cima na cadeia de suprimento, ou seja, que se move do consumidor final (demanda real) em direção ao varejista, atacadista, etc. Ao mesmo tempo, quanto maior o lead time, mais incorreto é a previsão da demanda, uma situação que contribui ainda mais para a variância da demanda e para estoques de segurança maiores.

Conclui-se, então, que não importa qual a técnica utilizada para previsão da demanda, que sempre vai resultar no efeito chicote. No caso do amaciamento exponencial, o gerente da empresa que recebeu o pedido da empresa abaixo da cadeia atualiza suas previsões de demanda futura.

b) Jogo do Racionamento e Falta

O jogo de racionamento e falta ocorre quando a demanda por um determinado produto excede a oferta então os fabricantes freqüentemente racionam seus produtos aos clientes, entregando uma quantidade proporcional àquela pedida. Os clientes, sabendo dessa prática, propositadamente exageram seus pedidos em períodos de falta de suprimento e reduzem ou, quando permitido, cancelam seus pedidos exagerados em períodos de suprimento amplo.

Essa prática do cliente, a qual se denomina jogo de pedidos, oferece pouca informação confiável aos fornecedores a respeito da demanda real do produto. O que ocorre é um erro na percepção dos padrões de demanda do mercado, que leva a padrões de pedidos cada vez mais errados à medida que se move para cima da cadeia de suprimento (ou seja, à medida que se distancia do consumidor final).

Este é o fato dessas quatro causas não compartimentais do efeito chicote serem difíceis de serem monitoradas e ainda mais difícil de se controlar na industria. Há também o fato da possibilidade das quatro causas poderem interagir uma com as outras, combinando os efeitos que não são claramente compreendidos nem na teoria nem na prática.

c) Flutuação do Preço

Através de realizações de acordos comerciais especiais e promoções (abatimento no preço e descontos pela quantidade), muitas vezes, as empresas acabam comprando os suprimentos necessários muito antes da demanda.

Quando isso acontece, os consumidores acabam comprando quantidades maiores que as necessárias, devido ao preço do produto estar abaixo do normal, e deixam de comprar até que seus estoques se esgotem ou quando houver uma nova promoção. Claro que isto não ocorre com produtos

perecíveis, nos quais, tirando restaurantes e ramos do tipo, o consumidor não vai conseguir utilizá-los dentro do prazo de validade.

Este tipo de comportamento faz com que o padrão de compra resultante seja substancialmente diferente do que é na realidade, gerando erros nos cálculos de previsões futuras da demanda. Ainda faz com que os produtores tenham períodos de superprodução; custos extras nas taxas de transporte, que são pagos durante o pico das temporadas; além de falta de espaço para armazenagem do produto

d) Pedidos em lote

Para a redução dos problemas relacionados aos pedidos em lote, deve-se desenvolver estratégias que reduzam os tamanhos dos lotes e promovam pedidos mais freqüentes. Entretanto, esse método pode ser aplicado se as razões sistêmicas que determinam as economias de escala no pedido são eliminadas, ou pelo menos reduzidas.

Através do uso da tecnologia de informação, pode-se cortar o custo do processamento do pedido substancialmente por meio da eliminação do trabalho em papel e dos pontos de retroalimentação ou verificação. Usando o intercâmbio eletrônico de dados as empresas podem implementar o pedido auxiliado por computador (CAO – Ordens Assistidas por Computador), cortar o custo do pedido de compra para um décimo e fornecer incentivos aos clientes para pedirem com maior freqüência.

Quanto ao transporte, mudanças similares podem ajudar a amaciar os padrões de pedidos da cadeia de demanda. Certamente, economias de transporte são de extrema importância na gestão de cadeias de suprimento globais.

Estratégias para evitar que o efeito chicote se agrave (pedidos não freqüentes, padrões de demanda erroneamente observados) dependem da atitude cooperativa entre as empresas de produção/distribuição e as de transporte.

Entre as soluções mais inovadoras está o uso de empresas logísticas terceirizadas, as quais permitem economias de escala no transporte/distribuição que não eram viáveis em relacionamentos

cliente/fornecedor únicos. Empresas logísticas terceirizadas podem consolidar cargas de múltiplos fornecedores localizados próximos uns aos outros ou entregar a múltiplos clientes, alguns dos quais concorrentes diretos, em localidades geográficas próximas.

Pedidos mais freqüentes resultam em pedidos menores e menor será a variação. Entretanto, quando uma facilidade (um estágio qualquer) com uma freqüência maior, a redução na variação da demanda não será vista por ele, mas pelos estágios acima dele na cadeia de suprimento.

Empresas fazem pedidos em lote com o intuito de obter vantagens de economias de escala, como a redução do custo fixo de pedidos e descontos no transporte das mercadorias. O custo do pedido é o custo referente a cada vez que se faz algum pedido, não importando a quantidade; dessa forma, as empresas têm vantagem em fazer pedidos menos freqüentes, mas com grandes quantidades. E, com grandes quantidades a serem transportadas, os meios de transporte, principalmente caminhões, podem ser utilizados na sua total capacidade, reduzindo assim o número de viagens e outros gastos para o transporte de tais mercadorias.

Apesar de ser vantajoso para as empresas, isto faz com que acumulem suas demandas antes de fazer o pedido, e, consequentemente, façam pedidos aos seus fornecedores com menor freqüência (geralmente uma ou duas vezes por mês), o que leva a alternância entre pedidos com grandes quantidades seguidos de nenhum pedido, resultando na dificuldade e no erro da previsão de demandas futuras para estes fornecedores.

5.6.2 Conseqüências negativas do Efeito Chicote

Como conseqüência negativa evidencia-se o resultado de um pobre serviço ao consumidor devido à falta do produto em alguma parte da cadeia de abastecimento.

Outro indicador de do efeito chicote é um excessivo investimento em estoques por toda a cadeia de abastecimento gerado pela necessidade de se proteger contra as variações.

Tomadores de decisão reagem às flutuações da demanda e fazem as decisões de investimento ou mudança nos planos de capacidade para encontrar os picos da demanda. Essas decisões são provavelmente enganadas com os picos de demanda e podem ser eliminados pela reorganização da cadeia de abastecimento.

Flutuações na demanda devido ao efeito chicote podem causar programas de produção perdida, que acabam sendo desnecessárias, pois não há mudanças reais na demanda, somente ineficiência na cadeia de abastecimento.

As variações da demanda causam variação na cadeia logística o qual causa flutuações na capacidade de transporte planejada. Isto irá novamente produzir um esquema sub-ótimo de transporte e irá aumentar os custos de transporte.

5.6.3 Reduzindo o Efeito Chicote

Depois de identificar as causas do efeito chicote, algumas sugestões são feitas para tentar reduzir ou eliminar esse efeito. Pesquisas indicam que a importância do efeito chicote numa empresa difere conforme o ambiente específico do negócio e, com condições apropriadas, a sua eliminação ou redução pode aumentar o lucro do produto de 10 a 30%.

Entre as sugestões estão: a redução da incerteza e variabilidade da demanda futura, previsão da demanda, redução no *lead time*, como evitar pedidos em lote, variações no preço, oferta e procura ainda, alianças estratégicas.

5.7 Incerteza, variabilidade e Previsão de Demanda

A incerteza da demanda pode ser reduzida através da centralização da informação da demanda, ou seja, cada empresa da cadeia de suprimento tem conhecimento da demanda consumidora real e atual. Desse modo, todos podem utilizar esses dados para criar previsões de demanda mais precisas do que aquelas feitas com base nos pedidos feitos pela empresa anterior. Dados do ponto-de-venda das lojas de varejo, se disponível e possível, devem ser

passados para as empresas acima na cadeia de suprimento (aqueles cada vez mais distantes do consumidor final). A tecnologia de Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI) pode ser usada para compartilhar essa informação.

EDI é uma tecnologia que permite a troca eletronicamente de documentos de negócios (faturas, duplicatas, pedidos de compra, solicitação de material de estoque, ordem de transporte, etc), de forma padronizada entre duas empresas distintas e independentes as quais podem ter sistemas de informação em diferentes plataformas de hardware e software e podem estar situadas em diferentes locais. Tem como principais vantagens: redução de custos diretos e indiretos, armazenamento de dados, atendimento perfeito a filosofia Just-in-Time (JIT). Possibilita a troca de informações sobre estoques entre fábricas e fornecedores, sobre a programação das entregas e regularidade do fornecimento reduzindo custos.

Às vezes, empresas deixam o controle total das funções de previsão e estoques para parceiros que estão acima deles na cadeia de suprimento a fim de evitar flutuações desnecessárias nos pedidos. Na indústria de produtos de consumo,tais práticas são conhecidas como Estoque Gerenciado pelo Fornecedor (VMI – Vendor Managed Inventory) ou Reposição Contínua (CR– Continuous replenishment).

O Estoque Gerenciado pelo Fornecedor (VMI), Just-in-Time Distribution (JITD), e Resposta Eficiente ao Consumidor (ECR- Efficient Consumer Response), todos se referem ao mesmo conceito, mas aplicados a diferentes indústrias. Por exemplo, indústrias de produtos comestíveis e vestimentas usam VMI e JITD.

Utilizando o VMI, o fornecedor entrega quantidades através de um canal de distribuição. Algumas de suas características incluem: o encurtamento da cadeia de suprimento, previsão centralizada, comunicação freqüente do estoque, da falta de produtos em estoque e promoções planejadas (estas informações podem ser conectadas através do EDI),caminhões são preenchidos com prioridades (por exemplo: itens que estão em falta têm prioridade, em segundo itens que são pedidos para alcançar o nível de estoque alvo, depois carregamentos de itens promocionais e finalmente itens que são

pedidos mesmo que a empresa já tenha alcançado o nível mínimo do estoque alvo).

Como resultado da prática de VMI se tem: a redução do estoque e da falta de produtos em estoque.

5.7.1 *Lead Time* reduzido

A redução do *lead time* implica no preenchimento rápido dos pedidos que não foram atendidos devido a uma falta do produto em estoque.

O *lead time* tipicamente inclui dois componentes: o *lead time* de pedidos (tempo que leva para produzir e entregar um item) e o *lead time* da informação (tempo que leva para processar um pedido).

Sistemas de informação como EDI reduz o *lead time* na parte ligada ao processamento de um pedido, papéis, burocracia e atrasos na entrega, o fornecedor pode antecipar a chegada de um pedido através da transferência de dados do ponto de venda.

O *lead time* de pedido pode ser reduzido através do uso de *cross-docking*, que é uma operação do sistema de distribuição em que os produtos são recebidos, selecionados e encaminhados para outro veículo. Os produtos podem ser recebidos e direcionados para uma área de preparação em que várias atividades, como colocação de novas etiquetas, embalagens especiais, pequenas montagens, pacotes customizados e outros atributos de marketing realizados para distribuição dos produtos, conforme necessidades de cada cliente.

Para fornecedores as vantagens de se utilizar o *cross-docking* são: redução de estoques, menor custo de produção, melhor uso da frota,ampliação de negócios; e para o cliente são: redução de estoques, menor custo de compra, menos falta de estoques, planejamento de compras.

As desvantagens tanto para os fornecedores como para os clientes são: dependência, investimento em equipamento, investimento no relacionamento.

5.7.2 Flutuações no Preço

Para se evitar flutuações no preço, a estratégia é reduzir a freqüência e a magnitude de acordos comerciais especiais e promoções ao consumidor.

Pode-se utilizar estratégias como o EDLP (*every day low price* – preço baixo todos os dias) que atua no esforço de estabilizar preços podendo levar a um padrão de demanda mais estável ao longo da cadeia de suprimento.

Contratos especiais de compra podem ser implementados no sentido de especificar intervalos regulares de pedidos para melhor sincronizar as entregas e as compras.

Por exemplo, quando um varejista utiliza EDLP, ele oferece produtos a um único preço consistente, ao invés de oferecer o preço regular com períodos de promoção. Desse modo, eliminando preços promocionais, o varejista consegue eliminar muitas das mudanças da demanda que ocorrem durante as promoções.

Através do EDLP consegue-se reduzir a variabilidade inerente ao processo de demanda do consumidor, diminuindo dessa forma o efeito chicote, por exemplo, se a demanda consumidora vista pelo varejista for diminuída, mesmo que o efeito chicote ocorra, a variabilidade da demanda vista pelos demais estágios da cadeia também será reduzida.

Programas de reposição contínua (CRP - *Continuous Replenishment Programs*) com políticas de preço de atacado racionalizadas tem o mesmo efeito do EDLP e também pode ser implementado.

5.7.3 Alianças e Estratégias

Por fim, alianças estratégicas com um certo número de parceiros modificam o modo como a informação é compartilhada e o estoque é gerenciado dentro da cadeia, possibilitando a eliminação ou redução do efeito chicote.

Além destes efeitos com impacto no inventario ,existem ainda os seguintes com impacto operacional

- Dupla movimentação de mercadoria

- Inflação das necessidades de armazenamento (espaço e equipamento de armazenagem).

Para melhor gerenciamento do Efeito Chicote foram observados os seguintes tópicos:

Causas	Soluções recomendadas
Processamento da Demanda	Diminuir o tempo de suprimento dos materiais Compartilhar informações ao longo da Cadeia
Processamento em Lotes	Reduzir tamanho dos lotes por economias de escala. Reduzir os custos de pedidos
Flutuações de Preços	Reduzir promoções
Racionamento	Venda conforme histórico Compartilhar informações de capacidade Limitar flexibilidade (alterações, cancelamentos)

Tabela 5.2 – Causas e soluções recomendadas
Fonte: Adaptado de DORNIER (1998).

5.8 CPFR

CPFR é o sistema de colaborativo de planejamento, previsão e reabastecimento. É um conceito usado para coordenar as várias atividades do gerenciamento da cadeia de suprimentos incluindo a produção, compras e o planejamento, a previsão de demanda e a reposição do inventário entre clientes e fornecedores negociando de maneira sincronizada dentro da cadeia da suprimentos de maneira que o modo de atendimento ao cliente seja aperfeiçoado enquanto o gerenciamento do estoque é tornado mais eficiente. O *trade-off* (compensação) entre atendimento ao cliente e estoque é por meio disso, alterada.

Tendo mostrado que o conceito CPFR pode causar impacto no resultado financeiro de seus negócios, as empresas estão procurando expandir os programas dos poucos itens envolvidos nos pilotos às centenas ou milhares de itens contemplados na maioria dos relacionamentos comerciais. Isto foi um desafio para todas as organizações ,inclusive os fornecedores de software para os quais um dos principais focos foi garantir que o software tenha capacidade de expansão, isto é, que não haja barreiras ao número de organizações e produtos envolvidos na rede do CPFR.

Os anos 80 testemunharam o desenvolvimento de *just-in-time* (JIT) como uma filosofia para melhorar operações. O sucesso atribuído ao JIT é devido a prática de sincronizar externamente o planejamento de produção, programar de operações, compra, e as atividades de suprimento a partir de vários fornecedores negociando com o cliente e que compreendem a cadeia de abastecimento.

A sincronização de atividades *Inbound* (logística de entrada) de gerenciamento de materiais resultou em inventários reduzidos, na utilização melhorada da capacidade e em níveis de serviço ao cliente mais elevados, eleito como que um anfitrião que representava os benefícios relacionados como adicionais para todos os participantes da cadeia de abastecimento. A troca da informação do planejamento no lado *Outbound* (logística de saída) de distribuição ao varejista para a cadeia de abastecimento foi negligenciada pela maior parte.

Estudos), investigam como o planejamento colaborativo, a previsão e a reposição (CPFR) estão sendo usados como meios de integrar todos os membros da cadeia de abastecimento incluindo a distribuição e as atividades de varejo. O ponto da colaboração que utiliza CPFR transforma a previsão nivelada da demanda do varejo, que é usada então para sincronizar plantas do reposição e da produção durante toda a cadeia de suprimento. Este texto examina o CPFR; explicando o processo, seguindo sua evolução citando os benefícios que foram conseguidos, identificando obstáculos à execução, e a propor o desenvolvimento lógico à continuidade futura, pois o CPFR está emergindo como uma ferramenta importante.

5.8.1 Processo CPFR

Tem como objetivo trocar a informação interna selecionada em um banco de dados compartilhado a fim fornecer visões futuras, da demanda na dentro da Cadeia de Suprimentos. O CPFR está sendo usado para substituir intercâmbio eletrônico de dados (EDI) presente há 15 anos no ambiente de tecnologia de informações.

Há dois inconvenientes principais de EDI. Primeiro, ele está uma velocidade mais lenta. EDI requer entrada manual dos dados por ambos os parceiros comprador e fornecedor é feito tipicamente na modalidade de transferência de dados, que atrasa mais a troca de informação. O segundo inconveniente é que o EDI é mais caro do que CPFR dado sua natureza proprietária, variedade dos padrões, e o ambiente de redes adicionadas .

O software usado em aplicações de EDI emprega uma variedade de padrões da indústria ou especificações exatas do fornecedor, aumenta o limite de uso. Por outro lado o CPFR está ganhando a aceitação devida em parte às descobertas da tecnologia associadas com as comunicações .

Passos básicos precisam ser desenvolvidos:

1 - Desenvolver acordos na linha de frente

2 - Criar planos de negócios conjuntos

3 - Criar previsões de vendas individuais

4 - Identificar exceções nas previsões de vendas

5 - Solucionar/colaborar na solução de itens de exceção

6 - Criar previsões de pedidos

7 - Identificar exceções nas previsões de pedidos

8 - Solucionar/colaborar na solução dos itens de exceção

9 - Gerar pedidos

5.8.2 Aplicações do CPFR

A prática do conceito colaborativo vem sendo estimulada em várias incitavas industrias, tais como JIT (*just-in-time*), VMI (*vendor-managed inventory*), ECR (*efficient consumer response*). Esta iniciativa encoraja os parceiros da cadeia de suprimentos em colaborar e trocar as informações mantendo o controle e reduzindo o nível de inventários.

A metodologia vem sendo aplicada em larga escala na industrias como por exemplo alimentos e vestuário.

A implementação do CPFR bem como a maioria de novas iniciativas, enfrenta resistência aos obstáculos reais de mudança . São estes: lacuna da confiança em compartilhar da informação sensível; a falta do colaboração; disponibilidade interna da previsão de demanda e o custo do conhecimento; fragmentar a informação compartilhada deixando fora dos padrões; medo do colisão,falta de confiança no parceiro.

Um dos maiores obstáculos na colaboração é a falta da informação completa e compartilhar esta entre parceiros da cadeia de suprimentos .

O objetivo de maximizar o lucro entre o vendedor e o cliente minimizando do custo causa o relacionamento adverso da cadeia de suprimentos.

Compartilhar de dados sensíveis operando-se numa mesma cadeia pode permitir a um parceiro de negocio fazer uma análise vantagem do outro. Similarmente, há a perda potencial do controle como uma barreira à execução. Algumas companhias têm consenso sobre a idéia de colocar dados estratégicos tais como programações financeiras nos relatórios, manufatura e valores de inventário em na rede . As companhias abrem-se às rupturas da segurança.

Um nível aberto da cooperação interna e externa é requerido a fim alcançar os benefícios oferecidos pelo modelo colaborativo. Dado que a demanda pode ser prevista muitas maneiras (por exemplo por unidade, por classe do produto, por vendedor, por posição do cliente, etc.), as várias disciplinas funcionais tais como o marketing, as operações e as finanças de

muitas firmas mantiveram previsões separadas da demanda e figuras financeiras.

A cooperação interna entre as várias departamentos funcionais que necessitam a informação prevista para finalidades do planejamento é requerida. CPFR requer uma troca de informação mais adiantada e mais livre entre disciplinas dentro de uma organização dada a natureza de funcionamento cruzado de equipes da previsão colaborativa. Isto cria uma companhia mais robusta construída por processo.

O projeto do processo do previsão da demanda deve integrar habilidades e métodos quantitativos com avaliação qualitativa usando um processo colaborativo que opere através das funções do negócio, dos canais de distribuição, dos clientes chaves, e das posições geográficas .

Um obstáculo final à execução da colaboração focaliza no medo a condução a preços mais elevados . É possível que dois ou mais fornecedores ou dois ou mais varejistas conspirem e compartilhem da informação que possa ser prejudicial ao sócio negociador. Freqüentemente este medo surge quando o artigo que está sendo comprado é costumeiramente fabricado ou que possui uma natureza proprietária, estando mais ou menos prontamente disponível. As parcerias a longo prazo do fornecedor entre parceiros mutuamente verdadeiros reduzem o potencial das atividades de colisão.

5.8.3 Vantagens da colaboração eletrônica

Diversas são as vantagens da colaboração eletrônica:

- Existe uma maior disponibilidade de produtos ao consumidor e, consequentemente, mais vendas.
- O atendimento total é aperfeiçoados custos totais são reduzidos (inclusive os de estoque, desperdícios e recursos) e as capacidades podem ser diminuídas por causa das reduções e das incertezas alcançadas.

- Os processos que englobam duas ou mais empresas tornam-se muito mais integrados e consequentemente, mais simples, padronizados, velozes e certos.
- As informações são comunicadas rapidamente de uma maneira mais estruturada, e é transparente pela cadeia de suprimento a todos os usuários autorizados. Todos os usuários sabem onde encontrar informações atualizadas.
- Pode-se fazer uma auditoria para dizer quando as informações foram alteradas.
- Lembretes via e-mail podem atualizar os usuários em relação à variância e ao progresso, bem como confirmar autorizações.
- Os dados que estão no sistema podem ser utilizados para propósitos de monitoramento e de avaliação.
- O processo pode ser concluído em um período de tempo rápido a um custo total mais baixo.
- Todos os parceiros comerciais tornam-se mais comprometidos com os planos e objetivos compartilhados. São feitas mudanças com mais cuidado ,preocupando-se em torná-las imédiatamente visíveis a todos.

Criando relacionamentos mais próximos:

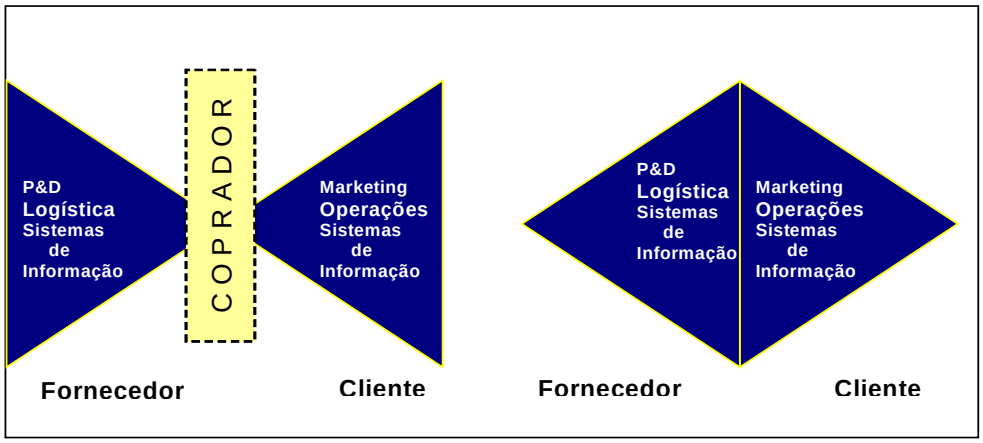


Figura 5.7 – Relacionamentos cliente fornecedor

Fonte: HARRISON (2003)

O tradicional relacionamento fornecedor cliente foi limitado ao contato principalmente, entre o comprador e o vendedor do fornecedor. Outras funções, como a de sistema de informações são mantidas muito distantes. De fato o comprador do cliente afirma que as negociações com o fornecedor devem passar somente por ele: dessa maneira, garante-se que comunicações sensíveis como as que afetam o preço sejam limitada a um único canal.

Este estilo tradicional de relacionamento (“gravata borboleta”) é contrastado com o de múltiplos contatos (“losango”) . Neste caso, os contatos entre diferentes funções são encorajadas positivamente, e o relacionamento distante é substituído por um gerenciamento de relacionamento ativo e pelos processos de desenvolvimento de fornecedor.

5.9 O Futuro

Muitas companhias estão começando a usar sua *Intranet* para melhorar a colaboração dos processos internos) com sistemas do ERP (Planejamento dos Recursos da Empresa). A Revista Fortune registra uma companhia $ 4,8 bilhões, que está melhorando a colaboração entre vendas, marketing, engenhara, e a manufatura com sistemas de ERP. ERP está sendo usado cada vez mais fornecer a base interconectada da transação entre os vários sistemas de planejamento que compreendem uma *Intranet* .

O ERP permite um transferência automática de previsões da demanda de cliente em uma variedade dos módulos incorporados do planejamento da *Intranet*. Estes sistemas avançados de suporte a decisão da empresa focalizam pela maior parte em integrar e em otimizar atividades do planejamento e transações, intra-organizacional.

Quando ERP for usado com sucesso padronizando as necessidades processando transações financeiras internas de uma organização, a etapa seguinte estará acoplando seus distribuidores nas parcerias usando tecnologias de Internet estandardizando suas necessidades e processando transações financeiras e externas. Embora hoje o ERP não se focalize a esforços colaborativos do negócio as aproximações de CPFR existem. Vários

caminhos estão sendo investigados para aumentar relacionamentos colaborativos por *extranets* entre os integrantes da cadeia de suprimento. Muitos destes esforços são baseados na linha do software, que é usado construindo uma interface facilitando a colaboração do negócio e sincronizando os processos do negócio.

Atualmente há vários fornecedores ERP, diversos que oferecem o software capaz de integrar uma demanda de cliente prevista em um módulo do planejamento de produção. Alguns destes fornecedores estão emergindo também com aplicações que hospedam o negócio, por meio das instalações colaborativas, da previsão de vendas e do planejamento oferecidas a vários grupos dos usuários. Estes novos serviços são destinados a varejistas e fabricantes que querem começar a usar a Internet conectadas aos dados de negócio com finalidades colaborativas. O CPFR conjuntamente com ERP será usado cada vez mais para fornecer a base interconectada da transação entre os vários sistemas de planejamento através da Internet.

Este sistema permitiria aos clientes, fornecedores, distribuidores, o acesso *real-time* dos consumidores ao sistema de ERP através de um *extranet*. Especificamente, os integrantes da cadeia de suprimentos que utilizam sistemas de CPFR poderão logo conectar sistemas de planejamento de ERP através do mundo Web.

A futura evolução de CPFR permitirá a transferência automática de previsões da demanda do integrante da cadeia de suprimentos em programações de produção ao fornecedor, contabilidade (receitas, contas a pagar e contas a receber), exigências de recursos humanos e aplicações do planejamento da cadeia de suprimentos tais como as atividades de armazenagem e de controle de inventário via sistemas de ERP.

A etapa lógica seguinte no desenvolvimento de CPFR é a integração do negócio, das várias atividades de planejamento do sistema de ERP, realizadas para todos os integrantes da cadeia de suprimentos, incluirá a melhor colaboração, aumento de vendas, custos operacionais mais baixos, níveis de serviço ao cliente mais elevados e tempos de ciclo reduzidos .

5.10 Conclusões

Com base na literatura utilizada constatou-se que a logística evoluiu desde as atividades militares, onde trabalhava em silêncio, para o âmbito empresarial onde exerce um função estratégica .

A divisão sugerida por NOVAES 2001) para a evolução da logística ao gerenciamento da cadeia de abastecimento apresenta-se em quatro fases: A primeira fase : Atuação segmentação ,onde as empresas procuravam formar lotes econômicos par transportar seus produtos, dando menor importância aos estoques. A segunda fase: Integração rígida a qual caracterizava-se com uma busca inicial de racionalização integrada na cadeia de suprimentos ,mas ainda muito rígida, pois não permitia a correção dinâmica do planejamento ao longo do tempo. Em seguida a terceira fase, onde passou-se a observar a preocupação com a satisfação plena com o cliente ,entendendo-se como tal não só o cliente interno, mas sim todos os elementos da intermediários ,que por sua vez são os clientes dos fornecedores que os antecedem na cadeia de suprimento. Outra tendência notada nessa fase foi a busca permanente e paulatina, aparentemente utópica, do Estoque Zero. Essa forma de atuar de maneira sistemática e contínua estava ligada à idéia de kaisen dos japoneses e foi aplicada com sucesso na Toyota . Na quarta fase da Logística ocorreu um salto qualitativo da maior importância: as empresas da cadeia de suprimento passaram a tratar a questão logística não mais de forma operacional, mas de forma estratégica e as empresas participantes da cadeia de suprimento passaram a buscar soluções novas, quebraram-se as fronteiras, que antes separavam os diversos agentes da cadeia logística.

Já numa visão sistêmica passou-se a gerenciar a cadeia de suprimentos a qual tem a seguinte definição do Supply Chain Management adotada pelo Fórum de SCM realizado na Ohio State University:

> “SCM é a integração dos processos industriais e comerciais ,partindo do consumidor final e indo até os fornecedores iniciais ,gerando produtos, serviços e informações que agreguem valor para o cliente.”

O gerenciamento de uma cadeia de suprimentos pode ser otimizado através do uso de ferramentas de simulação ,suportadas pela tecnologia de informações, para analisar e verificar modelos teóricos, quando se tornar dificultoso tratar o modelo em um nível puramente conceitual ou operacional. Como tal ,simuladores experimentam um papel fundamental na industria e nos meios acadêmicos. Entre os simuladores destacam-se os sistemas dinâmicos, Jogos de empresas, o Jogo da Cerveja (*Beer Game*) onde é possível evidenciar o efeito sob o qual o desfasamento criado pelo tempo de propagação de informação (diferença temporal entre consumo no ponto de venda e chegada dessa informação ao fornecedor provoca um aumento da variabilidade da procura junto ao fornecedor). Este efeito, chamado Efeito Chicote, propaga-se ao longo da cadeia e faz aumentar o nível de inventario de segurança afetando todos os integrantes da cadeia. Neste cenário, a demanda gerada pelos usuários (consumidores) é replicada aos fornecedores anteriores e a demanda para cada empresa na posição acima é a quantidade pedida pela empresa anterior. De maneira geral, os pedidos dos varejistas não coincidem com as vendas atuais ,pois pressupõem que as vendas ocorrerão como nos dados históricos ou de percepção de tendências sazonais. Ocorre então o fluxo físico em direção ao consumidor dentro da cadeia o qual combinado aos fluxos informações são transferidos em forma de pedidos que tendem a distorcer e a orientar de forma equivocada os membros superiores em sues estoques e nas decisões de produção, caraterizando como que uma onda que propaga erros proporcionais ao grau de distorção, onde o primeiro fornecedor poderá acabar absorvendo o somatório dos erros na proporção do grau de distorção e ao número de supridores ao longo da cadeia.

As causas do Efeito Chicote são classificadas como compartamentais e não compartamentais, tendo como principais conseqüências o pobre nível de serviço ao cliente, excesso em estoques, perda da lucratividade entre outras.

Algumas das ações sugeridas para tentar reduzir este efeito sugeridas são : a redução da incerteza e variabilidade da demanda futura, previsão da demanda, redução no lead time, como evitar pedidos em lote, variações no preço, oferta e procura ainda, alianças estratégicas.

Como tendência futura desponta o CPFR (Sistema colaborativo de planejamento,previsão e reabastecimento um conceito usado para coordenar as várias atividades do gerenciamento da cadeia de suprimentos incluindo produção, compras e o planejamento previsão de demanda e a reposição do inventário entre clientes e fornecedores negociando de maneira sincronizada dentro da cadeia de suprimentos.

Destacam-se algumas das vantagens da colaboração eletrônica :

Existe uma maior disponibilidade de produtos ao consumidor e, consequentemente, mais vendas.

Os processos que englobam duas ou mais empresas tornam-se muito mais integrados e consequentemente, mais simples, padronizados, velozes e certos.

As informações são comunicadas rapidamente de uma maneira mais estruturada, e é transparente pela cadeia de suprimento a todos os usuários autorizados. Todos os usuários sabem onde encontrar informações atualizadas.

Como obstáculos pode ser citados:

Falta da informação completa e compartilhamento entre parceiros da cadeia de suprimentos .

Como obstáculo final à execução da colaboração focaliza no medo a condução a preços mais elevados . É possível que dois ou mais fornecedores ou dois ou mais varejistas conspirem e compartilhem da informação que possa ser prejudicial ao sócio negociador.

Na compilação deste trabalho foi destacada a importância da logística integrada ao sistema de abastecimento da empresa em estudo. No capítulo seis, onde foi abordada a Metodologia de análise e seleção de um método de previsão de demanda , foi executada a modelagem da cadeia de suprimentos da empresa estudada , onde foram abordadas as conseqüências do Efeito chicote, identificadas algumas variáveis e problemas de estoque, como por exemplo o alto nível de inventário, rupturas de estoque e excessos de materiais, pobre nível de satisfação do cliente.

No capítulo sete ,o qual tratou da Metodologia da Aplicação Prática foram confirmados as conseqüências do efeito chicote, evidenciada a posição de estoques a qual estava gerando um alto custo financeiro, obsolescência e comprometendo a performance do negócio.

No inicio do estudo os dados apresentados pela área produção apontavam um estoque inicial sete vezes maior do que a vendas realizadas .Embora este valor estivesse dentro dos limites de previsão de vendas, a venda realizada estava sete vezes menor do que a prevista, isto é, caracterizou-se o Efeito Chicote, onde o desfasamento criado pelo tempo de propagação de informação (diferença temporal entre consumo no ponto de venda e chegada dessa informação ao fornecedor provoca um aumento da variabilidade da procura junto ao fornecedor). O aumento do nível de inventario afetou todos os integrantes da cadeia.

O desenvolvimento destas técnicas serão apresentados em maior detalhes no próximo capítulo seis, Metodologia e, capítulo sete Aplicação Prática ,respectivamente.

6. METODOLOGIA

Este capítulo propõe uma metodologia para análise e seleção de um método de previsão de demanda com base no conceito de rede colaborativa, onde a cadeia de suprimentos como um todo busca focar no comportamento final do cliente, saindo do conceito de cada fornecedor olhar para seu cliente separadamente.

A elaboração de um método de planejamento de demanda requer de uma organização, conhecimento e habilidade em três áreas básicas: (a) compreender a fundamentação teórica, (b) desenvolver a metodologia, análise dos dados e tratamento estatístico, e (c) aplicação prática e análise crítica dos resultados e medidas de acuracidade do método.

6.1 ETAPAS DA METODOLOGIA

A metodologia proposta compreendeu três etapas principais, revisão bibliográfica, desenvolvimento da metodologia e aplicação prática. Seu detalhamento é apresentado a seguir.

Fluxograma da Metodologia proposta

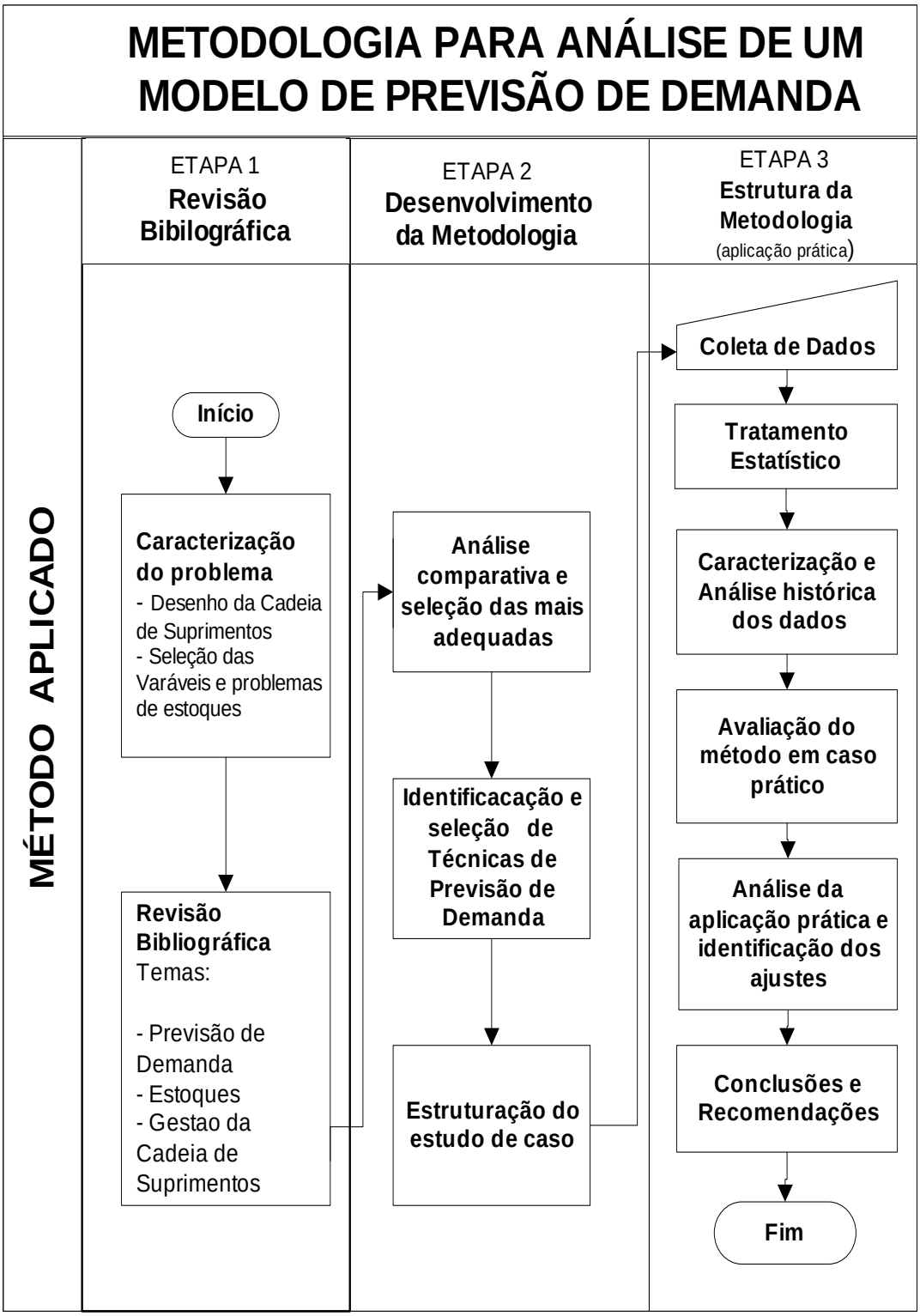


Figura 6.1 - Fluxograma de Metodologia Proposta

6.2 DESENVOVIMENTO DA METODOLOGIA

Na primeira etapa o capítulo I buscou-se a representação do macro modelo da cadeia de suprimentos da empresa em estudo, seus principais fluxos e agentes, contemplando desde a entrada do pedido de vendas até a entrega final da solução ao cliente.

Em seguida foram identificadas algumas variáveis e problemas de estoque, tais como alto nível de inventário faltas e excessos de materiais, falta de comunicação entre as áreas, baixo nível de satisfação do cliente entre outros.

A partir dai buscou-se fundamentação teórica através de um levantamento da literatura sobre o assunto previsão de demanda e sua importância para as atividades empresarias. Foi uma revisão bibliográfica focando como são tratados na literatura, sistemas e modelos de previsão existentes, comparado-os entre si e mostrou as vantagens e desvantagens no seu uso e aplicações.

As principias técnicas foram classificadas nas categorias qualitativas, quantitativas e causais. Foi apresentado um quadro comparativo das técnicas de previsão, relacionados os principais autores citados no trabalho e os principais requisitos observados para elaboração de uma boa previsão. Neste texto foram também abordados os horizontes de planejamento, o uso da técnicas de séries temporais e suas aplicações - média móvel simples, média móvel ponderada e média ponderada exponencial. Foram também discutidos o rastreamento da previsão, medidas de erro, desvio padrão. A metodologia Box e Jenkins e técnica de previsão de Redes Neurais e programas de computadores para previsão completaram a discussão de previsão de demanda.

Foi pesquisado também o tema da gestão de estoques, sob uma visão integrada com as atividades do processo logístico, políticas de estoque e estratégia de negócio. Foram apresentados alguns indicadores-chave de desempenho da gestão de estoques. A função de custos e demonstrativos financeiros de estoques concluíram a abordagem do tema.

Pesquisou-se também a gestão da cadeia de suprimentos e o conceito logístico, referenciando as fases e evolução da logística ao gerenciamento da cadeia de suprimentos e discutindo o futuro com base no tema de rede colaborativa. As simulações e a metodologia de sistemas dinâmicos trouxeram à pauta os jogos de empresas e uma narrativa detalhada do jogo da cerveja e o efeito chicote (*Bull-whip Effect*), suas causas, suas conseqüências e sugestões de como reduzir e evitar este efeito.

A partir das informações disponíveis, variáveis encontradas e o reconhecimento das características do Efeito Chicote,o trabalho foi estruturado de maneira a testar os métodos de previsão de demanda média móvel simples e suavização exponencial de forma tal que permitisse ao final da pesquisa uma comparação dos resultados e evidenciando qual deles apresentaria a melhor acuracidade

Foram executadas análises comparativas dos resultados dos métodos séries temporais , evidenciadas quais as técnicas de previsão de demanda mais adequadas ao ambiente empresarial em estudo.

O estudo considerou os pontos-chave da previsão, definidos como, demonstração e análise a partir do gráfico temporal da série, verificando se existiam tendências e variações aleatórias, definição dos elementos temporais, ou seja, horizonte de previsão e análise das técnicas de previsão, identificou e recomendou o modelo que melhor atendeu a necessidade do estudo de caso - média móvel ou a suavização exponencial.

6.3 ESTRUTURA DA APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação prática compreendeu uma pesquisa onde coletou-se os dados disponíveis na área de Marketing, Vendas e o histórico de produção da empresa estudada. A área de Produção iniciou o processo fornecendo os dados históricos e área de Marketing completou os dados com as informações de venda no país.

Foram analisados os dados disponíveis e a seguir foram aplicados tratamentos estatísticos para identificação de média, distribuição ,estratificação de causas e visualização gráfica.

Nesta fase foi caracterizado o problema, análise do histórico de dados avaliação do método do estudo de caso, considerando as variáveis obtidas nas pesquisas e os dados históricos da empresa. Após foi executada a aplicação prática e identificação de custos, sistema de abastecimento, estratificação e prazos de entrega, tratamento estatístico das principais causas e sub-causas de atrasos na entregas.

A seguir foram compilados todos os dados e transformados em informações e aplicados os métodos de média móvel simples e suavização exponencial e analisada a estrutura dos métodos e sua aplicação.

Imediatamente foram apontados os pontos fortes e pontos fracos do método escolhido, discutindo a sua validade ou não e a aplicação no ambiente real de operações industriais. O método proposto foi aplicado praticamente e ajustado.

Foram analisadas e verificadas as duas hipóteses iniciais propostas no primeiro capítulo sendo a primeira "o método de previsão que apresenta menor desvio padrão das diferenças entre demanda prevista e real, possui a melhor acuracidade para determinada demanda", e a segunda "com melhor acuracidade da previsão de demanda pode-se reduzir o nível de estoques e minimizar o efeito de propagação de erro, para um mesmo nível de serviço, em todos os elos da cadeia de suprimentos".

Na empresa estudada, os responsáveis pelo gerenciamento de materiais buscaram manter premissas de prazo, custo e qualidade, porém pelo histórico de vendas dos últimos meses evidenciou-se não estar havendo sincronismo entre a previsão de demandada, produção e vendas. Como resultado o nível de inventários no país no fornecedor (matriz USA) está gerando um alto custo do investimento, obsolescência e comprometendo a performance do negocio, considerando também o grau de insatisfação do cliente, quanto ao não cumprimento de prazos acordados. A aplicação foi baseada nos passos apontados no fluxograma conforme a figura 6.2 e considerando o modelo de negócio ,conforme detalhado a seguir.

Fluxograma da Aplicação prática

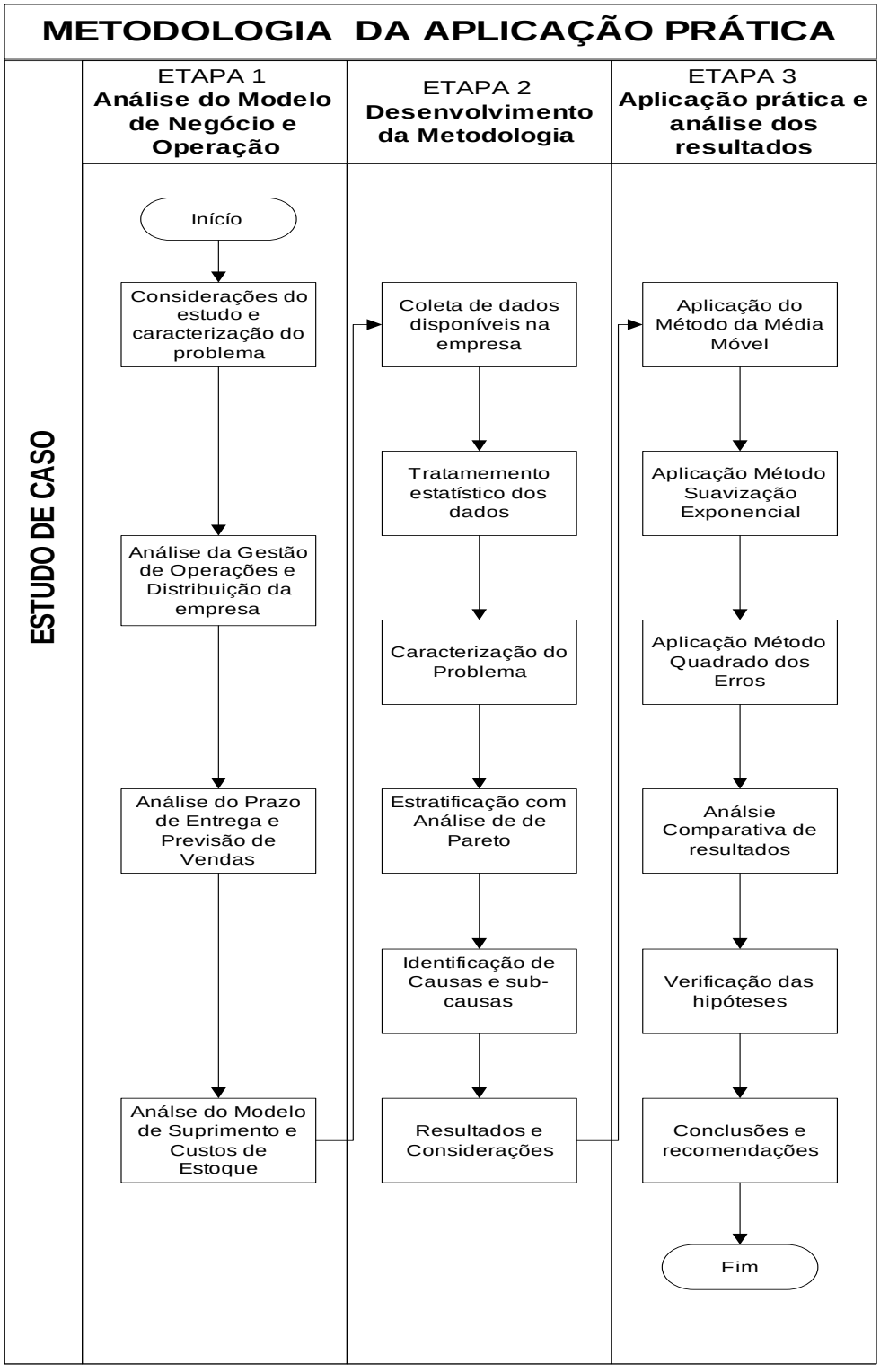


Figura 6.2 - Fluxograma da Aplicação Prática

7. APLICAÇÃO PRÁTICA

7.1 ANÁLISE DO MODELO DE NEGÓCIO E OPERAÇÕES

No desenvolvimento deste estudo foram considerados alguns pontos importantes da previsão, definidos a seguir:

- Com base nos dados fornecidos, demonstrar e analisar a partir do gráfico temporal da série se existem tendências, se existem variações aleatórias.
- Ainda com base nas informações fornecidas pela empresa definir os elementos temporais, ou seja, horizonte de previsão, período de previsão e a freqüência com que esta necessita ser realizada. Com base nestes valores fazer algum tipo de argumentação usando os dados do item acima.
- Por solicitação do estudo, analisar as técnicas de previsão e identificar e recomendar o modelo que melhor atenda a necessidade do estudo de caso (média móvel ou a suavização exponencial).
- Levantar os dados de demanda dos produtos acabados até a determinação do custo anual de manutenção dos itens estoques como matéria-prima.
- Identificar como é realizada a verificação da acuracidade da previsão de demanda de séries temporais e sua influência no estoque.

7.1.1 ANÁLISE DA GESTÃO DE OPERAÇÕES E DISTRIBUIÇÃO DA EMPRESA

Os distribuidores são vistos pela Organização de uma forma agregada por regiões do país, ou seja, regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. O fato mais relevante é que é um mercado de características dinâmicas e que exige alta velocidade de resposta, com alterações de programação em curto prazo (alguns produtos já entram no planejamento de materiais sem o pedido final de venda colocado, são os chamados “slots” e muitas vezes

interferem na programação de produção estabelecida por não estarem contemplados na previsão de vendas, mas terem a mesma ou maior prioridade do que os pedidos que já estavam na fila).

A área de Marketing de Produto tem dificuldades em apresentar uma previsão de vendas acurada e buscou projetar a quantidade de máquinas a ser vendida sem considerar a sua configuração detalhada (composição final do produto), mesmo assim com volumes relativamente baixos de produção e alto preço de venda, a demanda oscilou conforme o tipo de configuração desejada pelo cliente, não houve produção para estoque e a grande variabilidade de opções oferecidas na lista de vendas incidiu diretamente na composição da previsão de demanda dos itens consumidos para atendimento da previsão de vendas de produtos (foram utilizadas técnicas de MRP para que, a partir do planejado, fosse determinada a quantidade de matéria-prima necessária para atender a determinada demanda).

A política de estoques de matéria-prima foi regida por um limite financeiro (valor em moeda dólar) estabelecido pela Diretoria de Operações a qual considerou este inventário como capital invertido.

Mensalmente a área de Marketing enviava à fábrica as estimativas de curto prazo das vendas de computadores de médio ou grande porte. Ainda para efeito de composição de previsão de vendas destes produtos, a área de Marketing considerava em sua análise basicamente os modelos básicos de computadores e seus itens mais caros, associados à sua respectiva estrutura de produto (discos, processadores e memórias) e excluíam-se os sub-itens opcionais de menor valor, como placas de rede, cabos, componentes de fixação, gabinetes metálicos, embalagens, etc., ou seja, para efeito de previsão era considerado o volume mensal necessário para atender a previsão de venda mais os pedidos pendentes do período.

Estes dados foram utilizados para definição de nível de investimento em inventário, dias de cobertura de estoque, obsolescência, nível de produção e nível de serviço, recomendar ações corretivas e preventivas dentro de um plano de ação.

7.1.2 ANÁLISE DO PRAZO DE ENTREGA E PREVISÃO DE VENDAS

A empresa trabalhou com um sistema de prazos padrões, onde os produtos constantes em uma determinada lista de disponibilidade (chamada de Lista 1) receberam um prazo de entrega de 15 dias corridos. No caso de o cliente desejar um sistema (composto de hardware e ou software), no qual a configuração exigisse um ou mais produtos que não estivessem contidos nesta lista, o prazo automaticamente passaria a ser de 30 dias. Os itens do pedido que não estavam na Lista 1 passavam então a serem encontrados em uma segunda lista chamada de Lista 2 (são produtos de baixa demanda local e com prazo de entrega de 30 dias).

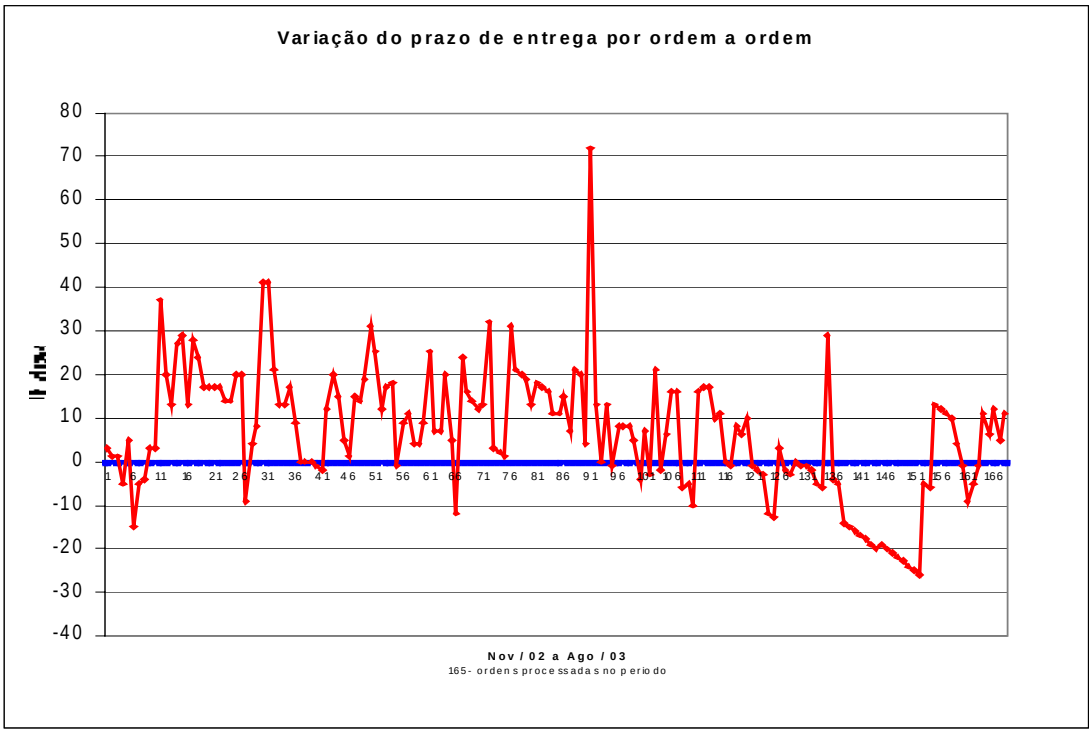


Figura 7.1 – Modelagem sem o tratamento dos dados espúrios
Fonte: da empresa

Foi executada uma análise crítica dos prazos de entrega onde evidenciou-se que, em muitos casos, o pedido de vendas tinha disponível em estoque 90% dos itens que atendiam a configuração desejada pelo cliente e,

mesmo assim, a entrega mostrou-se comprometida por falta de um ou mais itens, que representaram os cerca de 10% faltantes.

Segundo as informações obtidas junto aos especialistas de planejamento, estes itens faltaram por deixarem de constar na previsão de vendas do período e mesmo que estivessem contemplados na lista de produtos locais (Lista 1), a previsão de demanda não correspondeu à venda realizada (variação de quantidade prevista x realizada). Este fato projetou o valor ($) do estoque a um período de dias de cobertura de estoque maior do que 30 dias, até que fosse recebido o item faltante.

O software de gestão de materiais, ao receber uma ordem de vendas, imédiatamente alocava os itens necessários para atender o pedido cliente. No caso de não haver saldo suficiente, o software verificava se havia alguma ordem de compras para o item falante e encontrando a ordem de compras associada, capturava o prazo de entrega emitido pelo fornecedor. Este prazo somado ao tempo de trânsito, mais o tempo de desembaraço aduaneiro, projetava a data de chegada do item falante no estoque. Se não houvesse ordem de compras aberta para o item faltante, o sistema de gestão de materiais emitia uma sugestão de compras planejamento de materiais e o pedido do cliente ficava em lista de espera (sem prazo de entrega definido) até ser normalizado o processo de aquisição.

No caso dos itens de estoque, os quais já tinham sido reservados a um pedido do cliente (quando da entrada deste pedido) por estarem disponíveis naquele momento, permaneciam neste estágio, caso houvesse algum outro item falante para completar o pedido de venda e a área de planejamento de materiais não podia contar com estes itens, mesmo para atender outro cliente (reaproveitamento interno), portanto eram geradas novas ordens de compra para itens comuns e a tendência era aumentar o estoque, havendo inclusive probabilidade de obsolescência e excedentes, no caso de algum cancelamento ou replanejamento.

Foi considerada a carteira de pedidos e as entregas não realizadas no período, para o índice de 10% acima referenciado, sugeriu-se análise do impacto na receita em função da falta de produtos. Nesta linha de produtos foi projetado um atraso de receita em torno de U$ 6.000.000 ao ano.

7.1.3 PREVISÃO DE VENDAS

A área de planejamento da fábrica recebia mensalmente da área de Marketing uma previsão de vendas das famílias de produtos no país. Esta previsão era explodida em produtos principais e seus opcionais e por sua vez convertidos em previsão de demanda local via metodologia MRP (planejamento das necessidades de materiais) gerando, então, as sugestões de compras.

A base de dados local disponível era então convertida em informações de séries temporais que mostravam histórico de previsões, vendas e produção e suportavam as tomadas de decisões locais e, segundo os planejadores estas mostravam-se tímidas quanto ao seu uso na projeção de demanda regional. Verificou-se não haver eco destas informações na composição da previsão de vendas regional, a área de Marketing local não operava na mesma plataforma de informações da área de Marketing regional, observou-se como que uma desconexão.

7.1.4 ANÁLISE DO ABASTECIMENTO

A empresa estudada operava com um sistema de abastecimento centralizado em uma única Divisão Supridora nos USA, a qual por sua vez fazia um roteamento para os seus sub-fornecedores dos itens requeridos pela subsidiária brasileira. As ordens internas (inter-company) eram colocadas diretamente na divisão supridora, não requerendo procedimentos muito sofisticados, visto que as empresas estão conectadas em rede e utilizam o mesmo software. O embarque dos produtos para o Brasil também era gerenciado por esta mesma divisão supridora, a qual consolidava os pedidos e despachava-os à subsidiária brasileira, utilizando os serviços terceirizados de provedor logístico internacional.

Foi identificado que a previsão de demanda da região latino-americana era enviada à matriz pela área de Marketing Regional, numa freqüência trimestral, com um horizonte de seis meses.

Como a previsão de demanda do Brasil (com horizonte de três meses) estaria teoricamente embutida na previsão de demanda da região latino-americana (com um horizonte de seis meses), foi constatado não haver uma revisão periódica cruzando a demanda local (a qual era revisada mês a mês) com a demanda regional. Este período de defasagem de revisões propagava como que uma onda gerada retroativamente, provocada pela variabilidade do período de três meses, expressos em faltas e ou excessos. Estes descompassos sustentaram inclusive a possibilidade de ocorrerem atrasos no suprimento de determinados produtos, os quais quando solicitados à divisão supridora, não constavam na previsão de demanda enviada pela região latino-americana passando, então, a serem atendidos médiante disponibilidade, como que sob consulta. A divisão supridora priorizava o atendimento às subsidiárias que faziam antecipadamente a sua previsão de demanda formal e, no caso, se a subsidiária brasileira houvesse colocado uma ordem interna de um produto que não estivesse na previsão regional anteriormente enviada, teria então que esperar até que todos os pedidos de outras subsidiárias fossem completamente atendidos e, se houvesse saldo, seria então atendido o pedido local da subsidiária brasileira, se não, a requerente teria que esperar até a disponibilidade normalizar, num prazo estimado de 30 dias.

Esta discrepância de planejamento produziu um esforço adicional de operações logísticas e muitas vezes priorizações gerenciais, na tentativa de negociar o suprimento (fora da data planejada) em tempo de atender o pedido de venda local, gerando o custo da falta e aumento do custo logístico, além da possível insatisfação do cliente, quando dos prazos não cumpridos.

Embora o processo de pedidos internos (de subsidiária brasileira para a matriz) fosse regido por contratos mundiais de fornecimento, identificou-se que os embarques de produtos para o Brasil nem sempre respeitavam a data requerida, sendo na maioria das vezes antecipados pelo supridor, o que causava um desbalanceamento no estoque local, como que num processo de abastecimento empurrado.

Segundo a área de planejamento, esta incidência de antecipações era conhecida pelos planejadores locais, que atribuem esta disfunção ao fato de que a demanda local representa menos do que cerca de 10% do total do

volume mundial atendido pelo supridor e este índice remete ao um tipo de atendimento único em prazos e quantidades, justificados pelas eventuais despesas de frete e custo de pedidos, isto é, o volume não sustentava um tratamento diferenciado atendendo a prazos e quantidades programadas, por parte do requerente. Ainda segundo os planejadores, esta regra só valia para o avanço de embarque de produtos disponíveis no supridor, pois conforme relato acima, quando havia faltas em seu estoque o procedimento era diferente e não é tão favorável.

7.1.5 CUSTO ANUAL DOS ESTOQUES

A empresa mantém registro da evolução financeira dos estoques, com base no custo de aquisição, alocada para montagem dos produtos planejados.

Como o *lead time* de fornecimento dos materiais é de 30 dias, o plano de estoque tem como objetivo manter 60 dias de cobertura.

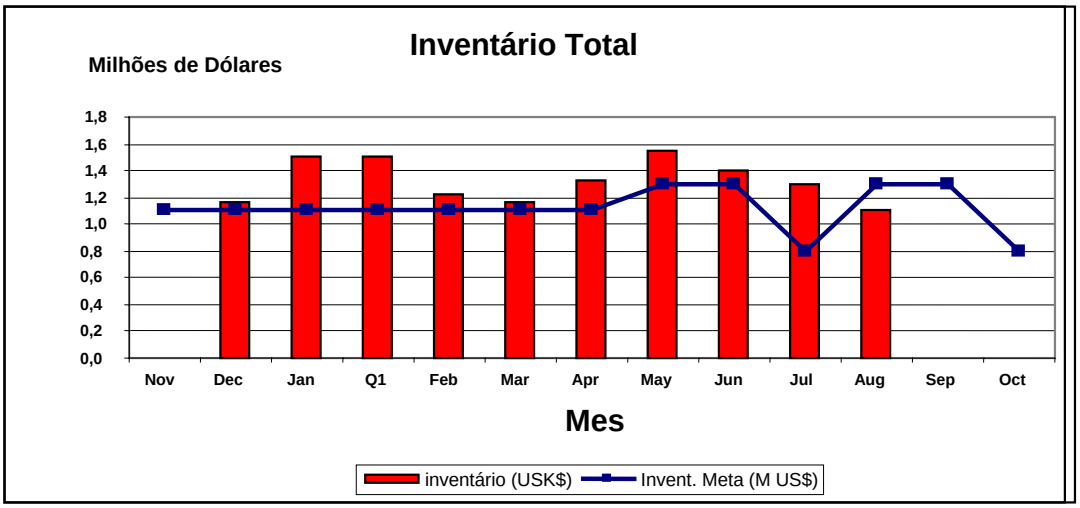


Figura 7.3 – Nível de investimento em inventário de materiais

Fonte: da empresa

Através do histórico identificou-se que o custo médio de inventário está em torno de USK 1,1 no período de 10 meses.

O gerenciamento de inventários não foi focado nos itens e sim no montante do valor estocado. Neste tipo de gestão identificou-se um

desbalanceamento dos itens em relação à sua demanda, embora os resultados financeiros estejam próximos das metas estabelecidas.

7.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A área de produção forneceu um histórico sobre a quantidade total de computadores produzidos e a capacidade instalada. A área de Marketing considerou a quantidade de produtos vendidos pelo conjunto de distribuidores no país. Os dados disponíveis corresponderam ao período de 10 meses e foram apresentados conjuntamente na fig. 7.4 . A linha de produtos em estudo foi lançada no mercado local em Novembro de 2002 e o ciclo de vida do produto é estimado em 18 meses.

Os produtos foram classificados em duas modalidades de disponibilidade, a saber:

Constantes na Lista 1 e constantes na Lista 2. Os produtos da Lista 1 eram os chamados produtos de fornecimento local, isto é, regidos por uma política de disponibilidades de estoque no país e o prazo de entrega estabelecido foi de 15 dias corridos, a partir da entrada do pedido do cliente. Os produtos da Lista 2, chamados produtos importados contra pedido, não tinham disponibilidades de estoque local e só eram adquiridos se houvesse um pedido de cliente colocado, o qual garantiria a sua demanda. Para este caso, o prazo de entrega previsto era de 30 dias corridos, a partir da entrada do pedido firme do cliente.

Conforme relatado, o planejamento de aquisição dos produtos de Lista 1 baseava-se em uma previsão de vendas, gerenciado por Marketing e os produtos Lista 2 não tinham nenhuma atividade de planejamento, sendo somente são regidos pela demanda (reação à venda).

Durante a operação de vendas, o vendedor ou o canal de vendas estariam supostos a dar prioridade à venda de soluções que demandassem os produtos locais, mas numa breve investigação junto a área de planejamento de materiais, foram identificadas oportunidades de incremento da Lista 1 através da inserção de produtos importados que poderiam ser nacionalizados, tendo

como justificativa a constante demanda no país - este tópico será abordado posteriormente.

7.2.1 BASE DE DADOS UTILIZADOS

A empresa registrava seus dados de demanda semanalmente. Como o planejamento da produção era também em base semanal, o período e o intervalo da previsão de venda foram definidos para esta mesma unidade de tempo. O horizonte da previsão considerado ideal foi o período de 8 semanas. Com este horizonte, a empresa considerou-se capaz de adaptar-se a grandes flutuações na demanda dos produtos que comercializa.

Nesta etapa, dados históricos foram agrupados e representados graficamente.

Desta maneira tornou-se possível identificar eventuais valores espúrios na série temporal, o que poderia dificultar a sua modelagem.

Valores espúrios podem ser causados por erros de digitação, falta de produtos, promoções esporádicas e variações no mercado financeiro, entre outras causas. Para o tratamento destes valores, foram sugeridos os seguintes procedimentos:

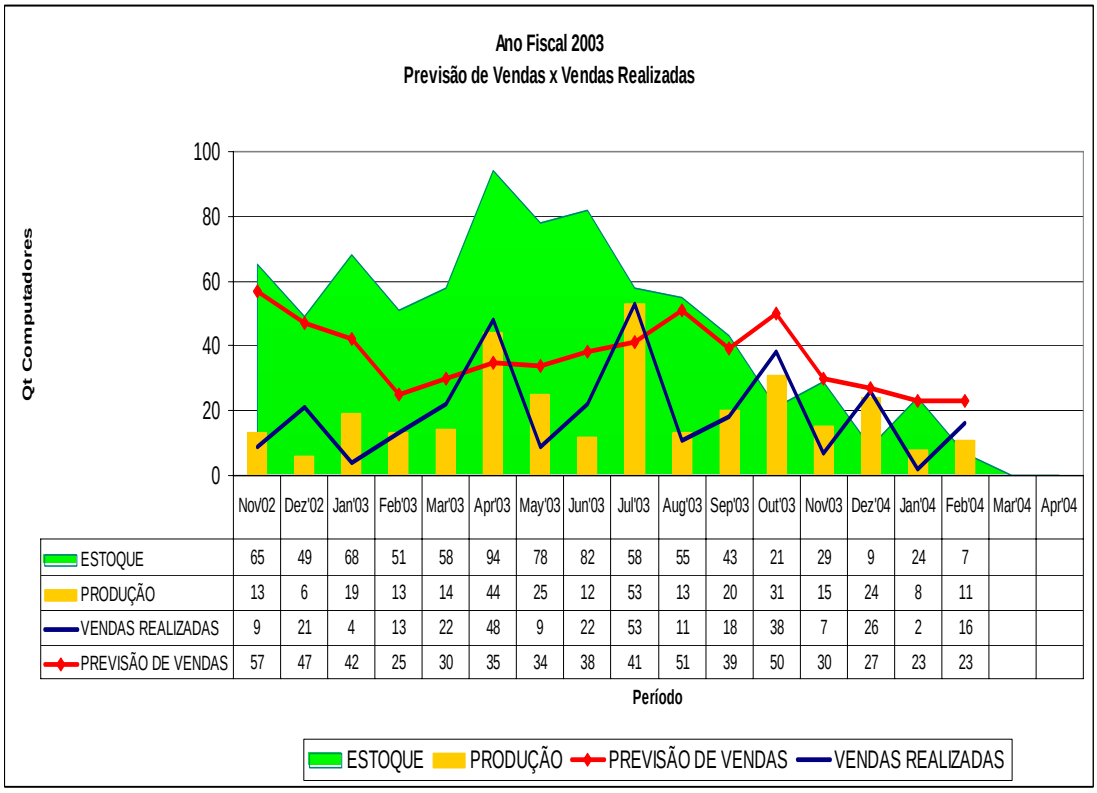
Procedimento A. Quando o valor espúrio encontra-se no final da série temporal e existem valores suficientes para gerar um modelo de previsão, substitui-se o valor espúrio pela previsão relativa ao período correspondente ao dado excluído.

Procedimento B. Quando o valor espúrio encontra-se no início da série temporal, o procedimento descrito anteriormente torna-se impossível. Uma sugestão para tal situação é fazer a substituição do valor espúrio por um valor médio das observações imédiatamente adjacentes a ele, e gerar um modelo de previsão. Uma vez feita a previsão, o valor espúrio é substituído pela previsão relativa ao período correspondente.

Uma vez retirados os valores espúrios, foram analisados fatores como padrões, tendências e sazonalidades que poderiam estar presentes na série temporal em estudo. A análise gráfica preliminar fornece subsídios auxiliares

na escolha dos modelos quantitativos a serem utilizados na modelagem matemática das diversas séries de dados.

A área de produção apresentou o quadro apresentado na Figura 7.2, a seguir:



	Nov'02	Dez'02	Jan'03	Feb'03	Mar'03	Apr'03	May'03	Jun'03	Jul'03	Aug'03	Sep'03	Out'03	Nov'03	Dez'04	Jan'04	Feb'04	Mar'04	Apr'04
ESTOQUE	65	49	68	51	58	94	78	82	58	55	43	21	29	9	24	7		
PRODUÇÃO	13	6	19	13	14	44	25	12	53	13	20	31	15	24	8	11		
VENDAS REALIZADAS	9	21	4	13	22	48	9	22	53	11	18	38	7	26	2	16		
PREVISÃO DE VENDAS	57	47	42	25	30	35	34	38	41	51	39	50	30	27	23	23		

Figura 7.2 - Gráfico de previsão de vendas x vendas realizadas

Fonte: da empresa

Com base nos dados fornecidos, foi elaborado o gráfico temporal da série, conforme apresentado na Figura 7.2 . Analisado o gráfico, observaram-se duas variáveis, relativas às semanas 22 e 35, que não seguem a tendência evolutiva da demanda. Entretanto, considerando que a observação visual deve ser fundamentada em uma metodologia de pesquisa, será mantido o horizonte de 40 semanas e posteriormente aplicada uma metodologia para cálculo do intervalo de confiança. A figura 7.5 apresenta o gráfico de vendas realizadas sobre o horizonte de 40 semanas.

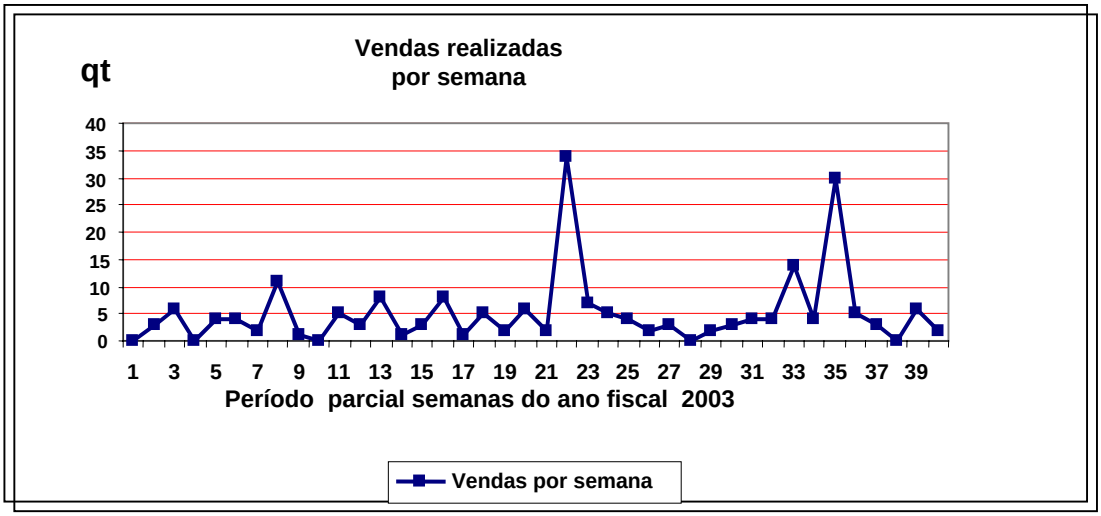


Figura 7.3 - Gráfico de vendas realizadas
Fonte: da empresa

7.2.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A empresa enfocada neste estudo de caso apresentou problemas de excesso de estoque de alguns produtos, ocorrência freqüente de escassez de outros, além de rupturas no estoque. As suas previsões de demanda têm como base exclusivamente a opinião da equipe de vendas e apresentaram oportunidades de melhoria. A necessidade de melhoria de um sistema de previsão de demanda teve como principal objetivo aumentar a acuracidade das previsões, possibilitando melhorar o nível de planejamento e a redução de custos, maior flexibilidade e satisfação dos clientes.

Com base nos dados históricos foi levantada a performance de entrega dos últimos 10 meses onde foram evidenciadas as principais causas de atraso das ordens de vendas.

Conforme os dados apresentados ficou evidenciado que a não-entrega de pedidos no prazo previsto apontava como causa principal a falta de materiais, seguindo sucessivamente as causas falta do crédito do cliente no momento do embarque, problemas no processamento de ordens e, por último, a causa técnica relativa à engenharia, tal como processos, testes e infra-estrutura, por exemplo.

- **Análise de Causas:**

Em uma primeira fase foram eleitas as quatro causas principais de não-entrega de pedidos. Através de documentação interna da empresa constatou-se que 31% da entregas foram feitas antes ou no prazo.

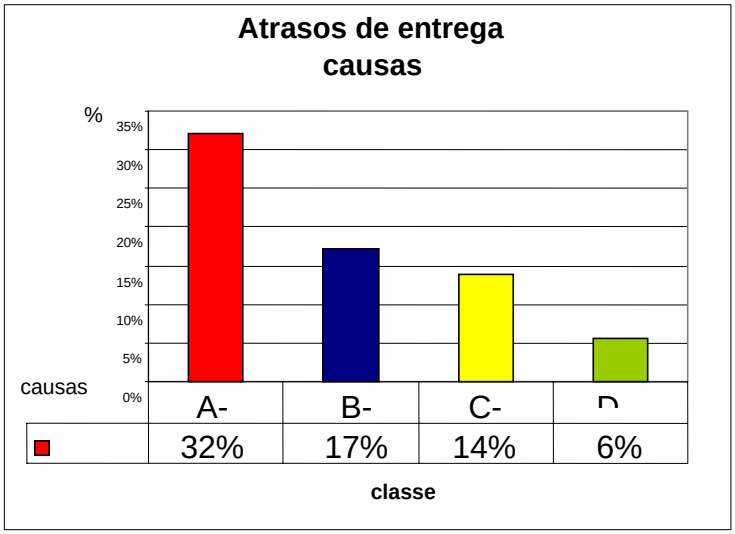


Figura 7.4 – Gráfico de causas principais do atraso de entrega
Fonte: da empresa

Causa A : Falta de Material

Causa B : Crédito

Causa C: Processamento de Ordens

Causa D: Engenharia

7.2.3 IDENTIFICAÇÃO DE CAUSAS E SUB-CAUSAS

Foi decidido estratificar todas estas quatro causas principais, obtendo-se o seguinte resultado conforme quadro a seguir:

CAUSA A : FALTA DE MATERIAL

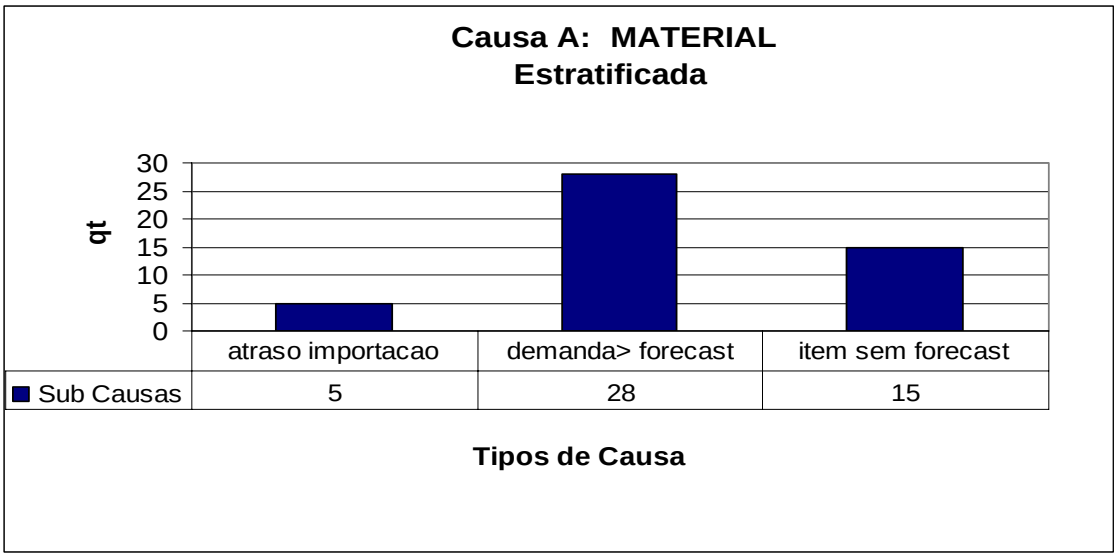


Figura 7.5 – Gráfico da Causa A – falta de material
Fonte: da empresa

Foram analisados todos os produtos constantes na lista de disponibilidade local (Lista 1); identificou-se os itens críticos, aqueles que causaram um maior índice de faltas, aqui denominadas de sub-causas:

- Atraso de importação
- Demanda maior do que a Previsão de Vendas
- Item vendido sem estar na Previsão de Vendas

Sub-Causas:

Atraso de Importação - foram itens, que constaram na previsão, foram adquiridos no período normal de compras, mas o processo de importação sofreu atraso por motivos como greve de alfândega, processos internos de análise da Receita Federal (por exemplo, canal vermelho na parametrização da Receita Federal), problemas de documentação na liberação alfandegária, acarretando faltas e não cumprimento de prazos de clientes.

Demanda maior do que a previsão de vendas – foram denominados os itens que, apesar de terem uma previsão de demanda definida por Marketing, apresentaram um resultado real de demanda superior ao previsto, causando faltas e atrasos na entrega dos pedidos de clientes.

Itens vendidos sem estarem na previsão de vendas - foram denominados aqueles itens que constavam no pedido de vendas, porém não constavam na previsão de Marketing para fornecimento local. No caso, os planejadores atribuíram este tipo de ocorrência aos produtos que seriam da Lista 2 (lista de produtos importados, os quais só são importados contra pedido) e foram oferecidos ao cliente como se estivessem disponíveis no país, (Lista 1) com prazo reduzido de entrega.

Através deste estudo, foi também sugerida ao Departamento de Marketing a inclusão de produtos (Lista 2 produtos não preferenciais) que estavam sendo demandados numa freqüência mensal (maior do que três unidades por mês) no sentido de que fossem transferidos para Lista 1 (produtos preferenciais).

CAUSA B: CRÉDITO

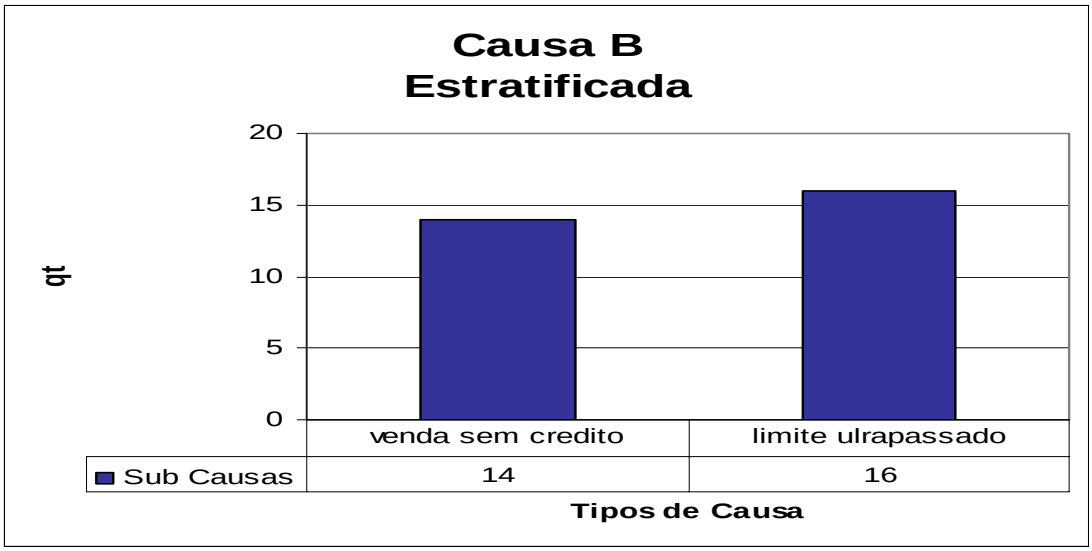


Figura 7.6 – Gráfico da Causa B – crédito

Fonte: da empresa

Analisadas as ordens não embarcadas no prazo previsto, tendo como causa chave a falta de crédito, isto é, não havia nenhuma garantia financeira por parte do cliente, no item pagamento da fatura no prazo determinado. Esta causa mostrou que o processamento do pedido do cliente não estava levando em conta a condição financeira e era liberado para a produção executar. A verificação final de embarque era feita na saída de produção para produto acabado, mas neste momento já haviam sidos investidos em material e mão-de-obra.

Na área de crédito e cobranças foi identificada a necessidade de uma análise mais detalhada dos limites de crédito vigentes de cada um dos distribuidores do Brasil *versus* o valor de pedido que estaria sendo processado nos últimos três meses, no sentido de evitar processar um pedido que não tenha cobertura financeira no período de embarque. As sub-causas de Crédito foram:

Vendas sem crédito - o pedido foi processado sem o crédito do cliente totalmente aprovado pela área financeira.

Limite ultrapassado - embora o limite de crédito do cliente tenha sido ultrapassado o pedido foi processado sem considerar esta condição.

Em ambos os casos o pedido foi liberado para a produção.

CAUSA C: PROCESSAMENTO DE PEDIDOS

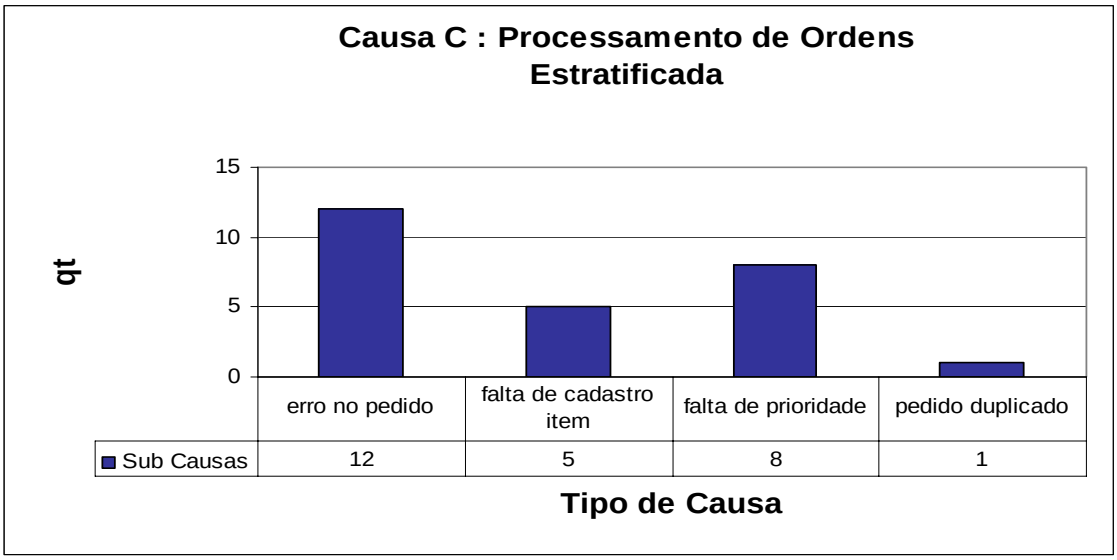


Figura 7.7 – Gráfico da Causa C – processamento de pedidos
Fonte: da empresa

O processamento de ordens tinha como atividade principal receber o pedido do vendedor ou do canal de vendas e validar a aceitação do mesmo, transmitindo-o automaticamente à área de produção, na fábrica. Os pedidos de canais eram processados pelo próprio distribuidor, via *internet* ou pelo próprio vendedor, também via rede *intranet*, porém era necessário uma validação centralizada, a qual gerenciava as prioridades e contabilizava as cotas de

vendas por regiões e vendedores sendo então após esta etapa transmitidas à Região Latino Americana e à Matriz nos USA, respectivamente. Este ciclo era praticamente em tempo real, sendo o tempo total de quatro horas de processamento entre entrada do pedido e validação pela matriz nos USA. Mesmo que o pedido não tivesse sido validado, havia a possibilidade de acompanhar e visualizá-lo no sistema durante este ciclo. Pelo posicionamento dos responsáveis pela área de processamento de ordens, identificou-se que geralmente no final do mês ha uma pressão das áreas de marketing, de vendas e concentração de processamento e recebimento de pedidos de vendas, provocando como que um gargalo operacional.

As sub-causas de Processamento foram:

Erros no pedido - nesta sub-causa identificou-se configurações não correspondentes ao tipo de solução de hardware oferecida pela lista de vendas levando à incompatibilidade técnica de fabricação, gerando relatórios de rejeição automática no configurador principal, sugerindo a devolução do pedido à origem.

Falta de Cadastramento – nesta sub-causa constatou-se a venda de produtos que muitas vezes não constavam no cadastro de produtos, porém constavam no catálogo de vendas. Como o catálogo de vendas é mantido pela área vendas e o cadastro de produtos é mantido pela área de Marketing, os planejadores concluíram que não houve um perfeito sincronismo entre as bases de dados.

Falta de prioridade - Os pedidos processados normalmente obedeciam uma fila de prioridades definida pela ordem de entrada no sistema. Porém foram observados que alguns pedidos recebidos por outros meios, tal como entrega direta ao processamento central, fax ou transmitidos via correio eletrônico, não tiveram a mesma velocidade de tráfego dentro da área de processamento, o que gerava atrasos na sua validação e consequentemente comprometia entrega ao cliente final.

CAUSA D: ENGENHARIA

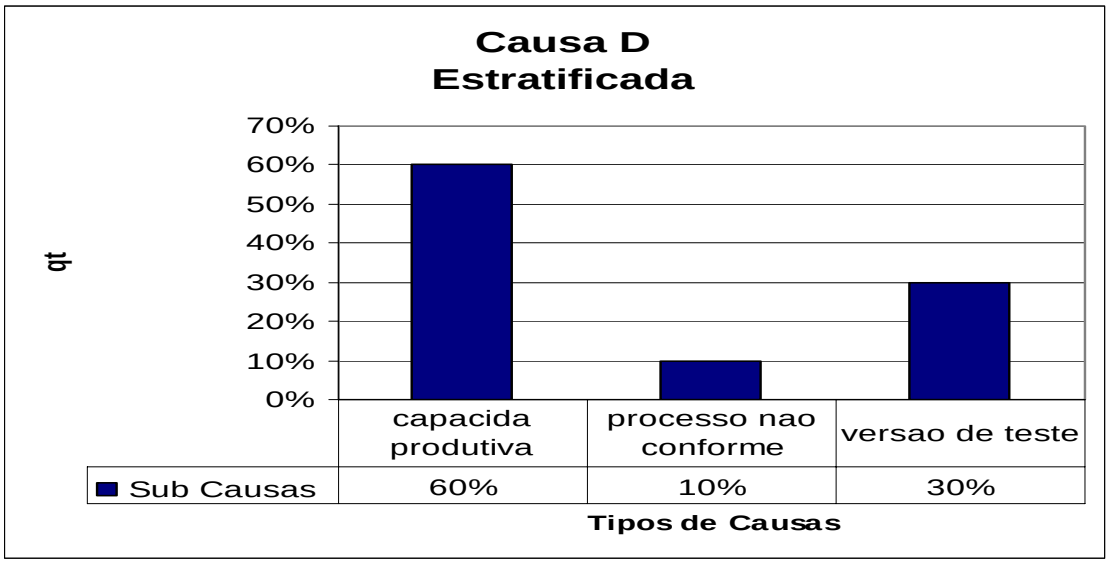


Figura 7.8 – Gráfico da Causa D –Engenharia
Fonte: da empresa

- **Causa D: Engenharia**

A causa engenharia foi assim denominada, buscando a abrangência de problemas técnicos relativos ao processo de produção dos pedidos processados.

O sistema de produção (software), capturava da base de processamento todas as ordens de vendas liberadas à produção pela área de processamento de pedidos.

Quando um pedido era liberado para a produção, já havia sido sistematicamente analisado do ponto de vista de disponibilidade de materiais. No momento em que a produção puxava a ordem, gerava uma lista de materiais que era diretamente endereçada ao armazém, onde estavam estocados os materiais os quais sistematicamente procediam na separação e liberação à produção, dos kits (subconjuntos) de montagem, acessórios e embalagens de produto acabado. Na causa Engenharia, segundo os especialistas estavam sendo estudadas as sub-causas, referentes a produtos que estavam comprometendo as entregas, revisões de versões de software de

teste e estrutura de produto, compatibilidade com as versões de produtos estocados *versus* produtos vendidos.

- As sub-causas de Engenharia foram:

Capacidade Produtiva - a área de produção foi dimensionada para uma produção de 08 unidades de servidores de médio e grande porte por dia. O processo foi dimensionado em função da capacidade das estações de teste, que tinham um ciclo de 12 horas por unidade. Quando havia uma concentração de pedidos no mesmo período e este numero fosse maior do que 08 unidades no mesmo dia, a produção não conseguia atender em tempo, sendo então decidido pela área de planejamento de produção quais pedidos serão privilegiados.

Processo não conforme - foram caracterizados por execução de um determinado processo que não atendia as especificares de processos normais, atingindo tempos de operação superiores aos definidos pela engenharia de métodos e processos, causando uma disfunção operacional, que acarretava atrasos na entrega. Segundo os engenheiros de processos, por ser a operação caracterizada em construir contra pedidos onde cada cliente era um pedido e algumas vezes as operações de processo fugiam um pouco das especificações básicas, gerando então diferenças e necessitando adequações de processo de produção.

Versão de Software - Os testes eram baseados versões de testes e a base de dados era atualizada via baixa de software direto da base de dados da Matriz. Alguns clientes exigiam que a versão de software fosse a anterior, por exemplo, pois sua base de dados ainda não tinha sido atualizada, por restrição de custo ou técnica. Quando este tipo de pedido chegava na linha de produção fazia-se necessário haver uma busca da versão antiga e disponibilização de uma estação de teste dedicada a este pedido, o que acarretava maior tempo de processo e fugia da seqüência operacional de rotina, gerando gargalo.

Sub-causas e percentual de participação na causa principal:

Sub-Causa	FREQÜÊNCIA	% X Causa	CAUSA PRINCIPAL
atraso importação	5	10%	A
capacidade produtiva	6	60%	D
demanda (forecast)	28	58%	A
erro no pedido	12	46%	C
falta de cadastro item	5	19%	C
falta de prioridade	8	31%	C
item sem forecast	15	31%	A
limite crédito ultrapassado	16	53%	B
pedido duplicado	1	4%	C
Processo não conforme	1	10%	D
venda sem credito	14	47%	B
versão de teste	3	30%	D
total	**114**		

Figura 7.9 – Sub-causas estratificadas

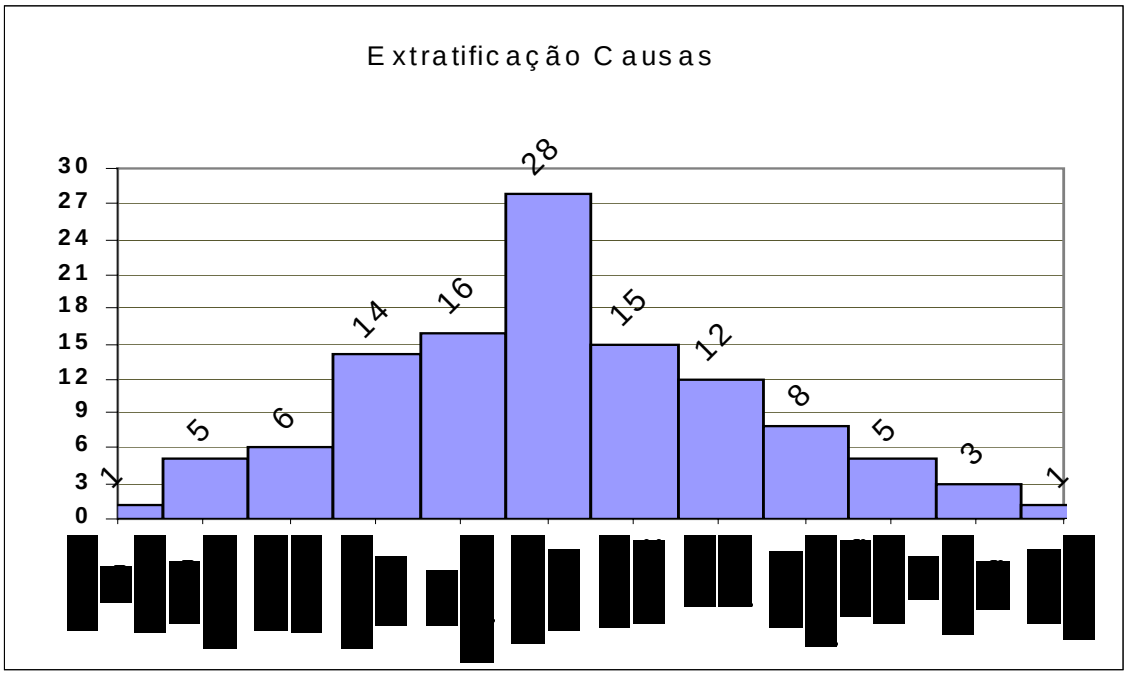
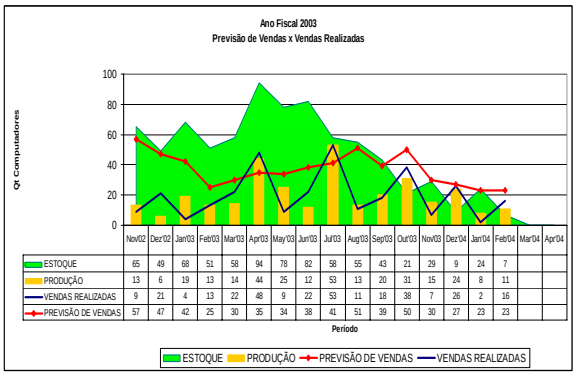
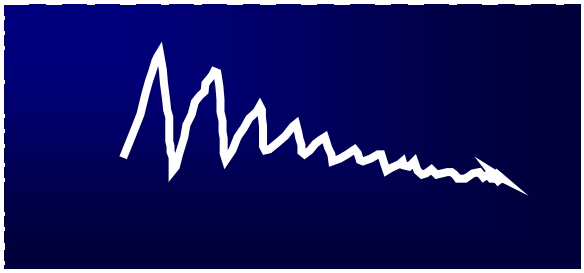


Figura 7.10 – Gráfico Geral de Causas





Durante o estudo de caso foi observada alta freqüência de constantes erros de planejamento, envio de itens em períodos não necessários, uma forte variabilidade entre a previsão de vendas e a venda realizada entre outros fatores que somados propagaram erros na cadeia (desde a entrada do pedido até a sua saída) refletindo como que uma onda ao longo da cadeia de suprimento referenciando O " Efeito Chicote ", conforme já anteriormente apresentado neste texto.

Figura 7.11 – Efeito Chicote

Foi observada também como conseqüência mais expressiva desta não linearidade no fluxo da cadeia de suprimento um excesso de inventário no período de Novembro de 2002 a Dezembro de 2003, refletindo em um índice de 10% de atraso na entrega e reduzindo a oportunidade de melhoria de receita em cerca de U$ 500.000 mensais

7.3 RESULTADO E CONSIDERACÕES

Com base nos dados fornecidos foi elaborado o gráfico temporal da série, conforme apresentado na Figura 7.12. Analisado o gráfico foram observados duas variáveis, relativas aos meses de Abril e Julho que não seguem a tendência evolutiva da demanda. Entretanto considerando que a observação visual deve ser fundamentada em uma metodologia de pesquisa, será mantido o horizonte de 12 meses e posteriormente aplicada uma metodologia para cálculo de intervalo de confiança. Segundo os especialistas da organização, em cada trimestre é considerado um fechamento e as vendas normalmente aumentam neste período. Como o histórico de vendas é ainda

muito pequeno, foi acordado em não aplicar a técnica de expurgo para os itens com tendências diferentes a demanda.

No gráfico abaixo foram apresentados os dados de vendas realizadas no período dos últimos doze meses.

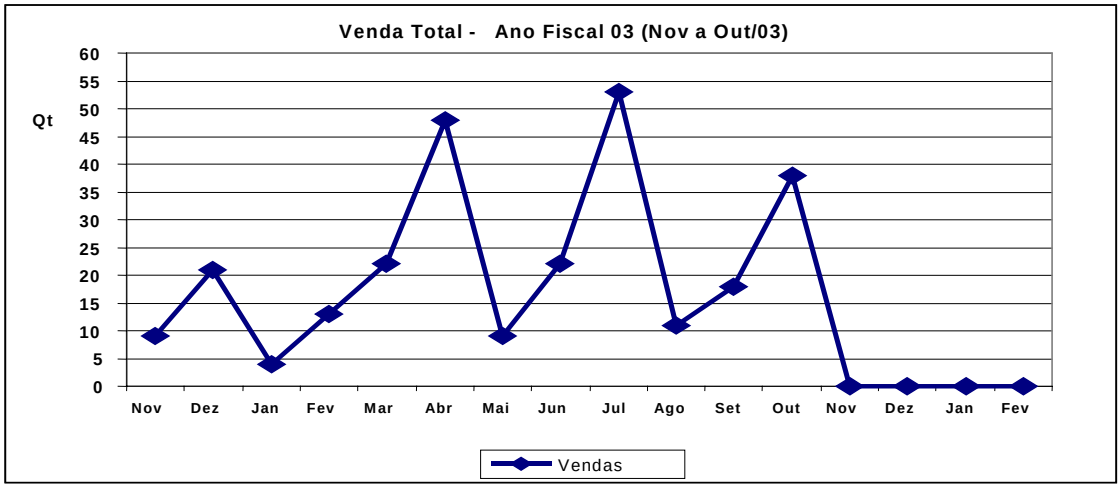


Figura 7.12 – Vendas realizadas sobre o horizonte de 12 meses

Fonte:

7.3.1 APLICAÇÃO PRÁTICA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

- APLICAÇÃO DO MÉTODO DA MÉDIA MÓVEL SIMPLES

Série temporal	Média Móvel Simples (média móvel de período de 2 meses) Média Móvel Simples (média móvel período de 3 meses)			
Mês (y)	**Total de Vendas**	**Média Móvel**	**Média Móvel n=2**	**Média Móvel n=3**
1	**9**			
2	**21**			
3	**4**	**MM 3**	15	
4	**13**	**MM 4**	13	11
5	**22**	**MM 5**	9	13
6	**48**	**MM 6**	18	13
7	**9**	**MM 7**	35	28
8	**22**	**MM 8**	29	26
9	**53**	**MM 9**	16	26
10	**11**	**MM 10**	38	28
11	**18**	**MM 11**	32	29
12	**32**	**MM 12**	15	27
13	**?**	**MM 13**	**25**	**20**
		MM 3=(9+21)/2=15		**MM4 =(9+21+34)/3=11**

	MM4=(21+4)/2=13 **MM5=(4+13)/2=9** **MM6=(13+22)/2=18** **MM7=(22+48)/2=35** **MM8=(48+9)/2=29** **MM9=(9+22)/2=16** **MM10=(22+53)/2=38** **MM11=(53+11)/2=32** **MM12=(11+18)=15** **MM13=(18+32)/2=25**	**MM5=(21+4+13)/3=13** **MM6=(4+13+22)/3=13** **MM7=(13+22+48)=28** **MM8=(22+48+9)=26** **MM9=(48+9+22)=26** **MM10=(9+2+53)=28** **MM11=(22+53+11)=29** **M12=(53+11+28)=27** **MM 13=(11+18+22)=20**
	OBS: Previsão para o mês é 25	**OBS: Previsão para o mês é 20**

Tabela 7.1- Aplicação Média Móvel Simples

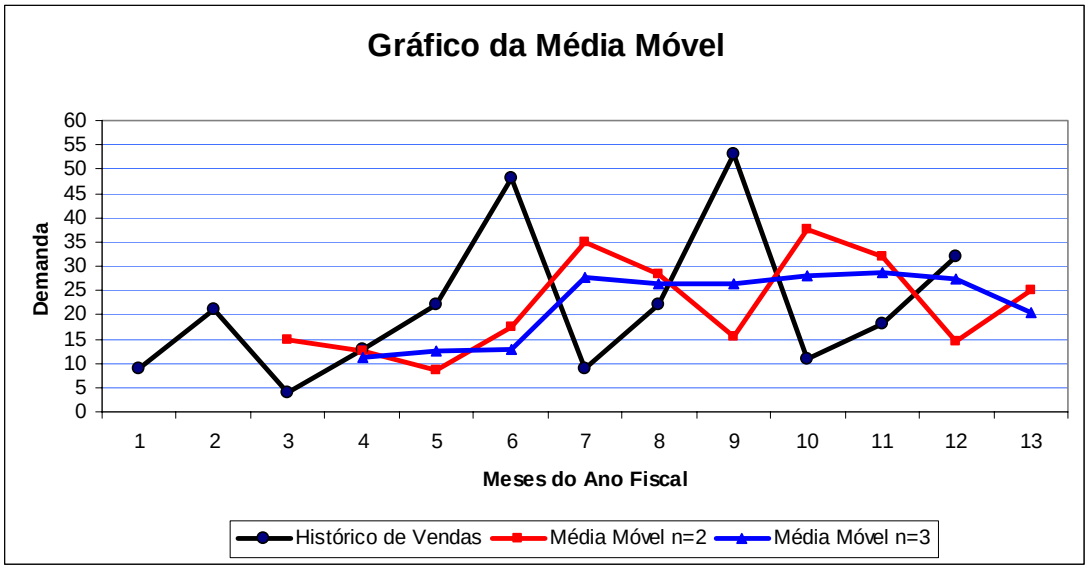


Figura 7.13 – Gráfico Média móvel simples

- APLICAÇÃO MÉTODO SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL

Suavização Exponencial alfa=0,2 e Alfa=0,9 **constante de suavização=0,2 constante de suavização=0,9**

Mês	**Suavização exponencial com alfa: 0,2**	**Suavização exponencial com alfa: 0,9**
SE 1	**9**	**9**
SE 2	9	9
SE 3	11	20

SE 4	10	6
SE 5	11	12
SE 6	13	21
SE 7	20	45
SE 8	18	13
SE 9	19	13
SE 10	26	49
SE 11	23	15
SE 12	22	18
SE 13	**24**	**31**
SE2=Y1=9(sempre começa assim) **SE3=0,2Y2+0,8S1=0,2(21)+0,8(9)=11,4** **SE4=0,2Y3+0,8SE3=0,2(4)+0,8(11,4)=9,92** **SE5=0,2Y4+0,8SE4=0,2(13)+0,8(9,92)=10,53** **SE6=0,2Y5+0,8SE5=0,2(22)+0,8(10,53)=12,824** **SE7=0,2Y6+0,8SE6=0,2(48)+0,8(12,82)=19,84** **SE8=0,2Y7+0,8SE7=0,2(9)+0,8(19,84)=17,67** **SE9=0,2Y8+0,8E8=0,2(22)+0,8(17,67)=18,53** **SE10=0,2Y9+0,8E9=0,2(53)+0,8(18,53)=25,44** **SE11=0,2Y10+0,8E10)=0,2(11)+0,8(25,44)=22,55** **SE12=0,2Y11+0,8E10=0,2(18)+0,8(22,55)21,64** **SE13=0,2Y12+0,8E11=0,2(32)+0,8(21,64)=23,72**	**SE2 =Y1=9** **SE3 = 0,9Y2+0,1SE 1= 0,9(21)+(0,1)(9)=20** **SE4 =0,9Y3+0,1 SE3= 0,9 (4)+(0,1)(20)=6** **SE5 =0,9Y4+0,1 SE4= 0,9 (13)+(0,1)(6)=12** **SE6 =0,9Y5+0,1 SE5= 0,9 (22)+(0,1)(12)=21** **SE7 =0,9Y6+0,1 SE6= 0,9 (48)+(0,1)(21)=45** **SE8=0,9Y7+0,1 SE7=0,9(9)=(0,1)(45)=13** **SE9=0,9Y8+0,1 SE8=0,9(22)+0,1(13)=13** **SE10=0,9Y9+0,1 SE9=0,9(53)=0,1(13)=49** **SE11=0,9Y10+0,1 SE10=0,9(11)+0,1(49)=15** **SE12=0,9Y11+0,1 SE11=0,9(18)+0,1(15)=18** **SE13=0,9Y12+0,1 SE12=(0,9)(32)+0,1(18)=31**
OBS: Previsão para o mês é 24	**OBS: Previsão para o mês é 31**

Tabela 7.2 – Suavização Exponencial

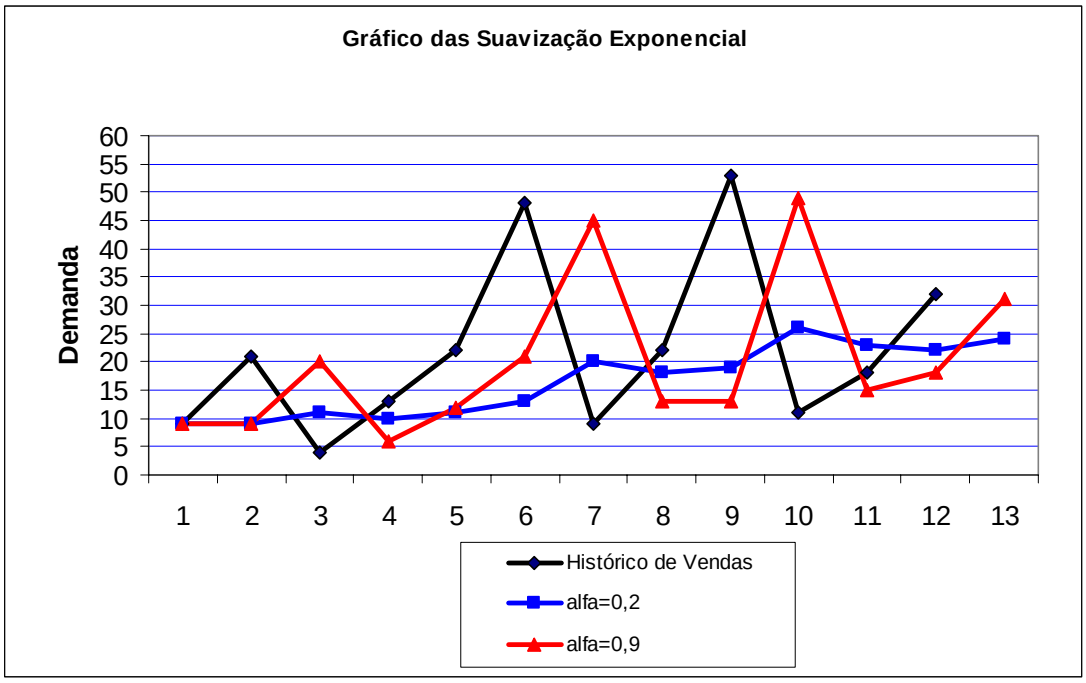


Figura 7.13 – Suavização Exponencial

"A principal questão foi decidir qual o melhor método de previsão para o mês de novembro?"

Os cálculos desenvolvidos são apresentados a seguir:

a) Usando a Média Móvel Simples

Período n=2 meses

Mês	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vendas	9	21	4	13	22	48	9	22	53	11	18	32	?	?
Previsão	-	-	15	13	9	18	35	29	16	38	32	15	25	?
Erro			-11	0	13	30	-26	-7	37	-27	-14	17	?	?

b) Usando a Média Móvel Simples

Período n =3 meses

Mês	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vendas	9	21	4	13	22	48	9	22	53	11	18	32	?	?
Previsão	-	-	-	11	13	13	28	26	26	28	29	27	20	
Erro	-	-	-	2	9	35	-19	-4	27	-17	-11	5	?	?

c) Usando a Suavização Exponencial

α =0,2

Mês	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vendas	9	21	4	13	22	48	9	22	53	11	18	32	?	?
Previsão	9	9	11	10	11	13	20	18	19	26	23	22	24	?
Erro	0	12	-7	3	11	35	-11	4	34	-15	-5	10	?	?

d) Usando a Suavização Exponencial

α =0,9

Mes	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vendas	9	21	4	13	22	48	9	22	53	11	18	32	?	?
Previsão	9	9	20	6	12	21	45	13	13	49	15	18	31	
Erro	0	12	-16	7	10	27	-36	9	40	-38	3	14	?	?

e) APLICAÇÃO DO MÉTODO DO QUADRADO DOS ERROS

Índice de Desempenho: Método do Quadrados dos Erros

Para Média Móvel com n=2 meses

MQE=(2)=((-11)2+(0)2)+(13)2+(30)2+(26)2+(7)2+(37)2+(27)2+(14)2+(17)2)/10= **449**

Para Média Móvel com n=3 meses

MQE=(3)= ((2)2+(9)2+(35)2)+ (-19)2)+(-4)2)+ (27)2 +(-17)2+(-11)2+(5)2)/9= **316**

Para Suavização Exponencial com alfa = 0,2

MQE(0,2)=((12)2=(-7)2+(3)2+(11)2+(35)2+(-11)2+(4)2+(34)2+(-15)2+(-5)2+(10)2)/11=**205**

Para Suavização Exponencial com alfa = 0,9

MQE(0,9)=((12)2+(-16)2+(7)2+(10)2+(27)2+(-36)2+(9)2+(40)2+(-38)2+(3)2+(14)2)/11=**518**

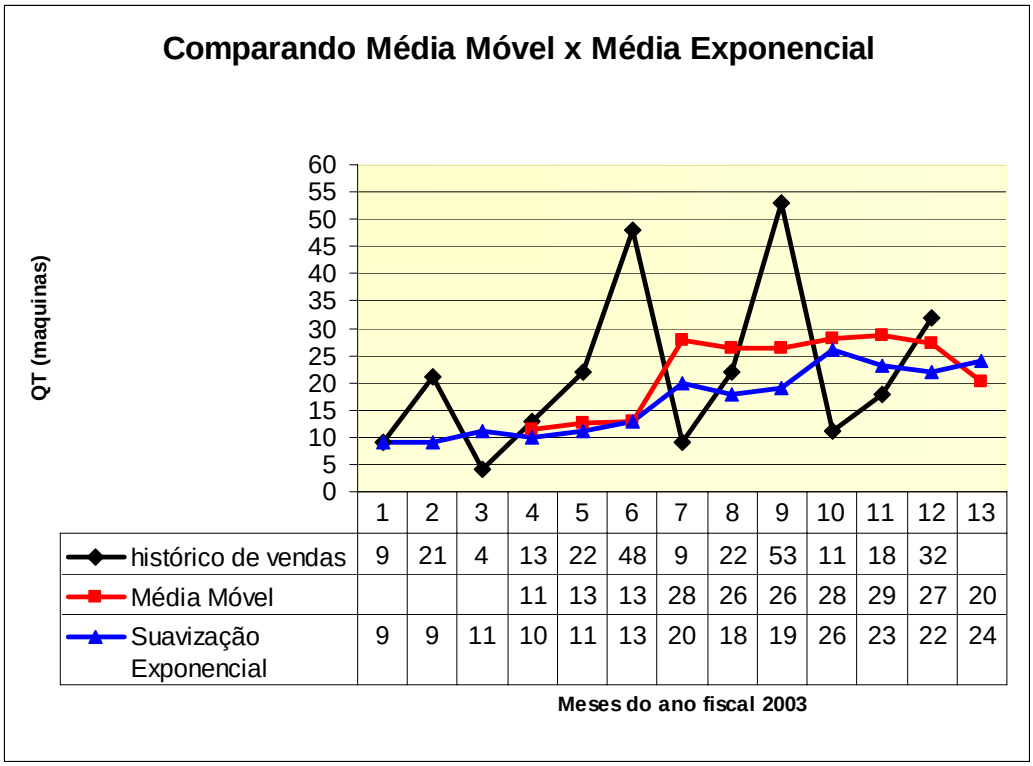
f) ANÁLISE COMPARATIVA DOS ERROS

Comparando:

Usando o índice MQE encontrou-se como melhor solução:

EQM(MM)= 316

EMQ(SE)= 205



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
histórico de vendas	9	21	4	13	22	48	9	22	53	11	18	32	
Média Móvel				11	13	13	28	26	26	28	29	27	20
Suavização Exponencial	9	9	11	10	11	13	20	18	19	26	23	22	24

Figura 7.14 - Gráfico Média Móvel x Suavização Exponencial

7.4 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do trabalho permitiu analisar as duas hipóteses propostas no primeiro capitulo, conforme abaixo descrito:

As hipóteses básicas deste trabalho foram:

“O método de previsão que apresenta menor desvio padrão das diferenças entre demanda prevista e real, possui a melhor acuracidade para determinada demanda”.

Formam considerados na análise desta primeira hipótese os dados abaixo:

Com base nas informações disponíveis e usando o Método do Quadrado dos Erros foi identificado como método mais apropriado o método da Suavização Exponencial, onde MQE= Média do Quadrado dos Erros foi = 205 (o de menor valor) .No passo seguinte compararam-se o desvio padrão para o MQE (Média Móvel) = 316 e para o MQE (Suavização Exponencial) = 205, onde:

Usando a Média Móvel Simples

Período n =3 meses

Mês	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vendas	9	21	4	13	22	48	9	22	53	11	18	32	?	?
Previsão	-	-	-	11	13	13	28	26	26	28	29	27	20	
Desvio				2	9	35	-19	-4	27	-17	-11	5		

Média do quadrado dos desvios = 2851/9 = 316,7778

Sigma = $\sqrt{316,7778}$ = 17,80

Usando a Suavização Exponencial

α =0,2

Mês	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vendas	9	21	4	13	22	48	9	22	53	11	18	32	?	?
Previsão	9	9	11	10	11	13	20	18	19	26	23	22	24	?
Desvio	0	12	-7	3	11	35	-11	4	34	-15	-5	10	?	?

Média do quadrado dos desvios = 3191/11 = 391

Sigma = $\sqrt{290,0909}$ = 17,03

Considerou-se a Média do Quadrado dos Erros como a metodologia para a avaliação do melhor modelo aplicado e, neste caso, a Suavização Exponencial foi o modelo que mostrou-se mais adequado no estudo de caso prático, por ter apresentado o menor erro, quando comparada à Média Móvel na aplicação do Método do Quadrado dos Erros.

Comparado o desvio padrão da Média Móvel (MM) e o da Suavização Exponencial (SE), obteve-se respectivamente o valor de Sigma = a 17,80 (MM) e 17,03 (SE). A hipótese inicial foi "o método de previsão que apresenta menor desvio padrão das diferenças entre demanda prevista e real, possui a melhor acuracidade para determinada demanda". No caso o menor desvio padrão identificado foi 17,03 relativo ao método da SE o qual também foi o método identificado como mais adequado para determinação da previsão de demanda, tendo sido confirmada esta hipótese.

Convencionalmente, são aumentados os estoques de segurança, de matéria-prima, materiais em processo e produtos acabados, para reduzir as incertezas proteção contra erros de previsão. Entretanto há outras perdas que passam despercebidas, como por exemplo falhas no planejamento de produção e compras, ocorrendo em faltas e excessos de produtos; processo produtivo reativo e altos custos de *set-up*; estoques distorcidos ao longo da rede de distribuição; ociosidade em todos os processos; aumento da capacidade instalada; aumento dos custos de mão-de-obra operacional e administrativa, equipamentos e estruturas, manutenção, gerenciamento etc.

Portanto, além do aumento de custos em todo o processo logístico, o nível de serviço da empresa fica comprometido pela falta de conhecimento do mercado que pode ser mensurado através de redução de vendas e pela falta de confiabilidade.

A segunda hipótese do estudo foi:

"Com melhor acuracidade da previsão de demanda pode-se reduzir o nível de estoques e minimizar o efeito de propagação de erro, para um mesmo nível de serviço, em todos os elos da cadeia de suprimentos".

Com base nas informações apresentadas foi constatada a segunda hipótese ao ser verificado que quanto maior a acuracidade da previsão de

demanda, menor será o investimento necessário em estoque ao longo da cadeia, pois as incertezas diminuem e poderá se mantido o constante melhor nível de serviço. Se existir um desvio (para baixo ou para cima), o método minimiza este desvio numa boa velocidade de reação e, então, o nível de estoque aumenta (ou diminui) no período seguinte.

Há uma correlação entre a acuracidade das previsões e o nível de inventários. Quanto melhor a acuracidade menor o estoque de segurança necessário. Caberia ainda uma correlação com o estoque médio, mas não foi aplicado. Ao ser eleito um determinado método, a equipe de especialistas de planejamento poderá monitorar a acuracidade do método de previsão escolhido através de ferramentas como o MEQ – Média do Quadrado dos Erros aplicado no estudo.

Numa visão macro aparentemente pequenas diferenças entre o previsto e o realizado não são muito significativas, principalmente quando comentado por áreas comercias, mas quando calculado o investimento em moeda e analisado o custo da falta, evidenciou-se o quanto é importante ter um método de previsão mais eficiente possível.

8 . CONCLUSÕES

Este trabalho tem como objetivo geral verificar qual o método de previsão de demanda de séries temporais apresenta a melhor acuracidade, identificar o impacto desta acuracidade nos estoques de produto acabado e o efeito de propagação de erros na cadeia de suprimento ,limitado a aplicações em empresas, que atendam os seus clientes num modelo de fabricação contra pedidos (fabricado contra ordem de vendas), planejam e executam a reposição de seus estoques num sistema de revisão periódica com base na previsão de vendas fornecida pela área de Marketing e gerenciam a disponibilidade de seus produtos através de um prazo de entrega padronizado.

A idéia básica do estudo de caso é fazer a aplicação dos métodos de Séries Temporais de Média Móvel e de Suavização Exponencial e, a partir do índice da Média dos Quadrados dos Erros aplicado a estes, identificar qual deles melhor se aplica para obter a previsão de demanda, buscando reduzir a propagação do erro de previsão de demanda (também conhecido como efeito chicote).

O desenvolvimento do trabalho compreendeu três etapas principais: na primeira etapa foi a revisão bibliográfica, onde caracterizou-se a cadeia de suprimentos da empresa estudada, a segunda etapa foi o desenvolvimento da metodologia , apresentando a estrutura do estudo de caso e a terceira etapa foi a aplicação prática da metodologia, onde foram analisados e tratados estatisticamente os dados históricos , conclusões e recomendações.

As maiores dificuldades durante a realização do trabalho foram encontradas durante a aplicação prática da metodologia ,onde mesmo com o conhecimento da importância das previsões no gerenciamento de um negócio, foi observado um certo desconhecimento por parte de alguns gestores e determinada resistência à utilização destas técnicas durante o estudo de caso.

A natural oposição e resistência às técnicas foram minimizadas à medida que as demandas reais se aproximaram das previsões sugeridas pelo método proposto, reduzindo os custos e aumentando a confiabilidade dos gerentes e responsáveis pelo processo de planejamento e execução.

8.1 Principais conclusões

Os resultados obtidos com a metodologia da Média do Quadrado dos Erros para a avaliação do melhor modelo aplicado ,mostraram que a Suavização Exponencial foi o modelo mais adequado no estudo de caso prático ,por ter apresentado o menor erro quando comparada à Média Móvel na aplicação do Método do Quadrado dos Erros, confirmando assim a primeira hipótese ,abaixo evidenciada.

"O método de previsão que apresenta menor desvio padrão das diferenças entre demanda prevista e real, possui a melhor acuracidade para determinada".

A segunda hipótese: "Com melhor acuracidade da previsão de demanda pode-se reduzir o nível de estoques e minimizar o efeito de propagação de erro, para um mesmo nível de serviço, em todos os elos da cadeia de suprimentos".

Com base nas informações apresentadas foi constatada a segunda hipótese ao ser verificado que quanto maior a acuracidade da previsão de demanda, menor será o investimento necessário em estoque ao longo da cadeia, pois as incertezas diminuem e poderá se mantido o constante melhor nível de serviço. Se existir um desvio (para baixo ou para cima), o método minimiza este desvio numa boa velocidade de reação e, então, o nível de estoque aumenta (ou diminui) no período seguinte demanda.

Uma vez que o objetivo geral deste trabalho é verificar qual o método de previsão de demanda de séries temporais apresenta a melhor auracidade, pode-se concluir que o mesmo foi alcançado dentro das limitações impostas no decorrer do estudo de caso. A Suavização Exponencial foi o modelo que mostrou-se mais adequado no caso prático, por ter apresentado o menor erro, quando comparada à Média Móvel na aplicação do Método do Quadrado dos Erros.

Na empresa em estudo, os resultados obtidos com as técnicas propostas mostraram a viabilidade em se investir na identificação de um método que se adapte e se ajuste a realidade da empresa, conciliando

adequadamente o resultado fornecido pelas técnicas existentes com novas informações de mercado e com as restrições de planejamento dos diversos departamentos da empresa, numa gestão integrada, com respeito aos limites, políticas e estratégia organizacional.

8.2 Recomendações

Continuar o trabalho até aqui realizado, revisando o processo de previsão de demanda gerado pela área de Vendas, obtendo dados estatísticos dos itens que são montados em cada configuração de produto e identificando um índice, um fator de uso de componente por cada modelo de produto acabado. Revisar a previsão de demanda com maior freqüência, a fim de permitir o compartilhamento de informações em menor tempo entre as áreas de vendas e produção.

Em conjunto com a área de Marketing da empresa identificar os itens puramente importados contra pedidos (Lista 2) que estão sendo consumidos, mas que não constam na lista de disponibilidade local (Lista 1) , tornando os *lead time*s mais curtos e mostrar a importância da velocidade na troca de informações entre a venda no campo e o ponto de estoque e os efeitos negativos causados como a obsolescência, o excesso e a própria falta de produtos.

No sistema de previsão, incentivar o uso de outras técnicas de previsão como o Delphi, por exemplo (predição de um evento via consenso) onde aumentará a chance de participação de mais pessoas da empresa, trazendo um maior comprometimento com o resultado do negócio, excluindo a área de Vendas de retenção da informação, passando a trabalhar a informação de maneira compartilhada como num modelo de rede colaborativa.

Também poderia aumentar-se o horizonte de previsões, passando de 01 mês para 06 a 12 meses, permitindo uma visão futura de onde a empresa quer chegar, quais as fatias de mercado deseja atingir e qual a expectativa de participação neste mercado como um todo.

Identificar e implementar um software de Gestão Empresarial que contemple e gerencie todos as etapas e eventos do processo de previsão de demanda (Plano de Vendas / Plano de Produção / Plano Mestre de Produção; / Plano de requisição de materiais

8.3 Considerações finais

A aplicação prática e o próprio estudo de caso proporcionaram uma integração entre a empresa e a Universidade, com o objetivo de recomendar conjuntamente uma metodologia que permitisse melhorar a acuracidade das previsões de demanda.

O estudo de caso reforçou aos profissionais da empresa os conceitos de previsão de demanda, gestão de estoques, cadeia de suprimentos integrada e indicadores de desempenho, estendendo à aplicação prática nos processos vigentes.

Ficaram fortemente presentes para os membros do grupo de estudos da empresa os efeitos de propagação de erros de previsão de demanda, como as conseqüências negativas do Efeito Chicote (pobre serviço ao cliente, perda do lucro, excesso de estoques ao longo da cadeia, entre outras) e também as sugestões de ações preventivas que poderão reduzir estes efeitos, entre elas: trabalhar na redução das incertezas e variabilidade da demanda futura, redução do *lead time* e buscar integrar melhorar o fluxo de informações na cadeia.

Houveram boas iniciativas por parte da empresa. Uma delas foi de analisar a alternativa de criar um estoque de segurança no país, dentro dos parâmetros de alto giro e baixo custo e iniciar um estudo visando a utilização do centro de distribuição da América Central, que esta diretamente conectado à Divisão fabricante (USA). Muitos dos produtos importados são de uso comum para outras países onde existem fábricas da empresa e estes utilizam o modelo de distribuição mundial ,entretanto Brasil ainda não o praticava . Este modelo tende a minimizar o investimento em estoque local, dando maior flexibilidade e velocidade de resposta, reduzindo a dependência direta do fabricante .

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G. Logística Aplicada: suprimento distribuição física. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1994.

ALAVARES,Maria Esmeralda Ballestro, Administração da qualidade e da produtividade:abordagens do processo administrativo. Paulo,Ed Atlas,2001.

ARNOLD, TONY J.R - Administração de Materiais São Paulo, Ed.Atlas 1999.

ARMSTRONG . Long-Range Forecasting: From Crystal Ball to Computer. Wiley-Interscience, 1978.

BANZATO,Eduardo. Sistema de Gerenciamento de Armazéns.1ª edição,São Paulo, Editora IMAM,1998.

BALLOU,H.Ronald. Logística Empresarial- 1ª Edição ,São Paulo Editora Atlas,1993.

BALLOU,H. Ronald. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos - 4ª edição. Porto Alegre, Editora Bookman.2001

BEAMON, B. M. Supply chain design and analysis: models and methods. International Journal of Production Economics, v. 55, n. 3, p. 281-294, 1998.

BOOTHROYD DEWHURST. Design for Manufacturing and Assembly - User Guide, 1996.

- **BOWEMAN** , O'Connell and Hand. Business Statistics in Practice, 2nd Edition. McGraw-Hill/Irwin, 2001.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D.J. Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo, Editora Atlas, 2001

BOWERSOX , Donald J., David J. Closs, John T. Mentzer, and Jeffrey R. Sims, "Simulated Product Sales Forecasting: A Simulated Model for Short-Range Forecasting and Operational Decision Making," Research in Marketing, 4 (January, 1981), 39-68.

BRONZO, Marcelo. Concorrência entre Cadeias Produtivas: Como a logística se transformou em estratégia. Fumarc, Belo Horizonte,1999.

BRUCE C. ARNTZEN and HERBERT M. SHUMWAY. Driven by Demand: A Case Study, disponível em : http://www.manufacturing.net/scm/index.asp?layout=article&articleid=CA197691&t ext=driven+by+demand> acessado em 08 de Novembro de 2003.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. Supply Chain Management: strategy, planning and operations. Upper Saddle River, Prentice-Hall, 2001.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. Just in Time, MRP II e OPT. São Paulo, Editora Atlas, 1996.

CORRÊA, Henrique e GIANESI, Irineu. Sistemas de planejamento e controle da produção. In CONTADOR, José Celso. Gestão de operações.São Paulo : Edgard Blücher, 1997

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.; CAON, M. Planejamento, Programação e Controle da Produção – MRPII/ERP –: Atlas, 1997.

CHING, Yuh Hong. Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos. São Paulo: Atlas, 1999.

CHECHINATO, Daniela. Modelagem de problemas logísticos sob o enfoque de sistemas dinâmicos: o caso do jogo da cerveja. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

CRAIG, Donald. Simuladores. Disponível em: <http://www.cs.mun.ca/~donald/msc/node1.html> acessado em junho. 2004.

CRISTOPHER , Martin, A Logística do Marleting , 2ª edição Editora Futura,2002

DAVIS,Mark M;Aquilano,Nicloas J;Chase,Richard.Chase B. Fundamentos da Administração da Produção, 3ª edição. Porto Alegre,Editora Bookman,2001

DEMING,W.Eduards, Qualidade a revolução da administração, Rio de Janeiro,Editora Marques Saraiva,1990.

DEREK, L. Walker. Operations Management: A Supply Chain Approach. Published International Thomson Business Press, 1998.

DEUTSCHE TELEKOM. Supply Chain Management – System Overview. /folder/. Alemanha, 2001.

DIAS, Marco Aurélio P. Administração de Materiais Uma abordagem Logística. São Paulo: Atlas, 1993.

DOBLER, D. W.; BURT, D. N. Purchasing and Supply Management Text and Cases. New York, McGraw-Hill, 1996.

DORNIER,Philippe-Pierre,Ernst,Ricardo,Fender Michel e Kouvetis,Panos, Logística e Operações Globais (Textos e Casos), 1ª Edição, São Paulo: Atlas, 2000.

FORRESTER, Jay W. Designing the Future. Universidad de Sevilla. Sevilla, Espanha, dezembro, 1998.

FORRESTER, Jay W. Industrial Dynamics. Massachusetts Institute of

Technology, Cambridge, MIT Press, 1965.

FORRESTER, Jay W. Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers. Harvard Business Review, Vol 36, julho/agosto, p. 37-66, 1958.

FORRESTER, Jay W. Learning through System Dynamics as Preparation for the 21st Century. Systems Thinking And Dynamic Modeling Conference For K-12 Education, Concord Academy, Concord MA, EUA, junho, 1994.

FRAMLING, Kary; SAMAROS ,Johanna - Peer-to-peer information systems - An enabler of collaborative planning, forecasting and replenishment, disponível em <http://www.cs.hut.fi/~framling/Publications/peertopeer.html> aceessado em 18 de junho de 2004.

FLEURY, Paulo Fernando, Wanke, Peter; Figueiredo, Kleber Fossati. Logística Empresarial - A perspectiva Brasileira. São Paulo: Atlas (Coleção Coppead), 2000.

GAITHER Norman ,Frazier Greg- Administração da Produção e Operações -São Paulo, Pioneira Thomson Learning,2002.

GONÇALVES,Paulo Sérgio & Schwember.Administracao de Estoques,teoria e pratica Rio de Janeiro Interciencia,1979.

GOLDRAT, Eliyahu M. e COX, JEFF – A META -São Paulo,Claudney Fullmann,1993.

GOLICIC , Susan L., Donna F. Davis, Teresa M. McCarthy, Mentzer, John T., “Bringing Order out of Chaos,” Journal of Business Forecasting, (Spring 2001), 11-17.

HANDFIELD, Robert B; NICHOLS, Ernest L. Introduction to Suply Chain Management, New Jersey ,USA: Prentice-Hall, Inc. 1999.

HANKE , Wichern and Reitsch. Business Forecasting, 7th Edition. Prentice-Hall, 2001.

HARRISON,ALAN E HOEK,REMKO VAN; Estratégia e gerenciamento da logística . Editora: FUTURA,2003 HAYKIN, Simon. Redes Neurais. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001.

HENRIQUES DE CARVALHO,Carvalho,Marcius Fabius e MACHADO, Carlos. A Coordination level in supply chain simulator , Basys 2002 - 5th IFIP International Conference on Information Technology for Balances Automation systems in Manufacturing and Services,Cancun 2002.

KOTLER, Philip;Marketing Management:Milenium Edition,Tent Edition,2000 by Printice Hall,Inc.

KAHN , Kenneth B., “How to Measure the Impact of a Forecast Error on an Enterprise?,” Journal of Business Forecasting, (Spring 2003), 21-25

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. Supply Chain Management: implementation issues and research opportunities. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, (9:2), p. 1-19, 1998.

LEVI, David S.; KAMINSKY, Philip. Designing and Managing the Supply Chain, USA: McGraw Hill, 2000.

MARK M. Davisand Paul D.Berger.”Sales Forecasting in a Retail Service Enviroment The Journal od Business Forecasting, inverno de 1989, pág. 8-17.

MARTINS, Petrônio G.; ALT, Paulo R.C. Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais. São Paulo: Saraiva, 2000.

MARTINS, Petrônio F.; LAUGENI, Fernando P. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 1999.

MENTZER , John T., Mark A. Moon, John L. Kent, and Carlo D. Smith, “The Need for a Forecasting Champion,” Journal of Business Forecasting, 16 (No. 3, 1997), 3-8.

MENTZER, John T. and Kenneth B. Kahn, “The State of Sales Forecasting Systems in Corporate America,” Journal of Business Forecasting, 16 (Spring 1997), 6-13.

MIRA,Carlos Alberto. Logística: O Último Rincão do Marketing. São Paulo. Lettra.doc,2004.

MIRANDA, N. G. M. O Sistema de Avaliação de Desempenho na Cadeia de Suprimentos da Indústria Automobilística Brasileira. São Paulo, Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, 2000.

MONTEGOMERY, Douglas C. and Johnson, Lynwood A. Forecasting and time series analyses.McGraw Hill: New York, 1976.

MOON, Mark A., John T. Mentzer, and Carlo D. Smith, “Conducting A Sales Forecasting Audit,” International Journal of Forecasting, 19 (2003), 5-25

MOON, M.A., J.T. Mentzer, and C. D. Smith, Commentaries and authors' response on "Conducting A Sales Forecasting Audit,” International Journal of Forecasting, 19 (2003), 27-42.

MOREIRA, Cynara Mendonça. Estratégias de Reposição de Estoques em Supermercados:Avaliação por Meio de Simulação, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da produção e Operações. 2ª ed. São Paulo:Pioneira, 1996.

NOVAES,Antonio Galvão. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: estratégia,operacão e avaliação.Rio de Janeiro,editora Campus,2001.

O'BRIEN,James A.Sistemas de Informação e as decisões gerencias na era da informática.Editora Saraiva,tradução da 9ª. Edição americana,2002.

OLIVEIRA,Gilson Adamczuk, Sistema de Controle de Estoques utilizando a metodologia Box & Jenkins de séreies temporais. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná,2002.

PALADINI, Edson P. Gestão da Qualidade no Processo – 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1995.

PELLEGRINI, Fernando R. Metodologia para implementação de Sistemas de Previsão de Demanda. Dissertação.2000 (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, Ufrgs,Porto Alegre.

PIRES, Sílvio R. I.. Gestão Estratégica da Produção. Piracicaba: Unimep, 1995.

PORTER, Michael E. Estratégia Competitiva. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1985.

REBELLO, Antonio. Um Método de Cálculo de Estoque de Segurança. In: VII Simpósio de Engenharia de Produção da Unesp - VII SIMPEP, 2000, Bauru - SP. Anais eletrônicos... Bauru: Unesp, 2000. Disponível em: <http://www.bauru.unesp.br/acontece/anai.html> Acessado em: 09 maio de 2001.

RUSSOMANO,Vitor Henrique. Planejamento e Controle da Produção, São Paulo,1979.

SCHWITZKT, Marcelo. A acuracidade dos Métodos de Previsão e sua Relação com o Dimensionamento dos Estoques de Produtos Acabados.2001

.Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,UFSC,Florianópolis.

SHAPIRO,Jeremy F. Modeling the Supply Chain,Duxbury,2001.

SHINGO, Shingeo. Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingeo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996

SLACK, Nigel, et al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1997.

STEVENSON, William J. Estatística aplicada à administração. São Paulo: Harper & How do Brasil, 1981.

The Computerized Beer Game: disponivel em :

http://primal.iems.northwestern.edu/~levi/prolog/beergame.html
acessado em 18 de junho de 2004.

TONIOLI, Julian Neves, "A integração entre o processo de desenvolvimento de produto e o gerenciamento da cadeia de suprimentos e sua relação com papel desempenhado pelo engenheiro de produto" ,Dissertação de Mestrado ,departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.2003.

TSENG, F.; TZENG, G.; YU, H.;YUAN, B.J.C. Fuzzy ARIMA model for

forecasting the foreign exchange market. fuzzy sets and sistems, v.118, p.9-19, 2001.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de planejamento e controle da produção. 2 ed. São Paulo : Atlas, 2000.

VIEIRA, José Geraldo, Junior,Silas Costa F, Yoshizaki,Hugo T.Y, Collaborative Planning,Forecasting and Replenishment:State of art in Brazil. Disponível em http://www.cpfr.org/documents/pdf/CPFR_in_Brazil1.pdf acessado em 18 de Junho de 2004.

WOMACK, James P.; Jones, Daniel T. A mentalidade enxuta das empresas. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo