

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA:
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE
ROLAMENTOS**

Fernando Mancuzo

Porto Alegre, 2003

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA:
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DISTRIBUIDORA
DE ROLAMENTOS**

Fernando Mancuzo

Orientador: Professor Dr. Leonardo Rocha de Oliveira

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Oscar Balarine

Prof. Dr. Carla Schwegenber ten Caten

Prof. Dr. Flávio Sanson Fogliatto

**Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia
como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade
Profissionalizante – Ênfase Logística**

Porto Alegre, 2003

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de mestre em ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Leonardo Rocha de Oliveira

Orientador
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Helena Beatriz Bettella Cybis

Coordenadora
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA

Prof. Oscar Balarine
PUC/RS

Prof. Carla Schwegenber ten Caten
PPGEP/UFRGS

Prof. Flávio Sanson Fogliatto
PPGEP/UFRGS

RESUMO

Empresas mantêm estoques como forma de antecipar a necessidade do cliente, usufruindo, assim, de vantagem competitiva. No entanto, há custos associados a esses estoques, devendo haver um balanceamento em relação ao diferencial que a sua existência pode trazer. O aumento dos níveis de competitividade no mercado obriga as companhias a diminuírem seus custos, reduzindo, pois, parte de seu estoque, podendo provocar perdas de vendas por falta de mercadoria. O desafio é prever com a maior precisão possível qual a quantidade requerida de cada produto e o momento certo em que o mesmo será necessário. É nesse sentido que a Análise e Previsão de Demanda vem sendo utilizada como ferramenta para diminuir a distância entre a necessidade e a disponibilidade de estoque. Esta dissertação descreve as vantagens competitivas da manutenção do estoque e os custos a ele associados, bem como os tipos de demanda, além dos métodos de Análise e Previsão de Demanda como forma de minimizar custos, melhorando o nível e a disponibilidade de estoque. Para tanto, foi desenvolvido um estudo de caso em uma empresa do ramo comercial com o propósito de validar as técnicas descritas para futura utilização em todas as linhas e marcas de produtos comercializados pela companhia estudada.

Palavras-chave: demanda; Análise e Previsão de Demanda; controle de estoques.

ABSTRACT

In order to achieve all the benefits of anticipating customers' needs and become more competitive in the market, it is necessary to keep stocks so as to be capable of providing customers with what they will be likely to buy. However, there is a trade off between the advantages of keeping products in stocks and the costs involved. In an increasingly more competitive market, companies have been forced to reduce stocks, despite the losses in sales. Therefore, the challenge is to become capable of anticipating as thoroughly as possible the precise amount that all the products will be demanded and have them available whenever required by customers. That is why Demand Forecasting has been used more and more in companies as a strategic tool to help obtaining competitive advantages from stocks reduction as well as improving sales and promoting customers' satisfaction. The present study aims at describing the requirements and techniques for stock control and the capabilities of Demand Forecasting to help reducing costs, improving the levels of products availability and gaining competitive advantages. In order to achieve these goals, a case study had been carried out in a commercial company where the forecasting techniques have been tested for further use so as to improve sales and stock control for the all the products the company works with.

Key-words: demand; Demand Forecasting; stock control.

LISTA DE FIGURAS

	p.
FIGURA 1 – Custos da Previsão.....	41
FIGURA 2 – Demanda do produto F01 da filial Porto Alegre.....	82
FIGURA 3 – Demanda do produto F01 da filial São Paulo.....	83
FIGURA 4 – Demanda do produto F01 da filial Curitiba.....	84
FIGURA 5 – Demanda do produto F01 total das filiais.....	85
FIGURA 6 – Demanda do produto F02 da filial Porto Alegre.....	86
FIGURA 7 – Demanda do produto F02 da filial São Paulo.....	87
FIGURA 8 – Demanda do produto F02 da filial Curitiba.....	88
FIGURA 9 – Demanda do produto F02 de todas filiais.....	89
FIGURA 10 – Demanda do produto F03 da filial Porto Alegre.....	90
FIGURA 11 – Demanda do produto F03 da filial São Paulo.....	91
FIGURA 12 – Demanda do produto F03 da filial Curitiba.....	92
FIGURA 13 – Demanda do produto F03 de todas filiais.....	93
FIGURA 14 – Demanda do produto P01 da filial Porto Alegre.....	94
FIGURA 15 – Demanda do produto P01 da filial São Paulo.....	95
FIGURA 16 – Demanda do produto P01 da filial Curitiba.....	96
FIGURA 17 – Demanda do produto P01 de todas filiais.....	97
FIGURA 18 – Demanda do produto P02 da filial Porto Alegre.....	98
FIGURA 19 – Demanda do produto P02 da filial São Paulo.....	99
FIGURA 20 – Demanda do produto P02 da filial Curitiba.....	100
FIGURA 21 – Demanda do produto P02 de todas as filiais.....	101
FIGURA 22 – Demanda do produto P03 da filial Porto Alegre.....	102
FIGURA 23 – Demanda do produto P03 da filial São Paulo.....	103
FIGURA 24 – Demanda do produto P03 da Curitiba.....	104
FIGURA 25 – Demanda do produto P03 de todas filiais.....	105
FIGURA 26 – Demanda do produto SN01 da filial Porto Alegre.....	106
FIGURA 27 – Demanda do produto SN01 da filial São Paulo.....	107
FIGURA 28 – Demanda do produto SN01 da filial Curitiba.....	108
FIGURA 29 – Demanda do produto SN01 de todas filiais.....	109
FIGURA 30 – Demanda do produto SN02 da filial Porto Alegre.....	110
FIGURA 31 – Demanda do produto SN02 da filial São Paulo.....	111
FIGURA 32 – Demanda do produto SN02 da filial Curitiba.....	112
FIGURA 33 – Demanda do produto SN02 de todas filiais.....	113
FIGURA 34 – Demanda do produto SN03 da filial Porto Alegre.....	114
FIGURA 35 – Demanda do produto SN03 da filial São Paulo.....	115
FIGURA 36 – Demanda do produto SN03 da filial Curitiba.....	116
FIGURA 37 – Demanda do produto SN03 de todas filiais.....	117

LISTA DE TABELAS

	p.
TABELA 1 – Demandas mensais (em milhares de unidades).....	55
TABELA 2 – Demandas real e prevista mensal.....	57
TABELA 3 – Correção do efeito de tendência	60
TABELA 4 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F01 da filial Porto Alegre.....	82
TABELA 5 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F01 da filial São Paulo.....	83
TABELA 6 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F01 da filial Curitiba.....	84
TABELA 7 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F01 de todas filiais	85
TABELA 8 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F02 da filial Porto Alegre.....	86
TABELA 9 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F02 da filial São Paulo.....	87
TABELA 10 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F02 da filial Curitiba.....	88
TABELA 11 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F02 de todas filiais	89
TABELA 12 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F03 da filial Porto Alegre.....	90
TABELA 13 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F03 da filial São Paulo.....	91
TABELA 14 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F03 da filial Curitiba.....	92
TABELA 15 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F03 de todas filiais	93
TABELA 16 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P01 da filial Porto Alegre.....	94
TABELA 17 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P01 da filial São Paulo.....	95
TABELA 18 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P01 da filial Curitiba.....	96
TABELA 19 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P01 de todas filiais	97
TABELA 20 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P02 da filial Porto Alegre.....	98
TABELA 21 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P02 da filial São Paulo.....	99
TABELA 22 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P02 da filial Curitiba.....	100
TABELA 23 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P02 de todas filiais	101
TABELA 24 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P03 da filial Porto Alegre.....	102
TABELA 25 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P03 da filial São Paulo.....	103
TABELA 26 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P03 da filial Curitiba.....	104
TABELA 27 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P03 de todas filiais	105
TABELA 28 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN01 da filial Porto Alegre.....	106
TABELA 29 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN01 da filial São Paulo.....	107

TABELA 30 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN01 da filial Curitiba.....	108
TABELA 31 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN01 de todas filiais.....	109
TABELA 32 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN02 da filial Porto Alegre.....	110
TABELA 33 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN02 da filial São Paulo.....	111
TABELA 34 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN02 da filial Curitiba.....	112
TABELA 35 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN02 de todas filiais.....	113
TABELA 36 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN03 da filial Porto Alegre.....	114
TABELA 37 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN03 da filial São Paulo.....	115
TABELA 38 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN03 da filial Curitiba.....	116
TABELA 39 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN03 de todas filiais.....	117
TABELA 40 – Análise das diferenças entre o Previsto e Realizado.....	118
TABELA 41 – Série histórica de demandas do produto F01 de todas filiais.....	123
TABELA 42 – Série histórica de demandas do produto F02 de todas filiais.....	123
TABELA 43 – Série histórica de demandas do produto F03 de todas filiais.....	124
TABELA 44 – Série histórica de demandas do produto P01 de todas filiais.....	124
TABELA 45 – Série histórica de demandas do produto P02 de todas filiais.....	125
TABELA 46 – Série histórica de demandas do produto P03 de todas filiais.....	125
TABELA 47 – Série histórica de demandas do produto SN01 de todas filiais.....	126
TABELA 48 – Série histórica de demandas do produto SN02 de todas filiais.....	126
TABELA 49 – Série histórica de demandas do produto SN03 de todas filiais.....	127
TABELA 50 – Série histórica de demandas do produto F01 da filial Porto Alegre.....	127
TABELA 51 – Série histórica de demandas do produto F02 da filial Porto Alegre.....	128
TABELA 52 – Série histórica de demandas do produto F03 da filial Porto Alegre.....	128
TABELA 53 – Série histórica de demandas do produto P01 da filial Porto Alegre.....	129
TABELA 54 – Série histórica de demandas do produto P02 da filial Porto Alegre.....	129
TABELA 55 – Série histórica de demandas do produto P03 da filial Porto Alegre.....	130
TABELA 56 – Série histórica de demandas do produto SN01 da filial Porto Alegre.....	130
TABELA 57 – Série histórica de demandas do produto SN02 da filial Porto Alegre.....	131
TABELA 58 – Série histórica de demandas do produto SN03 da filial Porto Alegre.....	131
TABELA 59 – Série histórica de demandas do produto F01 da filial São Paulo.....	132
TABELA 60 – Série histórica de demandas do produto F02 da filial São Paulo.....	132
TABELA 61 – Série histórica de demandas do produto F03 da filial São Paulo.....	133
TABELA 62 – Série histórica de demandas do produto P01 da filial São Paulo.....	133
TABELA 63 – Série histórica de demandas do produto P02 da filial São Paulo.....	134
TABELA 64 – Série histórica de demandas do produto P03 da filial São Paulo.....	134
TABELA 65 – Série histórica de demandas do produto SN01 da filial São Paulo.....	135
TABELA 66 – Série histórica de demandas do produto SN02 da filial São Paulo.....	135
TABELA 67 – Série histórica de demandas do produto SN03 da filial São Paulo.....	136
TABELA 68 – Série histórica de demandas do produto F01 da filial Curitiba.....	136
TABELA 69 – Série histórica de demandas do produto F02 da filial Curitiba.....	137
TABELA 70 – Série histórica de demandas do produto F03 da filial Curitiba.....	137
TABELA 71 – Série histórica de demandas do produto P01 da filial Curitiba.....	138
TABELA 72 – Série histórica de demandas do produto P02 da filial Curitiba.....	138
TABELA 73 – Série histórica de demandas do produto P03 da filial Curitiba.....	139
TABELA 74 – Série histórica de demandas do produto SN01 da filial Curitiba.....	139
TABELA 75 – Série histórica de demandas do produto SN02 da filial Curitiba.....	140
TABELA 76 – Série histórica de demandas do produto SN03 da filial Curitiba.....	140

RESUMO.....	2
ABSTRACT	3
LISTA DE FIGURAS.....	4
LISTA DE TABELAS.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 JUSTIFICATIVA	9
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.3 MÉTODO DE PESQUISA	11
1.4 MÉTODO DE TRABALHO.....	13
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	13
2 ANÁLISE DO DOMÍNIO DE APLICAÇÃO.....	15
2.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	15
2.2 TECNOLOGIA EMPREGADA	15
2.3 CICLO DO PEDIDO DE COMPRA.....	16
2.4 INCERTEZA DE FORNECIMENTO.....	17
3 ESTOQUES: VANTAGEM COMPETITIVA X CUSTOS.....	19
3.1 CONTROLE DE ESTOQUES.....	21
3.2 NECESSIDADES POR ESTOQUES.....	22
3.3 FATORES DE DECISÃO EM ESTOQUE.....	23
3.4 TIPOS DE DEMANDA	24
3.4.1 Demanda Permanente.....	24
3.4.2 Demanda Sazonal.....	25
3.4.3 Demanda Irregular.....	25
3.4.4 Demanda em Declínio.....	26
3.4.5 Demanda Derivada.....	26
3.5 PREVISÃO DE INCERTEZAS	27
3.5.1 Incertezas das Demandas por Produtos.....	27
3.5.2 Incertezas de Fornecimento.....	27
3.5.3 Incertezas de Ressuprimentos.....	27
3.6 CUSTO DE ESTOQUE	28
3.6.1 Custo de Pedido de Compra.....	29
3.6.2 Custo de Manutenção do Estoque.....	29
3.6.3 Custo de Falta de Estoque.....	32
3.7 CONCLUSÃO.....	33
4 PREVISÃO DE DEMANDA.....	35
4.1 PREVISÃO DE DEMANDA COMO FERRAMENTA LOGÍSTICA	35
4.2 CARACTERÍSTICAS DA PREVISÃO DE DEMANDA.....	38
4.3 CUSTOS DA PREVISÃO	40
4.4 TIPOS DE PREVISÃO	41
4.4.1 Métodos Qualitativos	43
4.4.1.1 Opinião de Executivos	43
4.4.1.2 Opinião da Força de Vendas	44
4.4.1.3 Indicadores Econômicos	48
4.4.1.4 Pesquisas com Clientes	51
4.4.1.5 Método Delphi.....	51
4.4.2 Métodos Quantitativos ou Matemáticos	52
4.4.2.1 Séries Temporais.....	52
4.4.2.2 Modelos de Suavização Exponencial.....	63
4.4.2.3 Modelos de Box-Jenkins.....	66
4.5 PREVISÃO FORTEMENTE SAZONAL.....	75
4.6 ESCOLHENDO O TIPO DE PREVISÃO CORRETA	77
4.7 CONCLUSÃO.....	77

5	ESTUDO DE CASO	80
5.1	OS PRODUTOS ANALISADOS	80
5.2	DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS	80
5.3	FORMA DE ANÁLISE	81
5.4	ANÁLISE E PREVISÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS	82
5.4.1	Linha F.....	82
5.4.2	Linha P.....	94
5.4.3	Linha SN.....	106
5.5	CONCLUSÃO DA ANÁLISE.....	118
6	CONCLUSÕES E FUTUROS DESENVOLVIMENTOS	119
	REFERÊNCIAS	121
	ANEXO.....	123

1 INTRODUÇÃO

Estoques são recursos que possuem valor econômico. Representam um investimento destinado a facilitar as atividades de produção e servir aos clientes. Entretanto, estoques consomem capital de giro, o qual pode não ter retorno sobre o investimento aplicado e ser mais bem utilizado em outro setor da empresa. Assim, o problema da administração de estoque é conservá-lo em níveis adequados, mas não excessivos.

Monks (1997) indica como principais motivos para a manutenção de estoques:

- a) atender os clientes com demandas variáveis (imediatas e sazonais);
- b) proteger contra erros de suprimentos, faltas e esgotamento de estoque;
- c) auxiliar o nivelamento das atividades de produção, estabilizar o emprego e melhorar as relações de trabalho;
- d) facilitar a produção de artigos diferenciados dentro das mesmas instalações;
- e) fornecer um meio de obter e manusear materiais em lotes econômicos e de ganhar descontos por quantidade;
- f) oferecer um meio de proteção contra as incertezas de entregas e preços futuros, tais como greves, aumento de preço e inflação.

Desta forma, pode-se destacar, então, a importância que a Análise e Previsão de Demanda está ocupando nas organizações, por representar o elo entre a disponibilidade de estoque e a necessidade de redução de custos, onde passa a fazer parte do processo de planejamento estratégico, não só como uma ferramenta nas áreas de suprimentos e compras, podendo ser um diferencial competitivo por aproximar a empresa do mercado pela melhora nos prazos de entrega e pelas reduções de custo que assim podem advir.

1.1 JUSTIFICATIVA

Planejar é uma atividade comum a qualquer tipo de empresa, independentemente de seu porte ou ramo ao qual se dedica, envolvendo todas as áreas, seja formal ou informalmente. Há várias decisões que compõem o próprio planejamento, ou dele são derivadas (MOREIRA, 1998), tais como:

- a) quanto se deve fabricar de cada linha de produtos nos próximos dias, semanas ou meses;
- b) tipos de produtos e/ou serviços a oferecer daqui a dois, três ou 10 anos;
- c) evolução da tecnologia nos próximos anos;
- d) necessidade de investimentos futuros;
- e) adoção de novos processos e tecnologias;
- f) ampliação e/ou construção de novas instalações;
- g) contratações futuras de pessoal e treinamento;
- h) necessidades de matérias-primas, etc.

Há necessidade de planejamento para cinco ou 10 anos futuros, tanto quanto há necessidade de planejamento para os próximos dias ou semanas, embora o grau de detalhes mostre-se muito diferente em ambos os casos. De uma forma geral, quanto maior o período coberto pelo planejamento, menor a precisão com que se pode contar, considerando a eliminação cada vez maior de detalhes.

Além de haver vários tipos de planejamento que tratam de distintos assuntos, conforme sua área de origem (Finanças, Recursos Humanos, Produção, etc.), os horizontes de tempo também são distintos. Não obstante as eventuais diferenças, há pelo menos uma importante base comum a todo planejamento: a **previsão da demanda**. É fundamental saber quanto a empresa planeja vender de seus produtos ou serviços no futuro, por mais imperfeita que possa ser uma previsão, pois essa expectativa é o ponto de partida, direto ou indireto, para praticamente todas as decisões, uma vez que as vendas podem depender de fatores como aumento vegetativo da população, situação da economia mundial, movimentos de mercados internacionais, esforços para aumentar a participação da companhia no mercado, etc.

A precisão é a medida da qualidade da Previsão. Frente a um relacionamento de causa e efeito, a expectativa da alta precisão é atendida. O comportamento de um componente químico ou a resistência a quebras de um novo produto pode ser precisamente antecipada, mas quando se trata da área mercadológica, o comportamento torna-se mais instável (RIGGS, 1987).

A previsão da demanda constitui-se em um processo racional de busca de informações sobre o valor das vendas futuras de um item ou de um conjunto de itens. Assim, tanto quanto

possível a previsão deve oferecer igualmente informações a respeito da qualidade e do local onde serão necessários os produtos (MOREIRA, 1998).

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a possibilidade de utilizar a Análise e Previsão de Demanda como parte do processo de compra da empresa analisada, melhorando a precisão em termos de quantidade e prazos de entrega. Para tanto, será realizado um estudo de caso, no qual será analisada uma das marcas comercializadas pela companhia. Serão vistos os produtos de maior venda das principais linhas dessa marca com os critérios descritos no item 5.1.

Os objetivos específicos são:

- a) analisar a aplicabilidade nos produtos comercializados pela empresa;
- b) avaliar a possibilidade da análise por filial ou de forma consolidada;
- c) minimizar o efeito da sazonalidade constante no mercado da companhia analisada;
- d) avaliar a possibilidade de melhoria do atendimento a clientes por intermédio de uma maior disponibilidade de estoque;
- e) avaliar a possibilidade de minimizar os custos de estoque por meio de uma melhor gestão.

Com isto, espera-se ampliar o uso das técnicas de Análise e Previsão de Demanda em outras marcas e linhas comercializadas pela companhia, melhorando, de forma global, a administração de seu estoque, oferecendo maior disponibilidade de produtos e redução dos custos associados ao mesmo.

1.3 MÉTODO DE PESQUISA

Para a realização deste trabalho seguiu-se o método de pesquisa-ação (THIOLLENT; 1997), cujas principais características são:

- a) a orientação para o futuro, no qual o processo de pesquisa-ação facilita a criação de soluções voltadas para um futuro desejável pelos interessados;

- b) a colaboração entre pesquisadores e clientes;
- c) o dispositivo de pesquisa-ação desenvolve a capacidade do sistema de identificar e resolver problemas;
- d) a geração de teoria fundamentada na ação, a qual pode ser corroborada ou revisada por meio da avaliação de sua adequabilidade à ação;
- e) a não-predeterminação e adaptação situacional, ou seja, as próprias relações estabelecidas na situação de pesquisa variam, não sendo, pois, totalmente previsíveis.

A pesquisa-ação consiste essencialmente em acoplar pesquisa e ação em um processo no qual os atores implicados participam, em conjunto com os pesquisadores, para, de forma interativa, elucidarem a realidade em que estão inseridos, identificando problemas coletivos, buscando e experimentando soluções em situação real. Segundo Spink (1979), a pesquisa-ação tem o duplo e explícito propósito de auxiliar o raciocínio, a formulação ou a prática da ação, além de desenvolver, enriquecer ou testar quadros de referências teóricos ou modelos relevantes ao fenômeno em estudo. A dimensão ativa do método manifesta-se no planejamento de ações e na avaliação de seus resultados.

O processo de pesquisa-ação não existe de forma totalmente padronizada, pois, dependendo da situação social ou do quadro organizacional em que se aplica, os procedimentos e a ordenação das etapas podem variar. Há também grande diversidade nos graus de implicação dos agentes. Thiollent (1997) descreve a estrutura de interação entre clientes e pesquisadores com procedimentos em cinco fases:

- a) diagnóstico para identificar um problema na organização;
- b) planejamento da ação, considerando as ações alternativas para resolver o problema;
- c) execução das ações, com seleção de um roteiro de ação;
- d) avaliação das conseqüências da ação;
- e) aprendizagem específica e identificação dos ensinamentos da experiência, com retorno ao ponto de partida para evidenciar o conhecimento generalizável adquirido sobre o problema.

Pelo fato de promover ampla interação entre pesquisadores e membros representativos da situação investigada, a pesquisa-ação possui um caráter participativo. Nela existe vontade

de ação planejada sobre os problemas detectados na fase investigativa. O ponto de partida situa-se geralmente na demanda da organização-cliente. Esse tipo de experiência não deve ser desenvolvido à revelia dos membros da organização; antes, deve contar com a anuência de seus dirigentes.

1.4 MÉTODO DE TRABALHO

Segundo descreve o método de pesquisa-ação, os passos para o desenvolvimento deste trabalho são os seguintes:

- a) identificação dos problemas relacionados às compras e às faltas de estoque;
- b) pesquisa de métodos de Análise e Previsão de Demanda;
- c) levantamento dos produtos a serem utilizados no estudo de caso;
- d) definição da forma de análise quanto à localização da venda e do estoque;
- e) execução da Previsão de Demanda de forma comparativa com a realizada;
- f) conclusão quanto à utilização da Análise e Previsão de Demanda na empresa.

O trabalho contou com a participação da área de vendas e de logística da empresa, onde se pôde definir uma amostra significativa em termos qualitativos e quantitativos, para sua real aplicabilidade futura em todas as linhas e marcas que comercializa.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo 2 apresenta a empresa na qual o estudo de caso foi analisado, descrevendo seus produtos, tecnologia, necessidades e mercado.

O Capítulo 3 mostra as vantagens que a companhia tem ao possuir estoque como forma de aumentar eficiência e minimizar custos da sua falta, assim como, em contrapartida, todos os custos e problemas provocados pelo fato de ter estoque em demasia.

O Capítulo 4 faz um estudo da Análise e Previsão de Demanda como solução para o problema relatado no Capítulo anterior, descrevendo os tipos e como empregá-los, conforme a necessidade.

O Capítulo 5 apresenta a forma como serão trabalhadas as análises, além de demonstrar como foram selecionados os produtos analisados. Este capítulo apresenta o estudo de caso da Análise e Previsão de Demanda dentro da Imdepa Rolamentos, com exemplos dos produtos investigados.

Ao final, juntamente com as conclusões, as limitações e os problemas enfrentados ao longo deste trabalho, são sugeridas atividades que poderiam ser desenvolvidas futuramente para dar continuidade à presente pesquisa.

2 ANÁLISE DO DOMÍNIO DE APLICAÇÃO

2.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

O estudo de caso relatado nesta pesquisa foi realizado na Imdepa Rolamentos Importação e Comércio Ltda., fundada em 6 de junho de 1960, em Caxias do Sul-RS. A empresa inaugurou filiais em São Paulo, Porto Alegre, Curitiba e Cuiabá. Atualmente, sua matriz é a unidade da Capital gaúcha, que absorveu o mercado e as atribuições da unidade de Caxias do Sul, após o seu fechamento. Em sua estrutura, a companhia tem um total de 80 funcionários nas áreas administrativa, de vendas e logística, além de 180 vendedores externos cobrindo todo o Brasil.

A Imdepa Rolamentos comercializa rolamentos de origem nacional e importada para as áreas agrícola, industrial e automotiva, além de retentores, mancais e buchas para rolamentos, discos e platô de embreagem. Seus fornecedores estão estabelecidos no Brasil, Estados Unidos, Alemanha, Rússia, Ucrânia, Hungria, Iugoslávia, Romênia, Japão e Coréia, além de outros países.

Com volume de vendas anuais em torno de 14.500.000 de peças, a empresa é considerada líder em rolamentos importados na indústria agrícola. Possui estoque com mais de 8.000 itens nas marcas INA, SABÓ, LUK, MDS, GBR, ZKL, GPZ e TAM, entre outros. Sua carteira é composta por mais de 12.000 clientes distribuídos por todo o país.

O Grupo Imdepa detém duas outras empresas distribuidoras de rolamentos para o Estado do Rio Grande do Sul: Sueca Rolamentos e Retentores, distribuidora de rolamentos da marca SKF, atuando principalmente na área industrial e a Sulauto Ltda., distribuidora de rolamentos das marcas TIMKEN e FAG, com atuação no mercado automobilístico pesado.

2.2 TECNOLOGIA EMPREGADA

A empresa possui tecnologia adequada para suporte às suas operações e estabelecer a comunicação com fornecedores e clientes, de forma a agilizar as transações de compra e

venda, além de atender às suas tarefas administrativas. A estrutura tecnológica da Imdepa baseia-se em modernas práticas utilizadas no mercado, provendo velocidade, segurança e informações para dar apoio ao processo de tomada de decisões.

A empresa utiliza servidores de dados e rede RISC 6000 da marca IBM em cada uma das seis unidades. Possui 70 computadores PC em sua rede interna à disposição de seus funcionários. Trabalha com um sistema ERP desenvolvido em Banco de Dados Relacional Oracle, com aplicativos nas áreas administrativa, financeira, contábil e comercial.

Na área de telecomunicações, dispõe de uma rede Intranet de dados e voz entre as filiais, via *link* de rádio de 64 Kb/s, podendo chegar a 2 Mb/s, além de *link* de alta velocidade com a Internet em cada uma das unidades (de 128 Kb/s a 512 Kb/s). Tal estrutura garante a interligação necessária à troca de informações entre as unidades e o gerenciamento remoto das operações, permitindo, ainda, a conexão via Intranet no sistema da empresa, o que possibilita o acesso a informações e a tomada de decisões de qualquer ponto do Brasil ou do exterior.

Essa tecnologia é disponibilizada para o gerenciamento e a administração da logística como ferramenta para um melhor nível de serviço prestado à empresa e, assim, propor soluções que otimizem o controle dos estoques na Imdepa Rolamentos.

2.3 CICLO DO PEDIDO DE COMPRA

O sistema de controle de estoque é contínuo e periódico. Ele busca a média histórica como uma base para calcular novos pedidos. São considerados, também, incrementos por crescimento de mercado e mudanças na sazonalidade. O sistema controla tanto a demanda quanto o tempo de atendimento, isto é, o tempo entre a apresentação do pedido e o recebimento da entrega.

Na Imdepa Rolamentos há dois ciclos distintos de compra:
mercadoria nacional;
mercadoria importada.

Na mercadoria nacional são feitas compras mensais, executadas até o último dia de cada mês, com entregas semanais programadas durante o mês da entrega, ocorrendo, também, compras emergenciais para venda ou por revisões semanais nos níveis de estoque.

Na mercadoria importada há um plano de compra anual, revisado trimestralmente, com entregas mensais. Esse plano está ligado à capacidade produtiva de cada um dos fornecedores, assim como ao tempo de entrega, de acordo com o país de origem.

Nos dois ciclos de compra existem quantidades e valores mínimos a serem considerados por acordo de contrato ou de interesse comercial, ou seja, além dos limites superiores na compra pela capacidade de produção, há limites inferiores que devem ser administrados para não ofender a boa gestão do estoque e para a manutenção dos acordos comerciais.

2.4 INCERTEZA DE FORNECIMENTO

As maiores incertezas relacionadas ao controle de estoques são as variabilidades da demanda e do tempo de atendimento. Para minimizar esse problema, utiliza-se um estoque de segurança que garante os níveis de atendimento. Sua administração deve ser feita com cuidado para não sobrecarregar os investimentos em estoque.

Na mercadoria nacional enfrentam-se problemas tais como ruptura de fabricação, transporte e necessidade de reprogramação, provocados pelas variações de demanda que ocorrem durante o mês, as quais atingem a qualidade do fornecimento.

Na mercadoria importada, a incerteza de fornecimento aumenta, pois, além do transporte rodoviário no país, há o transporte marítimo do país de origem até o Brasil, que pode aumentar o atraso da entrega do produto. Outro fator que provoca dificuldade é o processo de exportação e importação, pois depende das leis de Comércio Exterior. No que diz respeito a reprogramações, igualmente enfrentam-se problemas complexos, pois o ciclo total do pedido é de 90 dias, enquanto o tempo de entrega da mercadoria pela fábrica para a Imdepa é de 60 dias, o que impossibilita e, mesmo, inviabiliza a entrega em tempo hábil e a sua reprogramação.

As dificuldades apresentadas demonstram a necessidade de uma Análise e Previsão de Demanda o mais próxima da realidade possível para, assim, minimizar as reprogramações e antecipar ao máximo as programações no sentido de que o fabricante, tanto nacional quanto internacional, utilize-as para, por sua vez, programar a sua produção, aumentando a sua eficiência em relação à entrega dos produtos e, conseqüentemente, diminuindo os seus custos de fabricação.

3 ESTOQUES: VANTAGEM COMPETITIVA X CUSTOS

O controle de estoques é fundamental no composto logístico, pois os mesmos podem absorver cotas dos custos totais, representando parte do capital da empresa. Portanto, é importante a correta compreensão do seu papel na logística e de como devem ser gerenciados.

A armazenagem de mercadorias prevendo seu uso futuro exige investimento por parte da organização. O ideal seria a perfeita sincronização entre oferta e demanda, de maneira a tornar a manutenção de estoques desnecessária. Entretanto, como em geral é difícil conhecer com exatidão a demanda futura e considerando que nem sempre os suprimentos estão disponíveis a qualquer momento, estoques devem ser acumulados para assegurar a disponibilidade de mercadorias e minimizar os custos totais de produção e distribuição.

A meta principal de uma empresa é maximizar o lucro sobre o capital investido em fábrica e em equipamentos, em financiamentos de vendas, em reserva de caixa e em estoques. Para atingir o lucro máximo, uma companhia deve usar o capital, para que esse não permaneça inativo. Espera-se, então, que investimentos em estoques seja um dos meios necessário para a produção e o bom atendimento das vendas a custos reduzidos.

A função da administração de estoques é maximizar o efeito desse investimento no retorno das informações sobre vendas não-realizadas e o ajuste do planejamento da produção. Simultaneamente, a administração de estoques deve minimizar o capital total investido em estoques, pois ele é caro e aumenta toda vez que o custo financeiro aumenta. Sem estoque é difícil uma empresa trabalhar, já que ele funciona como amortecedor entre os vários estágios da produção até a venda final do produto. Dias (1993) assevera que quanto maior o investimento nos vários tipos de estoque (supondo que ele seja o estritamente necessário) tanto maior será a capacidade e a responsabilidade de cada departamento na companhia. Para a gerência financeira, a minimização dos estoques é uma das metas prioritárias.

O objetivo é otimizar o investimento em estoques, aumentando o uso eficiente dos meios internos da empresa, minimizando as necessidades de capital investido. Os estoques de produto acabado, matérias-primas e material em processo não podem ser vistos como independentes. Quaisquer que forem as decisões tomadas sobre um dos tipos de estoque, elas

terão influência sobre os demais tipos. Esta regra, às vezes, não é levada em consideração nas estruturas de organização mais tradicionais e conservadoras.

Se o gerente de produção é também o responsável pelos estoques, como muitas vezes ocorre, então tais estoques serão vistos por ele como um meio de ajuda para sua meta principal: a produção. Sem dúvida, deve-se pressionar o gerente de produção para minimizar o investimento no estoque da matéria-prima.

Normalmente, o gerente financeiro pressiona os departamentos no sentido de limitarem os custos a um mínimo, no qual os estoques são indispensáveis, mas ele não apresenta o critério econômico da falta de estoque ao gerente de produção nem o critério econômico da perda de vendas em virtude da falta de estoque de produto acabado ao gerente de vendas.

Existe uma situação conflitante entre a disponibilidade de estoque e a vinculação de capital. Sob o enfoque de vendas, deseja-se um estoque elevado para atender os clientes. Do ponto de vista financeiro, necessita-se de estoques reduzidos para diminuir o capital investido.

A administração de estoques deverá conciliar da melhor maneira possível os objetivos dos departamentos, sem prejudicar a operacionalidade da empresa. Já é antiga divisão da responsabilidade pelos estoques. As responsabilidades sobre a manutenção de materiais são do almoxarife, que zela pelas reposições necessárias. Contudo, a responsabilidade das decisões está dividida entre vários departamentos.

Quando as metas dos diferentes departamentos são conflitantes, aquele mais agressivo é, geralmente, o mais ouvido. O sistema de administração de estoques deve remover tais conflitos interdepartamentais, providenciando a real necessidade de suprimentos da empresa.

A administração de estoques necessita que as atividades envolvidas com controle de estoques, qualquer que seja a forma, sejam integradas e controladas em um sistema em quantidades e valores. A administração de estoques não se preocupa somente com o fluxo diário entre vendas e compras, mas com a relação lógica entre cada integrante desse fluxo, trazendo uma mudança no modo ortodoxo de analisar o estoque em suas diferentes formas, pois trata-se de um novo sistema de organização.

3.1 CONTROLE DE ESTOQUES

O controle de estoques exerce influência na rentabilidade da empresa, pois absorvem capital que poderia estar sendo investido de outras maneiras. Portanto, o inventário desvia fundos de outros usos potenciais e tem o mesmo custo de capital que qualquer projeto de investimento da companhia.

A rotatividade do estoque (razão entre o volume de vendas e o estoque médio) é uma medida freqüentemente empregada para indicar a velocidade do giro de capital e para verificar se o inventário está dentro de limites aceitáveis. Aumentar a rotatividade do estoque auxilia a liberar o ativo e economiza o custo de manutenção de inventário (normalmente em torno de 20% do seu valor médio) (BALLOU, 1995).

Como tendência geral, os estoques têm crescido juntamente com as vendas ao longo dos anos. Porém, a questão de manter estoques não é a mesma para diferentes empresas e indústrias. Segundo Ballou (1995), os estoques das indústrias via de regra são, no seu total, superiores ao do varejo e do atacado, sobrepujando-os em termos de valor monetário na razão aproximada de 2:1. Bens não-duráveis, como vestuário e alimentos, representam cerca de um terço dos estoques totais nas empresas. Bens duráveis, como automóveis, máquinas de lavar e condicionadores de ar, por sua vez, respondem pelos restantes dois terços. Estoques de bens duráveis apresentam oscilações maiores que os de não-duráveis, uma vez que sua compra pode ser adiada com mais facilidade.

Dias (1993) assim descreve as principais funções de um setor de controle de estoques:

- a) determinar o número de itens, ou seja "o que" deve permanecer em estoque;
- b) determinar a periodicidade, "quando" se devem reabastecer os estoques;
- c) determinar quanto de estoque será necessário para um certo período;
- d) acionar o Departamento de Compras para executar aquisição de estoque;
- e) receber, armazenar e entregar os materiais estocados de acordo com as necessidades;
- f) controlar os estoques em termos de quantidade e valor e fornecer informações sobre a sua posição;

- g) manter inventários periódicos para avaliação das quantidades e estados dos materiais estocados;
- h) identificar e retirar do estoque os itens obsoletos e danificados.

Existem aspectos dos estoques que devem ser especificados, antes de se montar um sistema de controle de estoques. Um deles se refere aos diferentes tipos de estoque existentes em uma fábrica. O outro diz respeito aos distintos pontos de vista concernentes ao nível adequado de estoque que deve ser mantido para atender às necessidades da empresa. Um terceiro ponto concerniria à relação entre o nível do estoque e o capital necessário envolvido.

3.2 NECESSIDADES POR ESTOQUES

Estoques servem para uma série de finalidades (BALLOU, 1995), tais como:

- a) **Melhorar o nível de serviço oferecido.** Estoques auxiliam a vender os produtos da empresa, se estiverem localizados mais próximos dos pontos de venda e com quantidades adequadas. Isto é vantajoso para clientes que precisam de disponibilidade imediata ou tempos de ressuprimento pequenos. Para a firma fornecedora, isto significa vantagem competitiva e menores custos de vendas perdidas, sobretudo para produtos particularmente elásticos quanto ao nível de serviço.
- b) **Incentivar economias na produção.** O mínimo custo unitário de produção geralmente ocorre para grandes lotes de fabricação com o mesmo tamanho. Estoques agem como amortecedores entre oferta e demanda, possibilitando uma produção mais constante, que não oscila com as flutuações de vendas. É possível, assim, manter estável a força de trabalho, com os custos de preparação dos lotes diminuídos.
- c) **Permitir economias de escala nas compras e no transporte.** Muitas vezes, pequenos lotes de compra são gerados para satisfazer necessidades de produção ou para abastecer diretamente clientes a partir da manufatura, o que implica maiores custos de frete, pois não há volume suficiente para obter os descontos oferecidos aos lotes maiores. Entretanto o estoque tem entre suas finalidades possibilitar descontos no transporte pelo emprego de grandes lotes equivalentes à capacidade dos veículos, gerando, portanto, fretes unitários menores. De modo similar, menores preços podem ser

obtidos na compra de mercadorias com o uso de lotes maiores que as demandas imediatas.

- d) **Proteção contra alterações nos preços.** Bens comprados em mercados abertos têm seus preços ditados pelas curvas de oferta e demanda. Minérios, produtos agrícolas e petróleo são bons exemplos. Compras podem ser antecipadas em função de aumentos previstos nos preços. Isto acaba criando estoques que, de alguma forma, o setor de logística deve administrar.
- e) **Proteção contra oscilações na demanda ou no tempo de ressuprimento.** Na maioria das ocasiões, não é possível conhecer com certeza as demandas de produtos ou os tempos de ressuprimento no sistema logístico. Para garantir disponibilidade de produto, deve-se manter um estoque adicional (estoque de segurança), os quais são adicionados aos regulares para atender às necessidades de produção ou de mercado.
- f) **Proteção contra contingências.** Greves, incêndios e inundações são apenas algumas das contingências que podem atingir uma empresa. Manter estoques de reserva é uma maneira de garantir o fornecimento normal nessas ocasiões.

Assim, verifica-se que uma companhia pode se beneficiar quando mantém estoques como forma de economia ou para a redução de custos operacionais, além de proteger-se em relação ao mercado, levando melhoria ao nível de serviço oferecido, desde que tais estoques sejam bem administrados.

3.3 FATORES DE DECISÃO EM ESTOQUE

Estabelecer os níveis de estoque e a sua localização é apenas parte do problema global de planejamento logístico. Considerando este objetivo, o controle de estoques é uma questão de balancear os custos de manutenção de estoques, de aquisição e de faltas. Tais custos, todavia, apresentam comportamentos conflitantes. Por exemplo, quanto maiores as quantidades estocadas, mais elevados serão os custos de manutenção. Será necessária menor quantidade de pedidos, com lotes maiores, para manter os níveis de inventário. Lotes maiores implicam menores custos de aquisição.

A dificuldade em estimar os custos de faltas de estoque leva ao estabelecimento de um objetivo ligeiramente diferente para o controle de estoques. Ao fixar a disponibilidade conforme a política de que, por exemplo, "95% das vendas de um item qualquer devem ser atendidas diretamente pelo estoque disponível" precisam-se ajustar os custos de aquisição e de manutenção de estoque, de modo que sua soma seja minimizada. Ao fixar-se a disponibilidade, consideram-se, indiretamente, os custos de faltas.

Cautela é imprescindível para fixar-se o nível de serviço do estoque dessa maneira. Aumentar a disponibilidade em apenas alguns pontos percentuais, por causa de pressões da área de marketing ou por julgamento apressado, tem efeito no capital investido em inventário. Uma vez que o nível de estoque cresce com disponibilidades elevadas, o de serviço utilizado, na maioria da vezes, é inferior a 100% (BALLOU, 1995).

3.4 TIPOS DE DEMANDA

Dividir o estoque em classes ou tipos facilita o seu controle. Ballou (1995) classifica os estoques segundo a natureza de sua demanda, que pode ser permanente, sazonal, irregular, em declínio e derivada.

3.4.1 Demanda Permanente

Existem produtos que apresentam um ciclo de vida longo, de forma que parece que vão ser comercializados para sempre. Mesmo produtos que devem ficar no mercado por apenas cinco anos podem ser considerados de demanda constante. Tal caso ocorre quando não há grandes picos ou vales de consumo ao longo de um ano.

Estoques para demanda permanente são aqueles que requerem ressuprimento contínuo ou periódico. O controle de estoques orienta-se para (1) a Previsão de Demanda de cada item do inventário, (2) a determinação de quando o ressuprimento deve ser efetuado e (3) a definição do tamanho do lote de ressuprimento.

3.4.2 Demanda Sazonal

Há produtos que têm sazonalidade na demanda e não podem ser controlados da mesma forma que produtos com demanda permanente. É o caso de iluminação para árvores de Natal, produtos para praia e ovos de Páscoa. Podem ser artigos com ciclo anual de demanda ou simplesmente produtos de moda com ciclos de vida muito curtos. A principal característica desse tipo de demanda é o fato de ela poder ser considerada composta por um único pico pelo controle de estoques.

A administração do inventário de produtos com sazonalidade está associada à previsão acurada do nível de demanda futuro. Para produtos de moda (como certo estilo de vestuário ou CDs de música popular) é necessário não apenas uma previsão exata da quantidade a ser vendida, mas também da época na qual ocorrerá o pico. Assim, o estoque acompanha a previsão, estando sujeito a erros intrínsecos à mesma.

3.4.3 Demanda Irregular

O comportamento de alguns produtos é tão irregular que a projeção de suas vendas é difícil. Exemplo de irregularidade no comportamento da demanda nos últimos anos é o caso de automóveis pequenos *versus* automóveis grandes. Os principais fabricantes de veículos produziam carros grandes quando, subitamente, a demanda concentrou-se em automóveis pequenos, principalmente devido aos efeitos da falta e do aumento do preço dos combustíveis ocasionados pelas últimas crises do petróleo. Os fabricantes de automóveis grandes livraram-se de seus estoques graças à oferta de descontos para compras à vista e passaram a fabricar novos modelos, pequenos, aumentando substancialmente a produção de automóveis menores. A preocupação do consumidor com os preços de combustíveis e a possibilidade de escassez então diminuiu. Assim, a preferência voltou novamente sobre os modelos maiores, provocando faltas localizadas de automóveis grandes e estoques excessivos dos de menor porte.

O controle de estoques para produtos com demanda irregular está associado à previsão de vendas, sobretudo quando o comportamento errático combina-se com tempos de ressuprimento muito longos ou pouco flexíveis.

3.4.4 Demanda em Declínio

É comum que, em um dado momento, a demanda por um produto acabe. O declínio da demanda é em geral gradual e os estoques excedentes podem diminuir pouco a pouco. Para alguns produtos, entretanto, o final ocorre subitamente, mas de maneira planejada. Caso típico é o de peças de reposição para produtos com vida útil projetada. Exemplos são aviões militares ou produtos que não são vendidos há muito tempo, mas que ainda estão em uso. O problema aqui não é prever a demanda por peças de reposição, mas, sim, planejar quando e quanto deve ser estocado, período a período (semana, mês ou ano). Deve-se, entretanto, prever a demanda para todos os períodos de vendas.

3.4.5 Demanda Derivada

Para alguns produtos, sua demanda é conhecida se a procura dos produtos acabados puder ser determinada. Por exemplo, a partir da previsão de venda de automóveis novos é possível calcular a necessidade de pneus. No caso, a demanda por pneus é dita derivada. Exemplos adicionais podem ser encontrados nos subcomponentes de uma montagem final, em rótulos para vidros de aspirina e em área de salas de aula para alunos no último ano da faculdade.

O estoque necessário para atender a uma demanda derivada também é derivado. Quanto e quando comprar ou produzir pode ser determinado com precisão a partir da demanda por produtos acabados. Ela serve como base para efetuar a programação final da produção.

Não importa se a empresa em questão é varejista, atacadista, manufatureira ou de serviços, todas elas experimentam, em geral, mais de um tipo de demanda. A administração pode então selecionar as formas mais apropriadas de tratar os problemas do controle de estoques.

3.5 PREVISÃO DE INCERTEZAS

Há certas características que são comuns a problemas de administração de estoques, não importando se são matérias-primas, material em processo ou produtos acabados. Uma das principais é a previsão de incertezas.

3.5.1 Incertezas das Demandas por Produtos

Nem sempre se tem certeza da quantidade demandada para armazenagem. Para agravar ainda mais a situação, não é possível conhecer com exatidão quando chegarão os suprimentos que irão abastecer os inventários. Portanto, uma das primeiras questões consideradas na gestão de estoques é a previsão de vendas futuras e a estimativa dos tempos de ressurgimento, desde a colocação do pedido até a chegada do material.

3.5.2 Incertezas de Fornecimento

Pode ocorrer falta de mercadorias em decorrência de demora na entrega dos pedidos de ressurgimento por atrasos dos fornecedores ou transportadores. Por vezes, os estoques estão em níveis excessivos por razões opostas, ou seja, há prontidão de produtos e pontualidade seja de fornecedores seja de transportadores. Da mesma forma que a demanda, os tempos de ressurgimento não são conhecidos com exatidão para a maioria dos itens de inventário e, assim, devem, também, ser previstos.

3.5.3 Incertezas de Ressurgimentos

A previsão do tempo de ressurgimento (ou tempo de ciclo do pedido) tende a ser menos sofisticada que a Previsão de Demanda.

Determinadas companhias não mantêm registros atualizados do tempo de reposição para todos os itens de sua linha de produtos da mesma forma como o fazem com suas vendas. Caso sejam necessárias informações sobre esse tempo, é possível realizar uma experiência e acompanhar alguns pedidos à medida que eles percorrem o canal de suprimento. Os tempos

resultantes podem ser usados como estimativas dos períodos de ressuprimento para todos os demais itens.

Todas as técnicas empregadas na previsão de vendas podem ser utilizadas na previsão do tempo de reposição. Caso dados históricos dos tempos de carência sejam empregados para projetar os valores futuros, eles devem ser coletados de forma periódica. Poucas organizações o fazem, mas a qualidade da sua gestão de estoques sofre com isso.

3.6 CUSTO DE ESTOQUE

Na tomada de decisão de quanto comprar, em primeiro lugar os gerentes de produção tentam identificar os custos que serão afetados por sua decisão. Slack et al (1996) definem os seguintes custos de estoque:

Custo de colocação do pedido. Cada vez que um pedido é apresentado para reabastecer estoque, são necessárias algumas transações que incorrem em custos para a empresa, como, por exemplo, tarefas de escritório de preparo do pedido e de toda a documentação associada, o acordo para que seja feita a entrega, o acordo de pagar o fornecedor pela entrega e os custos gerais de manter todas as informações para se chegar a esse desempenho.

Custos de desconto de preços. Em certas indústrias, os fornecedores oferecem descontos sobre o preço normal de compra para grandes quantidades. Alternativamente, podem impor custos extras para pequenos pedidos.

Custos de falta de estoque. Erros na decisão de quantidade de pedido, provocando falta de estoque, são erros da empresa, a qual deve se responsabilizar junto aos consumidores. Se os consumidores forem externos, poderão substituir o fornecedor ou instituir multas caso haja contrato de fornecimento com essa cláusula; se internos, a falta de estoque pode levar a tempo ocioso no processo seguinte, ineficiências e consumidores externos insatisfeitos novamente.

Custos de capital de giro. Logo que se efetua um pedido de reabastecimento, os fornecedores irão demandar pagamento por seus bens. Quando se fornece para consumidores, a companhia, por sua vez, irá demandar pagamento. Todavia, haverá provavelmente um lapso de tempo entre pagar fornecedores e receber pagamento de consumidores. Durante esse período, deve haver fundos para os custos de manutenção dos estoques. Trata-se do

denominado **capital de giro**, do qual se precisa para girar o estoque. Os custos a ele associados são os juros, pagos ao banco por empréstimos ou os custos de oportunidade, de não se reinvestir em outros lugares.

Custos de armazenagem. São os custos associados à armazenagem física dos bens. Locação, climatização e iluminação do armazém podem ser caros, em especial quando são requeridas condições especiais, como baixa temperatura ou alta segurança.

Custos de obsolescência. Ao escolher uma política de pedidos que envolve grandes quantidades, o que significa que os itens estocados permanecerão longo tempo armazenados, há o risco de que tais itens possam se tornar obsoletos (no caso de uma mudança na moda, por exemplo) ou deteriorarem-se com o passar do tempo (no caso da maioria dos alimentos, por exemplo).

Custos de ineficiência de produção. De acordo com as filosofias do *just in time*, altos níveis de estoque impedem que a completa extensão de problemas dentro da produção seja vista.

Podem-se agrupar os itens “a” e “b” como Custos de Pedido de Compra e “d”, “e”, “f” e “g” como Custo de Manutenção de Estoque, juntamente com o item “c”, Custo de Falta de Estoque, para uma análise detalhada de cada um.

3.6.1 Custo de Pedido de Compra

O custo de pedido de compra está associado ao processo de aquisição das quantidades requeridas para reposição do estoque. Quando uma ordem de compra é despachada para o fornecedor, incorre-se em uma série de custos resultantes do processamento do pedido e da sua preparação. Especificamente, incluem (1) custo de processar pedidos nos departamentos de compras, faturamento ou contabilidade; (2) custo para enviar o pedido até o fornecedor, normalmente por correio ou por mídia eletrônica; (3) custo decorrente de qualquer tipo de manuseio ou processamento realizado na doca de recepção e (4) preço da mercadoria, por meio de descontos para compra ou transporte de grandes volumes.

3.6.2 Custo de Manutenção do Estoque

O processo de desenvolvimento industrial, intensificando a concorrência das empresas nas áreas e mercados, faz com que o profissional de logística enfoque o problema da

minimização de custos. Entre os tipos de custos que afetam a rentabilidade da empresa, o custo da estocagem ou armazenamento dos materiais é o que está merecendo uma grande atenção desse profissional.

Antes disso, poucas empresas preocupavam-se de modo especial com seus estoques. A guarda, a movimentação e a estocagem de material eram de responsabilidade exclusiva do almoxarife, cujo setor de trabalho sempre foi considerado de menor importância, ficando a produção com o primeiro lugar.

A principal preocupação, logo que reatado o processo de desenvolvimento industrial, após a Segunda Guerra Mundial, foi minimizar os custos de fabricação por intermédio do aumento da produção, o que deu início à era da automação. Com o crescimento da produção, os custos de fabricação baixaram, mas os problemas começaram a surgir na área de estocagem, pois ocorreu, também, um aumento no consumo dos materiais, acelerando-se o movimento de entradas e saídas nos almoxarifados e depósitos, tumultuando o fornecimento de materiais.

O custo de armazenagem, anteriormente, parecia pequeno e com pouca possibilidade de redução. Na realidade, era considerável, tendo em vista que representa um meio de grande eficácia para diminuir os custos globais da empresa e, conseqüentemente, poderia ser uma arma poderosa para enfrentar a concorrência.

O custo de manutenção de estoque está associado a todos os custos necessários para manter certa quantidade de mercadorias por um período de tempo. Na realidade, é uma expressão usada para representar uma série de custos diferentes. Há, em primeiro lugar, o custo de oportunidade do capital. Estoque imobiliza capital que poderia ser empregado de forma diferente dentro ou fora da companhia. Qual custo de capital deve ser usado é uma questão sempre em debate e, na prática, usa-se um valor assumido pela administração da empresa como o real. Assume-se desde a taxa de juros preferenciais praticadas no sistema bancário até a taxa esperada de retorno para oportunidades alternativas de investimento.

Há, também, custos associados aos impostos e seguros. Os custos de seguros contra incêndio e roubo, por exemplo, são diretamente relacionados com a quantidade de mercadoria mantida. Entretanto, são tradicionalmente lançados como de manutenção de estoque.

Os custos da armazenagem física propriamente dita são, por sua vez, relacionados com a quantidade de estoque mantido. Para depósitos públicos, os custos de armazém são cotados com base em toneladas/mês e, por isso mesmo, refletem o total armazenado. Para depósitos próprios, o rateio do total despendido deve ser cuidadosamente determinado para cada nível de estoque.

Existem ainda os custos associados ao risco de manter o estoque. São aqueles referentes a perdas decorrentes de deterioração, obsolescência, dano e furto.

Para a determinação do valor da taxa de armazenagem deve-se levar em conta os tipos de materiais estocados. Em certas empresas, algumas parcelas têm um peso tão grande que torna desnecessário o cálculo da outra. Assim, por exemplo:

- a) Para algumas companhias, as taxas de retorno de capital e de seguro são as mais importantes por se referirem a materiais de grande valor. E o caso de joalheria, empresas que trabalham com materiais eletrônicos, etc.
- b) Para outras, o espaço ocupado é o fator que pesa mais, como, por exemplo, as que trabalham com espuma de poliuretano e papel.
- c) Para outras, ainda, é a segurança o mais importante, razão pela qual suas taxas de seguro são altas. É o caso de empresas que trabalham essencialmente com inflamáveis e explosivos.

Enfim, é fundamental analisar as peculiaridades de cada empresa para não adotar indiscriminadamente as fórmulas citadas. O valor da taxa de armazenagem deve servir para facilidade de cálculos, obtido de maneira global e única para todos os materiais. Ou seja, o custo de armazenagem é a soma de: custos de capital, custos de seguro, de transportes, de obsolescência e de despesas diversas.

Conclui-se que o custo de armazenagem é composto de uma parte fixa, ou seja, independente da quantidade de material em estoque e de outra variável. Existem outros fatores que influem no custo de armazenagem, e não apenas a otimização do aproveitamento da área ocupada pelos estoques. Eventualmente, esta poderá não ser, sequer, a parcela que mais pesa sobre o custo de armazenagem.

A preocupação com a melhoria de aproveitamento de áreas ocupadas justifica-se não apenas pelo crescente aumento do valor do metro quadrado nos principais centros industriais do país, mas também por dois fatores de fundamental importância para as empresas: tempo gasto em transporte e obsolescência dos materiais.

Para as indústrias de produção seriada e, mesmo, para as empresas de prestação de serviço, o fator tempo é muito importante. Ou seja, entregar os materiais o mais rápido possível com a garantia de que não se irão tornar obsoletos. O tempo passou a ser de vital importância nessa área, no sentido de favorecer o alcance de uma melhor organização, utilizando-se, para tanto, meios de movimentação compatíveis.

3.6.3 Custo de Falta de Estoque

Custo de falta de estoque é aquele que ocorre caso haja demanda por itens em falta no estoque. Conforme a reação do cliente potencial a uma situação de carência, podem ocorrer dois tipos deste custo: (1) custos de vendas perdidas e (2) custos de atrasos.

Custos de vendas perdidas ocorrem quando um cliente cancela seu pedido caso o produto desejado esteja em falta. O custo concernente pode ser estimado como o lucro perdido na venda, agregado de qualquer perda de lucro futuro, em decorrência do efeito negativo que essa falta possa exercer sobre a boa-vontade do cliente. Produtos facilmente substituíveis, tais como cigarros, alimentos e comprimidos de aspirina, incorrem em custos de vendas perdidas.

É um tipo de custo de oportunidade, no qual não há desembolso direto. Existem certos componentes de custo que não podem ser calculados com grande precisão, mas que ocorrem quando um pedido atrasa ou não pode ser entregue pelo fornecedor, sendo determinados da seguinte forma:

- a) perdas de lucro com cancelamento de pedidos;
- b) por meio de custos adicionais, causados por fornecimentos em substituição -- material de terceiros;
- c) por meio de custos causados pelo não-cumprimento dos prazos contratuais com multas, prejuízos, bloqueio de reajuste;

- d) por meio de "quebra de imagem" da empresa e, em consequência, beneficiando o concorrente.

Um método para o cálculo do custo da falta de estoque com enfoque de lucros cessantes pode ser dado por:

- a) Valor do trabalho não-realizado pela linha de produção, pelo custo:
 - linha parada;
 - homens parados.
- b) Valor das máquinas e linhas de produção paradas subsequentemente, pelo custo produção:
 - das máquinas;
 - das linhas de montagem ou fabricação;
 - de homens parados.
- c) Custo adicional do material comprado para não parar.
- d) Juro do capital devido à parada:
 - de materiais;
 - de folha de pagamento;
 - do lucro da venda.
- e) Custo do trabalho de mudança de programação.

Custos de atrasos são de medida mais fácil, pois resultam em gastos diretos da empresa. Quando o cliente aceita atrasar sua compra até que o estoque tenha sido repostado, certos custos adicionais acontecem no atendimento desse pedido. O atraso pode acarretar gasto adicional em decorrência dos custos administrativos e de vendas no reprocessamento do pedido, além daqueles extraordinários concernentes a transporte e manuseio, caso o suprimento deva ser realizado fora do canal normal de distribuição. Produtos que podem sofrer atrasos são aqueles considerados bastante diferenciados pelo cliente. Automóveis e eletrodomésticos são exemplos de produtos que consumidores costumam esperar, na eventualidade de não estarem imediatamente disponíveis.

3.7 CONCLUSÃO

Manter estoques oferece benefícios, mas seus custos são elevados e têm crescido com as taxas de juros. Para o especialista em logística, existe o desafio de minimizar o

investimento em estoques, ao mesmo tempo em que balanceia a eficiência da produção e da logística com as necessidades de marketing. O alto custo do capital tornou esse problema fundamental para a empresa.

4 PREVISÃO DE DEMANDA

4.1 PREVISÃO DE DEMANDA COMO FERRAMENTA LOGÍSTICA

As empresas normalmente não podem esperar até que os pedidos sejam recebidos antes de iniciar a determinação qualitativa e quantitativa dos equipamentos de produção necessários. A razão disso é que os clientes esperam a entrega em um razoável período de tempo. A conotação de um razoável período de tempo não é muito precisa; todavia, seria bastante difícil que um freguês se dispusesse a esperar cinco anos até que o fornecedor construísse uma fábrica, um ano até que adquirisse o equipamento, ou, muitas vezes, um mês até que se obtivessem os acessórios, mão-de-obra e outros materiais necessários. Isso significa que o fabricante deve antecipar a demanda de seu produto e, assim, garantir a capacidade de produção que será essencial. Tal atividade exige que se projetem as vendas de determinado produto, transferindo essa projeção para a respectiva demanda dos elementos de produção e providenciando a sua aquisição (MAYER, 1990).

Comumente, a empresa fabrica tanto produtos padronizados quanto especiais. Os produtos padronizados – automóveis, máquinas de lavar roupas, tijolos, refrigerantes, fornos e fios, por exemplo - são aqueles produzidos para estoque, visto que há demanda contínua para os mesmos, além de suas especificações serem, de certo modo, previsíveis.

Por outro lado, também é possível a companhia fabricar produtos não-padronizados, isto é, artigos especiais ou produzidos sob especificações do cliente, ou seja, o artigo é produzido somente após recebida uma ordem e, via de regra, fabricado segundo especificações do próprio comprador. A razão por que tais artigos não são estocáveis é a ausência de demanda contínua, além de seu tipo exato ser imprevisível. Constituem exemplos desses produtos equipamento especialmente projetado para determinado escopo, móveis sob encomenda e vestuário sob medida.

Entretanto, isto não quer dizer que uma empresa somente atentará para a previsão de seus produtos padronizados. Com frequência, artigos fora da linha de produção podem contribuir de forma significativa para as vendas e os lucros da companhia, sendo, portanto,

interessante que se consigam encomendas desse tipo. Para obtê-las, a empresa precisaria estar capacitada a garantir datas de entrega satisfatórias, o que poderá ser feito se tiver disponíveis os fatores de produção exigidos, o que sugere a necessidade de algum tipo de previsão de vendas. Contudo, devem ser empregadas hipóteses, de certo modo diferenciadas daquelas aplicadas na previsão de vendas de produtos padronizados.

Com relação aos produtos padronizados, é possível destacar, também, que a companhia projetará suas vendas futuras para cada produto que fabrica. Em alguns casos, porém, isto é inviável, pois a empresa pode estar produzindo tamanha variedade de produtos que qualquer tentativa de previsão para cada artigo seria demasiado dispendiosa em termos de custo e de tempo. Por exemplo, uma empresa pode estar produzindo 18.000 tipos de peças e acessórios diferentes. Intuitivamente, recuará frente à sugestão de que deveria fazer 18.000 previsões individuais. Em tal situação, é comum pensar-se em grupos de produtos e se prepararem as respectivas previsões. Isso significa que a companhia classificaria seus produtos pelo tipo e, então, projetaria as vendas para cada classificação. Geralmente, artigos com desenho semelhante seriam considerados membros de um único grupo de produtos. Por exemplo, uma refinaria de petróleo seria levada a incluir todos os tipos de gasolina que produz em um único grupo de produtos e um fabricante de equipamentos agrícolas incluiria todos os diferentes tratores em um só grupo (MAYER, 1990).

Não é somente as empresas que produzem para estoque que necessitam de estimativas de vendas. E claro que tais companhias dependem mais da estimativa de vendas do que as que trabalham sob encomenda. Elas têm de produzir antes de vender as mercadorias e, portanto, não podem dar um único passo sem uma estimativa de vendas. Porém, também aquelas que trabalham sob encomenda carecem dessas informações antecipadas; não propriamente para saber o que devem produzir, mas para se prepararem, com antecedência, para receber os prováveis pedidos e, com isso, poderem planejar adequadamente sua produção.

Todos os planejamentos de negócios estão baseados de alguma forma em previsões. Vendas de produtos existentes, padrões de consumo de produtos novos, necessidades e disponibilidade de matéria-prima, mudança nas habilidades dos trabalhadores, exigências de capacidade e política internacional são exemplos de fatores que provavelmente irão afetar o futuro de uma empresa.

As duas áreas funcionais da empresa que fazem maior uso dos métodos de Previsão de Demanda são Marketing e Produção. A de Marketing, via de regra, faz previsões tanto para produtos novos quanto para de sua linha de produção. Previsões de vendas são usadas pelo Departamento de Produção para planejar suas operações. Por exemplo, a determinação dos níveis aceitáveis de estoque devem prever um programa de manutenção e previsão de conserto das máquinas. Também, o Marketing pode fazer previsões sobre grupos ou famílias de produtos, mas a Produção precisa de previsões de SKUs (*stock keeping units*) para o seu planejamento (NAHMIAS, 1993).

A história mostra empresas beneficiando-se de suas boas previsões ou pagando o preço de suas previsões pobres (NAHMIAS, 1993). Na década de 60, o gosto dos consumidores com relação a automóveis mudou de grandes, pesados e consumidores de combustíveis para carros menores e mais econômicos. Detroit respondeu lentamente a essa mudança, sofreu com o embargo de petróleo no final dos anos 70 e o gosto dos consumidores mudou mais drasticamente para carros menores. A Compaq Computer tornou-se líder de mercado no início da década de 80 prevendo corretamente a demanda pela versão portátil do IBM PC, que ganhou popularidade muito superior às expectativas. A Previsão de Demanda representou um papel importante no início de sucesso da Ford Motors e no seu posterior fracasso. Henry Ford viu que o consumidor queria um carro simples, de baixo custo, e com manutenção mais fácil do que os automóveis oferecidos nos anos 1900. Seu Modelo T dominou a indústria. Entretanto, Ford não viu que os consumidores cansariam de desenho de Modelo T. A falha de Ford em prever o desejo dos consumidores por outros projetos quase resultou no fim de uma empresa que tinha monopolizado a indústria automotiva poucos anos antes.

O ímpeto por previsões vem da necessidade de planejar, e, da mesma forma, a necessidade de planejar origina-se da necessidade de trabalhar, hoje, em atividades que pretendem se encontrar com a demanda futura. Nada é completamente estático. Mudanças podem ser tão graduais como a erosão do vento no deserto ou tão súbitas quanto um tornado. Condições semelhantes ocorrem no mercado. O consumo por um produto pode ser constante por anos, enquanto o consumo de um diferente produto pode desaparecer antes de terminar a fase do projeto. Serviços em alta demanda em um ano podem não ser necessários no ano seguinte, substituídos por um que não existia no ano anterior ou simplesmente perdendo a sua utilidade como os serviços de Informática que buscavam resolver o “Bug do Milênio”.

A demanda por um produto é gerada por uma complexa relação de fatores. Se fosse possível entender o efeito de cada um dos principais fatores e como eles interagem, poder-se-ia construir um modelo (provavelmente matemático) que apresentasse uma estimativa exata da demanda futura.

Usualmente, entretanto, não se entende os efeitos da competição, das propagandas, dos serviços e das alternativas de fornecimento para o produto. Pode-se, sim, apesar de tudo, visualizar algum mecanismo, algum sistema de interação de fatores geradores de demanda e pode-se usar as teorias estatísticas para construir um modelo com um efeito satisfatório (BROWN, 1959).

4.2 CARACTERÍSTICAS DA PREVISÃO DE DEMANDA

A Previsão de Demanda é utilizada com vários objetivos em empresas com ou sem fins lucrativos. Por ser usada no controle e no planejamento de operações, seus dados devem estar disponíveis de uma maneira passível de tradução para itens específicos de matéria-prima, tempo em equipamentos e habilidade de mão-de-obra específica.

O planejamento e o controle das operações têm, fundamentalmente, de ocorrer em diferente níveis, pois dificilmente uma única Previsão de Demanda poderá servir para todos eles. Problemas imediatos, tais como controle de inventário, necessidade de matéria-prima e mão-de-obra necessária para os programas de produção correntes, os planejamento e a utilização de trabalhadores, além da alocação de máquina são administrados diária e semanalmente. Entretanto, deve-se olhar na direção de um futuro mais distante para prover novas capacidades ou novos tipos de capacidade e o momento em que elas serão necessárias. (BUFFA, 1977)

Algumas características da Previsão de Demanda (NAHMIAS, 1993) podem ser descritas, tais como:

- a) **Previsões são, em geral erradas.** Por mais estranho que possa parecer, provavelmente esta é a mais ignorada e importante propriedade de quase todos os métodos de previsão. Via de regra, as previsões são feitas com bases em informações conhecidas. As necessidades de recurso para a

programação de produção e compras requer modificações se a Previsão de Demanda estiver imprecisa. O sistema de planejamento deveria ser suficientemente robusto para ter capacidade de antecipar erros de previsão.

- b) **Uma boa previsão é mais que um simples número.** Já que as previsões são usualmente erradas, uma boa previsão também inclui alguma medida para antecipar o erro da previsão.
- c) **Previsões agregadas são mais exatas.** De acordo com a estatística, a variação da média de um conjunto de valores é menor que a variação de cada variável isolada. Este fenômeno também se aplica na Previsão de Demanda. O erro em uma previsão de uma linha inteira de produtos é menor que o erro da previsão de um item individualmente.
- d) **Quanto mais longo for o horizonte da previsão, menos exata ela será.** Trata-se de uma propriedade é quase intuitiva. Pode-se prever o dia de amanhã com mais exatidão do que um dia no próximo ano.
- e) **Previsões não deveriam ser usadas para excluir uma informação conhecida.** Algumas informações podem não estar presente na história e no comportamento de uma demanda, mas não devem ser excluídas. Por exemplo, a empresa pode planejar um venda promocional especial para um item em particular que fará com que a demanda seja maior do que a normal e a prevista. Esta informação deve ser manualmente incluída na previsão.

Para se obter uma previsão, há vários métodos disponíveis, os quais, em princípio, podem ser empregados em quaisquer circunstâncias, dependendo de certos fatores, destacando-se, entre os principais:

- a) **Disponibilidade de dados, tempo e recursos.** Há certos métodos, mais sofisticados, normalmente envolvendo modelos matemáticos, que exigem, além de dados numéricos com certa abundância, a presença de profissionais com conhecimento necessário para trabalhar com os modelos. Também a existência de computadores, dependendo do número e variedade dos produtos, será imprescindível.
- b) **Horizonte de previsão.** Certos métodos mostram-se melhores para previsões de longo prazo (vários anos no futuro), enquanto outros são rotineiramente aplicados às previsões para períodos mais curtos, como meses, semanas ou até dias.

Além do mais, métodos de previsão possuem algumas características comuns entre si, destacando-se:

- a) Métodos de previsão geralmente assumem que as mesmas causas que estiveram presentes configurando a demanda, permanecerão no futuro ou seja, o comportamento do passado é a base para inferências sobre o comportamento do futuro. É por isso que os críticos dizem que as previsões são excelentes para se prever o passado e enganar acerca do futuro. Apesar disto, e dada a real necessidade de se fazerem previsões, é difícil imaginar alguma forma de previsão que não seja, consciente ou inconscientemente, de forma direta ou não, ligada às experiências passadas.
- b) Métodos não conduzem a resultados perfeitos, sendo a chance de erro tanto maior quanto maior for o horizonte de previsão. Isso acontece porque os fatores aleatórios, que nenhuma previsão consegue captar, passam a exercer cada vez mais influência.

Apesar disso, muitos métodos oferecem recursos para prever dentro de um intervalo de valores (dentro de uma certa precisão). Ademais, há possibilidade de se controlar o erro da previsão de forma que, se ele aumentar expressivamente, se tenha a oportunidade de mudar para outro método mais adequado.

4.3 CUSTOS DA PREVISÃO

O nível ótimo de previsão é aquele cujo custo de execução de um método de previsão compense exatamente o custo de operação, decorrente de se trabalhar com uma previsão inferior ou inadequada, conforme demonstrado na Figura 1. À medida que a atividade de previsão aumenta, os custos para a reunião e a análise dos dados aumentam, assim como os custos de controle do sistema. Por outro lado, as previsões de qualidades inferiores podem resultar em custos não-previstos de mão-de-obra, material e capital.

A capacidade para quantificar e desenvolver modelos rigorosos para a maioria dos problemas gerenciais depende da determinação do comportamento dos custos relevantes. A

aplicação prática da maioria dos modelos é também dependente da habilidade da empresa para obter o custo dos dados de que necessita.

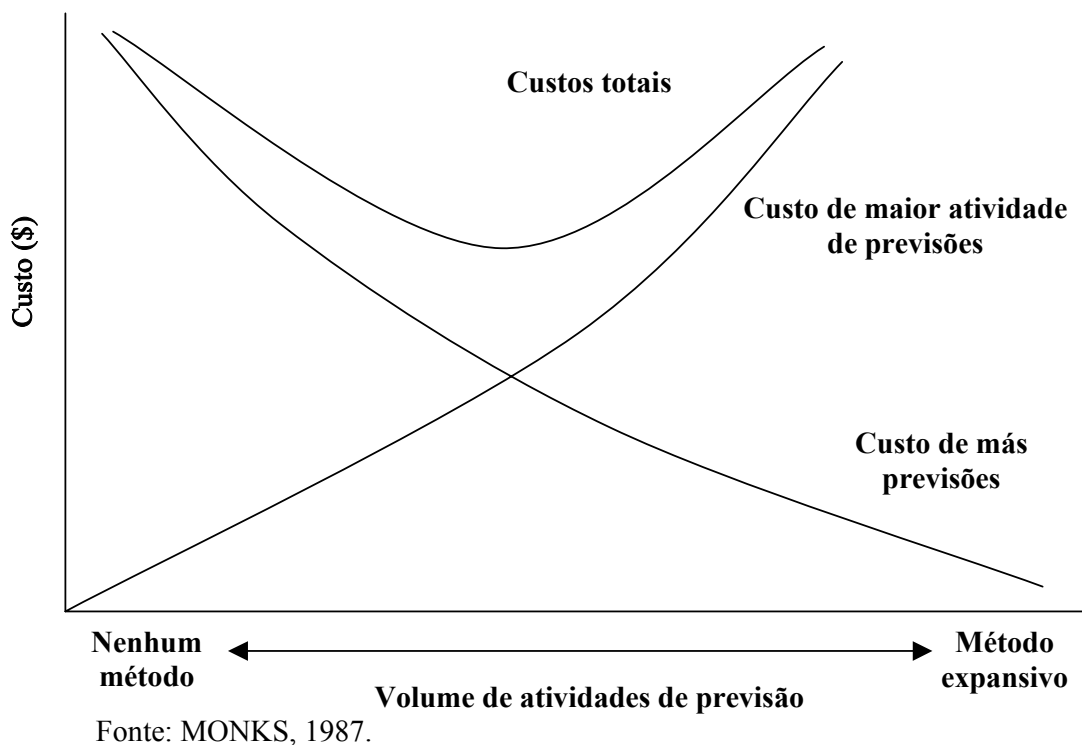


FIGURA 1 – Custos da Previsão

Os seguintes tipos de itens de custo incremental são comumente relevantes (MILLER, 1979):

- a) Custo dependente do tamanho do lote.
- b) Custo de produção.
- c) Custo de armazenagem e manipulação.
- d) Custo da falta de estoque.
- e) Custo de capital.

4.4 TIPOS DE PREVISÃO

É possível classificar os métodos de previsão segundo critérios variados, mas a classificação mais simples provavelmente é aquela que leva em conta o tipo de abordagem

usado, ou seja, o tipo de instrumentos e conceitos que formam a base da previsão. Por esse critério, os métodos podem ser (MOREIRA, 1998):

- a) **Qualitativos** (ou baseados no julgamento) - são métodos que repousam basicamente no julgamento de pessoas que, de forma direta ou indireta, tenham condições de opinar sobre a demanda futura, tais como gerentes, vendedores, clientes, fornecedores, etc. Não se apoiam em nenhum modelo específico, embora possam ser conduzidos de maneira sistemática. São muito úteis, por exemplo, quando da ausência de dados (ou frente a presença de dados não- confiáveis) ou do lançamento de novos produtos.
- b) **Matemáticos** (ou Quantitativos) - são aqueles que utilizam modelos matemáticos para que se chegue aos valores previstos. Permitem controle do erro, mas exigem informações quantitativas preliminares. Os métodos matemáticos subdividem-se em:
 - **Métodos causais** - nos quais a demanda de um item ou conjunto de itens é relacionada a uma ou mais variáveis internas ou externas à empresa. Tais variáveis são chamadas de **variáveis causais**. A população, o PNB (Produto Nacional Bruto), o número de alvarás expedidos para construção, o consumo de certos produtos, etc. são alguns exemplos de variáveis causais. Na verdade, o que determina a escolha de uma determinada variável causal para a previsão da demanda é a sua ligação lógica com esta última. Caso se tenha uma boa estimativa desse valor, será possível obter a projeção desejada para um produto ou grupo de produtos em estudo.
 - **Séries temporais** - a análise destas séries não exige além do conhecimento de valores passados da demanda (ou, de forma geral, da variável que se quer prever). A expressão **série temporal** indica apenas uma coleção de valores da demanda tomados em instantes específicos de tempo, geralmente com igual espaçamento. A expectativa é a de que o padrão observado nos valores passados forneça informação adequada para a previsão de valores futuros da demanda.

Dentro das duas categorias de modelos matemáticos citadas, contam-se algumas subdivisões. No caso dos modelos causais, um dos mais populares é a regressão da demanda sobre a(s) variável(eis) causal(is). Na regressão, tenta-se descobrir, utilizando pares de valores

da demanda e da(s) variável(eis) causal(is), alguma lei que as ligue, a qual é expressa por uma equação matemática. Pode-se ter (MOREIRA, 1998):

- a) **Regressão simples.** É o caso em que se considera a demanda ligada a apenas uma variável causal.
- b) **Regressão múltipla.** Quando consideradas duas ou mais variáveis causais supostamente ligadas à demanda.

Já dentro das séries temporais, são usadas algumas classes de **médias** que podem ser extraídas de valores passados da demanda. Igualmente são muito úteis os **modelos de decomposição** das séries temporais, envolvendo a determinação da **linha de tendência** obtida por meio de uma regressão que considera o tempo como variável ligada à demanda. Valores previstos pela linha de tendência podem, então, ser corrigidos para responder por outras características da demanda.

4.4.1 Métodos Qualitativos

Os métodos qualitativos baseiam-se no julgamento e na experiência de pessoas que possam, por suas próprias características e conhecimentos, emitir opiniões sobre eventos futuros de interesse. Neste sentido, o uso de julgamento pessoal não se restringe de forma alguma às previsões da demanda, podendo ser aplicado na análise de movimentos do comércio internacional, rumos da tecnologia, tendências de novos produtos, futuras condições econômicas e políticas, dentre outros (MOREIRA, 1998).

4.4.1.1 Opinião de Executivos

Quando não há histórico do passado, como é o caso em novos produtos, a opinião de especialistas pode ser a única fonte de informações para preparar a Previsão de Demanda. A abordagem consiste em combinar sistematicamente a opinião de especialistas para derivar uma previsão. Combinar previsões individuais pode ser feito de diferentes formas. Uma pessoa pode ser responsável pela preparação das entrevistas com os executivos e diretamente desenvolver um modelo único baseado nos resultados das pesquisas (NAHMIAS, 1993).

Outra forma é reunir os executivos em um grupo para chegar a um consenso. O grupo é formado por executivos vindos de áreas diversas, como Marketing, Finanças, Produção. O

interesse dos integrantes está normalmente em previsões de longo prazo, envolvendo um ou outro aspecto do planejamento estratégico da empresa, inclusive desenvolvimento de novos produtos, processos e planejamento estratégico de manufatura. A vantagem evidente desse procedimento é a reunião de talentos com diferentes visões do assunto, o que pode levar qualidade e precisão ao consenso que se venha a obter. Em contrapartida, a grande desvantagem é que uma das pessoas, por sua forte personalidade, venha a exercer uma influência exagerada sobre as demais, impondo em maior ou menor grau a própria opinião.

4.4.1.2 Opinião da Força de Vendas

Desenvolver previsões com base na opinião do pessoal envolvido diretamente com as vendas pode ser uma alternativa atraente. Afinal, esses indivíduos mantêm contato diário tanto com os produtos da companhia quanto com os consumidores, conhecem o desenvolvimento histórico dos produtos e percebem as evoluções do mercado (MOREIRA, 1998).

No entanto, alguns problemas podem aparecer. A equipe de vendas pode não distinguir entre o que os clientes gostariam de fazer e o que eles realmente farão. Pode também ser muito influenciado por eventos de um passado recente. Se as vendas têm sido boas, talvez tendam a superestimar a demanda; se têm sido ruins, é possível tenderem a subestimá-la. Além do mais, naqueles casos em que as previsões são utilizadas para fixar cotas mínimas de vendas para cada vendedor ou equipe de vendedores, cria-se um evidente conflito de interesses, de onde talvez seja interessante aos vendedores projetar baixas estimativas da demanda (MOREIRA, 1998).

Embora este método possa assumir várias formas, geralmente o processo começa com a solicitação, aos vendedores da empresa, de fornecimento de estimativas de vendas para suas respectivas áreas. Em suas estimativas, eles estariam influenciados por fatos como reação do cliente diante do produto e da tendência que suas vendas vêm experimentando. Os chefes das seções de vendas examinariam essas opiniões e fariam certos ajustes, levando em conta seus conhecimentos sobre os vendedores a eles vinculados. Alguns vendedores poderiam ter demonstrado, no passado, estimativas muito otimistas; então, seriam alteradas para menos; outros, ao contrário, poderiam ter sido pessimistas e suas estimativas seriam alteradas para mais. Os restantes poderiam ter provado ser realistas e, por isso, suas estimativas

permaneceriam inalteradas. Essas opiniões ajustadas são, então, dirigidas a uma comissão encarregada de fazer a previsão final. Os membros dessa comissão podem ser o diretor de vendas da empresa, o administrador de produção, o engenheiro-chefe, o técnico de mercados e os economistas, os quais analisariam novamente as estimativas levando em conta fatores com os quais os vendedores e chefes de seções de vendas não estivessem familiarizados. Tais fatores podem constar de mudanças prováveis no desenho do produto, nos planos de promoção intensiva, na proposta de elevação ou redução dos preços de venda, nos novos métodos de produção que melhorarão a qualidade do produto, nas mudanças na concorrência e em forças econômicas, tais como poder aquisitivo, distribuição de renda, créditos, população e emprego. A consideração de tais fatores resultaria, ainda, em outra revisão nas estimativas iniciais dos vendedores, a qual representaria a previsão de vendas (MAYER, 1990).

Neste ponto, a previsão de vendas pode ser expressa em termos monetários e volumétricos. Se em reais, deve ser convertida em unidades físicas equivalentes, para efeito do planejamento da produção, pois a demanda de produtos só pode conduzir à correspondente demanda de fatores de produção quando aquela for expressa em unidades físicas. Isso advém do fato de o planejador da produção ser obrigado a pensar em termos de combinação de materiais, mão-de-obra e equipamentos, todos necessários em quantidades estipuladas por unidade de produção.

Se for feita a previsão em reais para cada produto, especificamente, essa conversão em unidades físicas não apresentará problemas. Vendas estimadas monetariamente para cada produto são, no caso, simplesmente divididas pelo provável preço unitário de venda, encontrando-se a quantidade.

O problema torna-se mais complexo quando a projeção é feita em termos de vendas em reais para um grupo de produtos. Nesse caso, é necessário que o total seja parcelado, nas vendas em reais a serem atribuídas a cada artigo do grupo. O modo mais simples de fazê-lo é analisar as vendas anteriores em termos monetários e determinar qual porcentagem desse total corresponde a cada um dos artigos constantes do grupo. Essa porcentagem irá variar, provavelmente, de um período para outro, para qualquer artigo isolado. Tão logo sejam determinadas essas porcentagens, elas poderão ser utilizadas na obtenção das estimativas de vendas para cada artigo do grupo. Tais previsões podem ser convertidas em unidades físicas,

dividindo-se cada uma pelo provável preço unitário de vendas do produto correspondente.

Um procedimento análogo deverá ser adotado quando a previsão de vendas para um grupo de produtos for feita em termos de unidades físicas. Nesse caso, também será necessário determinar-se o número de unidades a serem associadas a cada artigo do grupo. Como no caso anterior, isso pode ser feito a partir da análise das vendas anteriores com o cálculo da porcentagem das vendas totais, em unidades físicas, para cada um dos produtos. Se essa porcentagem variar de período para período, é possível utilizar tanto a média ajustada quanto a simples. Nesse caso, contudo, as porcentagens anteriores usadas eram porcentagens de vendas totais em unidades físicas, ao passo que, no caso de uma projeção de vendas totais em reais, eram porcentagens de vendas anteriores em reais.

A necessidade de converter prováveis vendas em reais em vendas em unidades pode ser eliminada somente fazendo-se a projeção inicial em termos de unidades físicas. Às vezes, isso é possível, mas não é feito porque o pessoal que opina está acostumado a fazê-lo em termos monetários, acreditando ser mais conveniente continuar assim. Outras vezes, uma previsão inicial em unidades físicas é impossível, pois os produtos incluídos no grupo podem ser tais que não haja condições de descrevê-los em termos de uma unidade física comum. Para exemplificar, um dos grupos de produtos de uma empresa pode ser constituído de materiais de construção, como pedregulho, madeira, tijolo, cimento e areia. Enquanto alguns são medidos em quilogramas, outros não o são. Conseqüentemente, é possível tomar-se a unidade monetária como denominador comum (MAYER, 1990).

O Método da Opinião da Força de Vendas é relativamente simples e direto. Uma de suas vantagens é contar com a participação das pessoas das empresas diretamente envolvidas nas atividades que exercem influência no nível de vendas e que estão em condições de se familiarizarem com as forças e os fatores que atingirão as vendas, devido à experiência e ao discernimento que têm e que, de certa maneira, tornarão possível a avaliação dos efeitos dessas forças e fatores. Uma vantagem adicional do método é que, contrariamente a outras técnicas, não requer nenhuma habilidade técnica especial. Por fim, ele ainda se presta para ser usado na previsão de vendas de novos produtos. A última aplicação exigiria naturalmente algumas variações na análise do modo como foi descrita. Os vendedores podem começar realizando uma pesquisa nas praças de seus respectivos territórios; se um novo grupo de produtos está em cogitação, sua opinião será de grande importância para a determinação da

estimativa de vendas a ser atribuída a cada produto do grupo.

Entretanto, o método apresenta desvantagens (MAYER, 1990). A mais significativa é ser quase sempre subjetivo em toda a sua plenitude. Isso não provocará conseqüências piores se a empresa for suficientemente dotada de pessoal de venda e corpo administrativo com habilidades inatas para realizarem esse tipo de análise subjetiva; mas nem todas as organizações dispõem desse tipo de pessoal.

Também há razão para se acreditar que o método, no máximo, poderá oferecer uma previsão razoavelmente boa para o período de um ano. Isto porque os vendedores não estão normalmente habilitados a fazer projeções seguras para um período prolongado, e são essas projeções que fornecem a todas as demais pessoas envolvidas na atividade o elemento inicial para sua análise. A seriedade dessa limitação varia com a aplicação das técnicas de previsões de vendas. A previsão será igualmente utilizada para averiguar as exigências futuras de equipamentos. Ademais, as projeções de vendas são transferidas para a demanda de acessórios, materiais e mão-de-obra. O tempo exigido para a obtenção desses fatores irá variar, mas será provavelmente inferior a um ano. Os acessórios podem exigir de dois a três meses, no máximo; materiais e mão-de-obra, de uma semana a um mês. Portanto, uma projeção de um ano seria satisfatória.

Outra limitação é que o elemento humano da empresa muitas vezes tem capacidade de fazer estimativas de vendas bastante precisas para o ano todo, ou mesmo trimestrais para o ano seguinte, mas sua precisão diminui rapidamente quando é obrigado a prever vendas mensais ou semanais. E as vendas podem flutuar de semana a semana, de mês a mês e, se esse for o caso, tal oscilação deverá ser conhecida.

Se a análise de opinião fornece apenas uma previsão anual, o problema pode ser o de distribuir esse total ao longo dos 12 meses do ano, o que pode ser feito por meios semelhantes aos empregados na estimativa de vendas para um grupo de produtos. As vendas anuais passadas podem ser analisadas com o objetivo de determinar que porcentagem delas corresponde a cada mês do ano. Se tais porcentagens variam de um ano para outro, é possível a companhia calcular a média de porcentagem para cada mês ou selecionar a porcentagem sugerida pela tendência existente. Para se chegar às vendas mensais correspondentes, essas porcentagens podem ser aplicadas à projeção anual de vendas. O mesmo processo pode ser

empregado para a obtenção das vendas semanais, caso necessário. Se um novo produto está sendo cogitado, não há dados anteriores e a empresa terá de confiar unicamente nas opiniões ou, se possível, em suas experiências com produtos similares.

4.4.1.3 Indicadores Econômicos

Outro método para previsão de vendas baseia-se em indicadores econômicos, os quais definem condições vigentes durante dado período de tempo. As empresas podem descobrir a existência de uma relação direta, ou correlação, entre as vendas de alguns ou de todos seus produtos e essas condições. Quando isso for verdade, a disponibilidade de indicadores apropriados proporcionará à companhia meios de estimar quais serão suas vendas. Alguns indicadores comumente usados são (MAYER, 1990):

- a) Alvarás de construção;
- b) renda *per capita*;
- c) produção de automóveis;
- d) renda agrícola;
- e) nível de emprego;
- f) Renda Nacional Bruta;
- g) preços ao consumidor;
- h) preços de mercadorias no atacado;
- i) depósitos bancários;
- j) produção de aço;
- k) produção industrial;
- l) licenciamento de automóveis.

Dados desse tipo são compilados e publicados por departamentos do governo federal, tais como: trabalho, comércio, agricultura, assim como várias organizações particulares, como associações comerciais, por exemplo.

O uso de indicadores econômicos para previsão de vendas apresenta dificuldades. Uma delas é a necessidade de se encontrar um indicador adequado. Em alguns casos, determinado indicador econômico será o correto. Mas em outros, porém, nenhum deles será aplicável, devendo ser feita uma tentativa de aproximação. Tal procedimento pode mostrar-se cansativo e demorado, porque, em primeiro lugar, dispõe-se de muitos indicadores diferentes

e, em segundo, o indicador apropriado pode variar com o produto ou grupo de produtos considerado. Somente um estudo detalhado revelará o indicador adequado e se ele está correlacionado com as vendas em unidades ou em moeda corrente.

Também, depois de investigar as alternativas possíveis, a empresa poderá chegar à conclusão de que nenhum indicador isolado ou nenhuma combinação de indicadores mostra-se adequado. Se for esse o caso, tal método de previsão não deverá ser usado.

Entretanto, a companhia poderá concluir que, embora suas vendas não estejam correlacionadas com nenhum indicador econômico, as vendas industriais estarão. Esse seria o caso se a participação da empresa no mercado estivesse flutuando. Em tais situações, é possível a empresa desejar fazer uma previsão de vendas industriais e, a seguir, estimar sua participação no mercado por algum outro método, a exemplo da Opinião de Executivos.

Outra dificuldade advém do fato de que, sendo o indicador relativo, por exemplo um índice anual, não sirva aos objetivos de uma previsão em base mensal. Desta forma, a empresa teria de prever vendas anuais e depois desmembrar esse total para o mês.

Outra limitação desse método é sua inadequabilidade para a previsão de vendas de um novo produto em decorrência da falta de dados anteriores, nos quais possa se embasar uma análise de correlacionamento. Se o produto foi anteriormente produzido por outros fabricantes, essa empresa poderá preparar uma previsão industrial pelo uso de indicadores econômicos e estimar sua participação em tais vendas na base, por exemplo, de alguma forma de opinião coletiva.

Além disso, essa técnica poderá fornecer previsões de vendas relativamente precisas apenas para um período de aproximadamente um ou dois anos. Se fosse encontrado um indicador econômico que servisse de guia às vendas, seria raro que pudessem ser orientadas pelo mesmo durante mais de um ano; entretanto, uma previsão de vendas para o segundo ano poderia ser feita caso se dispusesse de um valor previsto para o indicador. Mas, se nenhuma orientação estiver disponível e a companhia depender de um valor previsto para o indicador que está usando, é improvável que disponha de projeções seguras para mais de um ano. Portanto, terá dificuldades em planejar suas necessidades quando se tratar, por exemplo, de

equipamento especial e edifícios, os quais podem envolver um tempo de aquisição de dois a cinco anos (MAYER, 1990).

Todavia, uma das maiores limitações do método é que, mesmo com evidência clara da existência de uma relação extremamente forte entre as vendas passadas de uma companhia e algum indicador econômico, isso comprova que existiu um relacionamento e não é necessariamente verdade que o mesmo permanecerá no futuro. Há sempre a possibilidade de que determinadas mudanças tenham se efetuado ou serão efetivadas e que elas poderão alterar a natureza de tal relação. Supondo-se, por exemplo, que, em dada época, foi estabelecida alguma relação entre o número de construções de habitações particulares e a venda de telhas para cobertura. A associação em questão não existe mais devido à substituição de telhados por lajes. Em resumo, o produto tornou-se obsoleto. Outras mudanças podem ocorrer no preço, no desenho, na promoção, na qualidade, nos métodos de comercialização e na concorrência, mudanças que podem alterar a natureza do relacionamento.

Assim, seria rara a empresa que realizasse a leitura no gráfico ou obtivesse a resposta de uma fórmula e aceitasse o resultado como representativo de previsões de suas vendas. Em vez disso, essa estimativa seria usada apenas como ponto de partida na sua análise. A empresa levará em consideração que o relacionamento não seria perfeito, o valor do indicador usado poderá ser, ele mesmo, uma previsão e as condições futuras não serão necessariamente uma repetição das anteriores. A previsão inicial seria, então, modificada em função dessas outras considerações. A natureza e a profundidade dessa modificação será determinada com base na opinião, na intuição e na experiência de pessoas capacitadas.

Assim, quer-se dizer que, mesmo se forem usados indicadores econômicos como base para projeções, o método contará ainda com elementos de considerações coletivas. Do mesmo modo, os métodos de opinião coletiva conterão elementos do método fundamentado em indicadores econômicos. A diferença básica entre os métodos é que uma previsão calcada na opinião coletiva começa com estimativas emitidas pelo pessoal de vendas ou executivos, enquanto uma previsão sustentada em indicadores econômicos inicia com estimativas obtidas por uma análise de correlação. A última pode oferecer ao administrador um melhor ponto de partida para realizar sua previsão final (MAYER, 1990).

4.4.1.4 Pesquisas com Clientes

A lógica de se tomar a opinião dos consumidores liga-se ao fato de que, na realidade, são eles que determinam a demanda. Com freqüência, o número de consumidores potenciais é excessivo para que seja realizada pesquisa de opinião particular. Nesses casos, procede-se por amostragem, conduzindo-se o que se denominam pesquisas de mercado, as quais requerem conhecimentos técnicos especializados e exigem cuidado no seu planejamento. Organizar a estrutura da pesquisa, os instrumentos de coleta dos dados, o plano de execução e interpretar os resultados exige a presença de especialistas no assunto. Tomados os devidos cuidados, entretanto, e possuindo a empresa os recursos financeiros e/ou humanos para realizar uma pesquisa de mercado, o método pode - e geralmente é o que ocorre - dar resultados compensadores (MOREIRA, 1998).

4.4.1.5 Método Delphi

O método Delphi consiste na reunião de um grupo de pessoas que deve opinar sobre determinado assunto, dentro de regras predeterminadas para a coleta e a depuração das opiniões. O método foi usado pela primeira vez em 1948 pela RAND Corporation, visando avaliar o impacto potencial de um ataque à bomba atômica sobre os Estados Unidos. A partir daí, sua aplicação estendeu-se a outras áreas, particularmente na previsão tecnológica, ou seja, na avaliação de mudanças na tecnologia existente e seu impacto sobre a organização. Envolve, via de regra, situações de longo prazo, nas quais os dados são escassos ou, mesmo, inexistentes, sendo o julgamento pessoal uma das poucas alternativas abertas à previsão. Aliás, o nome Delphi deriva de Delfos, o oráculo grego que supostamente tinha poderes de prever eventos futuros (MOREIRA, 1998).

O **comitê Delphi** é formado inicialmente com as pessoas que participarão do processo, as quais, evidentemente, são especialistas no assunto em pauta e/ou em temas correlatos. Para que uma personalidade não se sobreponha à outra, as opiniões são expressas independentemente, como, por exemplo, em um questionário. Um sumário das opiniões é, então, preparado e distribuído ao grupo, dando atenção particular àquelas opiniões significativamente divergentes da média do grupo. Os participantes são questionados se desejam rever suas previsões à luz dos novos resultados. Esse procedimento é repetido

algumas vezes até que a equipe chegue a um consenso. Se possível, essa consonância será alcançada por volta da terceira ou quarta rodada do método.

Como qualquer outro método, o Delphi apresenta vantagens e desvantagens. Sua vantagem é que ele permite a obtenção de opiniões pessoais sem que se estabeleçam interações dentro do grupo, as quais poderiam distorcer os resultados. Entretanto, é muito sensível à qualidade do instrumento de coleta de opiniões: como o contato pessoal é evitado, não há mecanismos para o debate de eventual ambigüidade em algumas questões (NAHMIAS, 1993).

4.4.2 Métodos Quantitativos ou Matemáticos

4.4.2.1 Séries Temporais

Conforme já foi destacado, uma série temporal constitui-se em uma seqüência de observações da demanda (no caso mais geral, de uma variável qualquer) ao longo do tempo. Via de regra, as observações são espaçadas igualmente (dias, semanas, meses, trimestres, anos, etc.). Não se irá associar a demanda a qualquer outra variável da qual supostamente possa depender; a hipótese básica no uso de séries temporais é que os valores futuros das séries podem ser estimados com base nos valores passados, hipótese considerada bastante razoável, como comprova o uso generalizado de tais séries.

Se o período coberto for suficientemente longo, o padrão de demanda resultante permite distinguir quatro **comportamentos** ou **efeitos** associados com uma série temporal (MOREIRA, 1998):

- a) **Efeito de tendência.** Confere à demanda uma tendência a crescer ou a decrescer com o tempo. Pode ocorrer, também, de a demanda manter-se estacionária, variando sempre em torno de um valor médio.
- b) **Efeito sazonal (ou estacional).** Representa o fato de que a demanda de muitas mercadorias assume comportamentos semelhantes em épocas bem definidas do ano. Por exemplo, em um gráfico, parte do seu aspecto de "dente de serra" pode ser atribuído ao efeito sazonal.
- c) **Ciclo de negócios.** Constitui-se em flutuações econômicas de ordem geral, de periodicidade variável, decorrentes de uma multiplicidade de causas

ainda em debate. São movimentos típicos das economias capitalistas modernas, de difícil previsão. A análise dos ciclos de negócios, entretanto, está além dos objetivos deste trabalho.

- d) **Variações irregulares ou ao acaso.** Como o nome indica, são variáveis devidas a causas não-identificadas, que ocorrerem no curto e no curtíssimo prazos, diferentemente dos ciclos de negócios. Pelo simples fato de ocorrerem ao acaso, tais variações não podem ser previstas por nenhum modelo de previsão.

4.4.2.1.1 Modelos de Decomposição das Séries Temporais

Nos modelos de decomposição, as séries são vistas como formadas por quatro componentes, já detalhados: tendência, sazonalidade, ciclos de negócios e flutuações irregulares. A idéia fundamental subjacente à decomposição é a tentativa de se isolarem os vários componentes, à exceção das flutuações irregulares, de forma que tais efeitos possam ser tratados individualmente.

Existem dois modelos para explicar a combinação dos componentes em uma série: o **modelo aditivo** e o **modelo multiplicativo**.

O modelo aditivo trata a série como sendo composta pela soma dos componentes, podendo ser expresso pela equação (MOREIRA, 1998):

$$Y=(T)+(S)+(C)+(i)$$

onde:

Y = valor da série (demanda prevista)

T = componente de tendência

S = componente de sazonalidade

C = componente cíclica

i = resíduo devido a flutuações irregulares

Cada uma das quantidades T , S , C , i é expressa por valores em unidades de demanda que se somam.

Na prática, o modelo multiplicativo é mais utilizado. Ele é representado pela equação:

$$Y = (T) \cdot (S) \cdot (C) \cdot (i)$$

onde as letras têm os significados já apresentados. No modelo multiplicativo, apenas a tendência T é expressa em unidades de demanda, sendo as demais quantidades expressas em porcentagens dessa tendência.

Dada a notabilidade do modelo multiplicativo, ser-lhe-á dispensada maior atenção. Ele pode ser simplificado se admitir-se que o horizonte de previsão é curto o suficiente para estar sempre na mesma fase do ciclo de negócios, o que faria $C = 1$. Admitindo ainda que os efeitos sazonais e as variações ao acaso possam ser reunidos aproximadamente em um só efeito, tem-se o modelo simplificado final:

$$Y = (T) \cdot (S)$$

onde S já incorpora o efeito sazonal e as variações ao acaso.

Os valores de T são determinados segundo a **linha de tendência**, ajustada aos valores reais da demanda por meio de uma regressão simples, na qual a outra variável é o **tempo**. Os valores de S são, por sua vez, chamados de **índices sazonais** e a sua determinação exige a observação do afastamento dos valores reais da demanda e dos valores previstos pela linha de tendência no passado. A previsão Y recebe, às vezes, o nome de **previsão corrigida pelo efeito sazonal**.

4.4.2.1.2 Métodos das Médias

O conjunto de modelos que se está nomeando genericamente de **métodos das médias** detém algumas peculiaridades (MOREIRA, 1998):

- a) a previsão é sempre obtida por intermédio de algum tipo de média que leva em conta valores reais anteriores da demanda;
- b) ao contrário do que acontece com as regressões, só se pode prever um período à frente, embora seja possível conceber adaptações para se obter um maior número de previsões futuras;
- c) as médias são móveis, o que significa que, a cada nova previsão, são abandonados (ou mais fracamente ponderados) os valores mais antigos da demanda real e incorporados os mais novos.

A forma de cálculo das médias permite a distinção entre os vários modelos. São particularmente importantes os seguintes:

a) Média Móvel Simples (MMS)

A regra fundamental desse modelo é a seguinte:

A previsão para o período t , imediatamente futuro, é obtida tomando-se a média aritmética dos n valores reais da demanda imediatamente passados.

Exemplo:

A seguir, tem-se as demandas reais de um produto, em milhares de unidades, de junho até setembro de determinado ano. Em termos de tempo, está-se situado exatamente no início de outubro, período para o qual se deseja estimar a demanda.

TABELA 1 – Demandas mensais (em milhares de unidades)

MÊS	DEMANDA (x 1000 Uni)
Junho	10
Julho	12
Agosto	15
Setembro	14

Em primeiro lugar, deve-se escolher, de forma relativamente arbitrária, o valor de n . Como regra geral, quanto maior n , mais os efeitos sazonais serão suavizados. Supondo-se no exemplo que $n = 3$, o que implica dizer que a demanda prevista para qualquer mês será sempre a média aritmética das demandas reais dos três últimos meses, tem-se:

$$\text{Previsão (Outubro)} = (12 + 15 + 14) / 3 = 13,7$$

Dois casos particulares merecem ser mencionados. Se $n = 1$, a previsão resume-se em tomar simplesmente o valor da última demanda real verificada; se $n = 12$, o que corresponde a anular completamente todos os efeitos sazonais distribuídos ao longo do ano.

Como regra geral, a média móvel simples pode ser um método eficiente quando a demanda é estacionária, ou seja, quando ela varia em torno de um valor médio. Para demandas crescentes ou decrescentes ao longo do tempo, a tendência é que a previsão fornecida por MMS esteja sempre em "atraso" em relação aos valores reais. Assim, se a demanda é crescente, as previsões darão valores cada vez menores em relação aos valores reais. Ademais, o método não é muito eficiente para captar as variações sazonais, podendo, mesmo, mascará-las quase que completamente, dependendo do valor escolhido para n .

b) Média Móvel Ponderada (MMP)

A média móvel ponderada possui em comum com a MMS o fato de tomar n valores reais anteriores da demanda para a composição da média. Diferentemente da MMS, porém, os valores recebem pesos distintos, em geral refletindo uma maior importância outorgada aos valores mais recentes da demanda. No exemplo anterior, poder-se-ia adotar o sistema de pesos 0,2 : 0,3 : 0,5 (neste caso, $n = 3$) para as demandas reais de julho, agosto e setembro, respectivamente. Já a previsão para outubro seria:

$$\text{Previsão (outubro)} = 0,2(12) + 0,3(15) + 0,5(14) = 13,9$$

Note-se que a soma dos pesos deve ser igual a 1. Tal como em MMS, a escolha de n é arbitrária, assim como o é a dos pesos. A vantagem da MMP sobre a MMS é que os valores mais recentes da demanda, que podem estar revelando alguma tendência, recebem uma importância maior. Entretanto, valem aqui as mesmas observações quanto ao valor de n : quanto maior for, mais a previsão suavizará os efeitos sazonais e mais lentamente responderá a variações na demanda.

c) Média Móvel Exponencialmente Ponderada de 1ª. Ordem - MMEP1

O modelo da média móvel exponencialmente ponderada é mais sofisticado e muito mais utilizado que os dois anteriores. Tal como na MMS e na MMP, a previsão atinge em princípio apenas um período imediatamente à frente. Entretanto, há adaptações possíveis que podem estender a previsão para vários períodos à frente.

No caso da MMEP1, a previsão para o período t é dada por uma fórmula empírica (MOREIRA, 1998):

$$\text{Previsão}(t) = \text{Previsão}(t-1) + \text{Fração do erro}(t-1)$$

o que é interpretado como: a previsão para o período t é igual à previsão para o período $(t-1)$, acrescida de parte do erro cometido no período $(t-1)$. Esse erro corresponde à diferença entre a previsão e o valor real, ambos definidos para o período $(t-1)$. Em termos simbólicos, pode-se escrever:

$$D_t = D_{t-1} + \langle (Y_{t-1} - D_{t-1})$$

onde:

D_t previsão para o período t

D_{t-1} previsão para o período $t-1$

\langle constante de suavização ou de alisamento (fração de erro)

Y_{t-1} demanda real para o período $t-1$

Qualquer que seja o período para o qual se deseja a previsão, é sempre necessária a previsão do período imediatamente anterior (D_{t-1}). Assim, ao se iniciar uma seqüência de previsões, o primeiro valor deve ser obtido de alguma outra maneira que não por meio da equação. Também o valor da constante de suavização \langle deve ser escolhido, em geral no intervalo entre 0 (zero) e 1 (um).

Exemplo:

Retomando-se o mesmo exemplo usado na ilustração da MMS e da MMP, assume-se a demanda prevista de junho como sendo igual a 10 (coincidente, pois, com o valor real) e adotando $\langle = 0,3$, pode-se montar os cálculos a seguir:

TABELA 2 – Demandas real e prevista mensal

MÊS	DEMANDA REAL Y	DEMANDA PREVISTA D
Junho	10	10
Julho	12	10
Agosto	15	10,6
Setembro	14	11,9
Outubro	...	12,5

Cálculos:

$$D_{\text{Julho}} = D_{\text{Junho}} + \langle (Y_{\text{Junho}} - D_{\text{Junho}}) = 10 + 0,3(10 - 10) = 10$$

$$D_{\text{Agosto}} = D_{\text{Julho}} + \langle (Y_{\text{Julho}} - D_{\text{Julho}}) = 10 + 0,3(12 - 10) = 10,6$$

$$D_{\text{Setembro}} = D_{\text{Agosto}} + \langle (Y_{\text{Agosto}} - D_{\text{Agosto}}) = 10,6 + 0,3(15 - 10,6) = 11,9$$

$$D_{\text{Outubro}} = D_{\text{Setembro}} + \langle (Y_{\text{Setembro}} - D_{\text{Setembro}}) = 11,9 + 0,3(14 - 11,9) = 12,5$$

Já que a finalidade última do modelo é a previsão, é fundamental que se tenha uma série de valores reais passados da demanda à qual o modelo possa ser aplicado. A posse dessa série histórica permite tanto a fixação de um valor inicial para a previsão quanto a escolha da constante \langle .

Há pelo menos duas práticas em vigor para se fixar o valor inicial da demanda prevista que, conforme foi visto, não pode ser dada pelo modelo. A mais simples consiste em se tomar a demanda prevista inicial como idêntica ao primeiro valor real de demanda da série, tal como foi aplicado no exemplo. Se a série de dados passados for suficientemente longa, esse critério não terá qualquer influência nas previsões futuras.

Outra prática consiste em se tomar como previsão inicial a média aritmética de k valores reais imediatamente passados da demanda. Não há uma regra definitiva quanto ao valor de k , mas costuma-se usar a seguinte fórmula (MOREIRA, 1998):

$$k = 2/\langle - 1$$

Se o valor de \langle for muito pequeno, a equação pode exigir um k muito grande, além do número de dados disponíveis. Assim, por exemplo, para $\langle = 0,1$ k resulta igual a 19. Caso k seja demasiado grande, a solução é tomar todos os dados disponíveis na composição da média.

Quanto ao valor de α , ele é normalmente obtido por tentativas, de acordo com as seguintes etapas:

- aplicam-se vários valores de α aos dados existentes, obtendo-se, então, inúmeras séries de previsões; o valor de α varia geralmente entre 0 (zero) e 1 (um);
- para cada conjunto de previsões correspondente a um certo α , calcula-se uma medida do erro total da previsão em relação aos valores reais;
- escolhe-se o valor de α que fornece as previsões com o menor erro total associado.

d) Média Móvel Exponencialmente Ponderada de 2ª. Ordem – MMEP2

A MMEP2 corresponde ao que se pode chamar de "dupla suavização" ou "duplo alisamento". Formalmente, trata-se do mesmo modelo utilizado na MMEP de 1ª. Ordem, com a diferença de que agora ele é aplicado sobre a previsão obtida por MMEP de 1ª. Ordem (MOREIRA, 1998):

$$D'_t = D'_{t-1} + \alpha (D_{t-1} - D'_{t-1})$$

onde:

D'_t previsão de 2ª. ordem para o período t

D'_{t-1} previsão de 2ª. ordem para o período $t-1$

α constante de suavização de 2ª. ordem

D_{t-1} previsão de 1ª. ordem para o período $t-1$

Tal como α , α varia entre 0(zero) e 1 (um).

Neste caso a previsão de 1ª. Ordem toma o papel que cabia aos dados reais na MMEP1. A nova previsão (2ª. Ordem) apresenta-se mais suavizada que a anterior, ou seja, menos sujeita a variações bruscas.

Em um dado instante de tempo, observa-se ser aproximadamente válida a relação:

$$Y - D = D - D'$$

ou seja, a diferença entre a demanda real e a previsão de 1ª, Ordem é aproximadamente igual à diferença entre esta última e a previsão de 2ª, Ordem. A relação fornece uma maneira de corrigir o hiato formado entre a previsão de 1ª. Ordem e a demanda real, o que será denominado "correção do efeito de tendência". Essa correção oferece uma terceira previsão, em geral muito mais próxima dos valores reais, podendo ser assim escrita:

$$D_c = D + (D - D') = 2D - D'$$

onde:

D_c demanda corrigida pelo efeito de tendência

Exemplo:

Os valores da demanda real da tabela a seguir são propositadamente regulares para demonstrarem a eficácia da correção do efeito de tendência pela equação acima quando o efeito sazonal não está presente. Tanto para a previsão de 1ª. Ordem quanto para a de 2ª., adotou-se $\alpha = \beta = 0,3$.

TABELA 3 – Correção do efeito de tendência

Período	Demanda Real Y	MMEP1 D	MMMEP2 D'	(Y - D)	(D - D')	Previsão Corrigida D_c
1	15	15	15	0	0	15
2	17	15	15	2	0	15
3	19	15,6	15	3,4	0,6	16,2
4	21	16,62	15,18	4,38	1,44	18,06
5	23	17,93	15,61	5,07	2,32	20,25
6	25	19,45	16,31	5,55	3,14	22,59
7	27	21,12	17,25	5,88	3,87	24,99
8	29	22,88	18,41	6,12	4,47	27,35
9	31	24,72	19,75	6,28	4,97	29,69
10	33	26,60	21,24	6,40	5,36	31,96
11	35	28,52	22,85	6,48	5,67	34,19
12	37	30,46	24,55	6,54	5,91	36,37

Mesmo sendo irreal o exemplo, é fácil ver que os valores de D_c estão sensivelmente melhores em relação à previsão de 1ª. Ordem D , embora com um certo "tempo de espera" até que a correção faça efeito.

4.4.2.1.3 Análise do Método de Séries Temporais

O método da análise de uma série temporal para previsões de vendas existe porque há certas vantagens a ele associadas. Entretanto, existem também outros métodos que levam muitas empresas a acreditar que essas vantagens são superadas pelas desvantagens (MAYER, 1990).

Defensores da "série temporal" ressaltam que ele é menos subjetivo que o de opinião coletiva. Também, contrário ao caso de indicadores econômicos, seu uso não depende da aptidão da empresa em encontrar um indicador econômico apropriado; toda informação necessária está à disposição nos registros da companhia. Finalmente, se a instituição desejar uma projeção mensal, será possível, com facilidade, realizar seu intento, analisando suas vendas mensais passadas; se quiser prever por trimestre, poderá igualmente fazê-lo, a partir da análise de suas vendas trimestrais passadas; se objetivar uma projeção anual, essa poderá ser efetivada pela análise das vendas anuais passadas. Trata-se de prática mais simples do que tomar uma projeção anual de vendas, que pode ser obtida pela opinião coletiva ou pelo método de indicador econômico, e dividi-la por mês ou trimestre.

Com o método da opinião coletiva ou indicador econômico, o resultado inicial poderá ser uma projeção anual. Entretanto, a empresa poderia distribuir esse total sobre os meses do ano, analisando suas vendas anuais passadas e determinando que porcentagem dessas vendas coube a cada mês. Se a porcentagem para dado mês variou de ano para ano, a porcentagem média poderia ser usada ou ser selecionada uma porcentagem que refletisse a presença de uma tendência.

Seria possível determinar essa última porcentagem para determinado mês pela análise de uma série temporal das porcentagens passadas para aquele mês.

O método de análise da série temporal para previsão de vendas apresenta algumas limitações. Primeira, o método não pode ser usado para prever as vendas de um novo produto,

ou de um bem relativamente novo, pois não existirão dados passados suficientes. Na melhor das hipóteses, se o produto tiver sido produzido por outros fabricantes, no passado, e a empresa tiver acesso aos seus registros de venda, poderá usar esse método para projetar vendas industriais e, então, estimar sua participação no mercado por alguma forma de opinião coletiva.

Também o valor de tendência é obtido pela extrapolação da linha de tendência, que é a hipótese de que uma linha não deve ser extrapolada além dos valores das variáveis que tenham sido usadas para determinar a sua natureza e localização. A razão é que não há modo de se saber qual será o relacionamento entre as variáveis além desses pontos. Dados do passado podem sugerir que existe uma tendência ascendente, o que poderá ser atribuído a mudanças no nível geral da população, aceitação do produto pelo consumidor, concorrência, hábitos e gostos da população, entre outros.

Entretanto, uma hipótese de que essas mudanças seguirão, no futuro, o mesmo rumo do passado pode não estar correta. E quanto mais se projetar a reta no futuro, maior será a probabilidade de erro, razão por que o método de análise da série temporal é raramente recomendado na previsão de vendas futuras para tempo superior a um ou dois anos.

A seguir, um ajustamento é feito para variações sazonais, as quais são causadas por forças cuja natureza e magnitude futuras são desconhecidas. O meio usual de obter esse ajustamento é acreditar que variações passadas sejam representativas daquilo que se dará no futuro. Se isso é verdade ou não, pode-se discutir. Por isso, um fator de ajustamento sazonal, que pode ser incorreto, é aplicado a um valor de tendência obtido na base de algo que pode ser uma hipótese errônea sobre o procedimento futuro. O efeito associado a isso poderia ser uma porcentagem de erro apreciável na previsão.

Finalmente, não há modo pelo qual os efeitos de mudanças nos preços de venda, qualidade do produto, métodos de mercado, esforços promocionais e condições econômicas possam ser incorporados no próprio método. Isso só poderá ser feito à base de opinião, experiência e intuição, o que sugere que nenhuma empresa pode limitar sua previsão de vendas ao uso de apenas uma análise de série temporal. Em vez disso, os resultados do método, simplesmente, serão um ponto de partida para se chegar à previsão (MAYER, 1990).

4.4.2.2 Modelos de Suavização Exponencial

Este método usa uma ponderação distinta para cada valor observado na série temporal, de modo que valores mais recentes recebam pesos maiores. Assim, os pesos formam um conjunto que decai exponencialmente a partir de valores mais recentes.

4.4.2.2.1 Suavização Exponencial para um Processo Constante

Se a série temporal mantém-se constante sobre um nível médio, uma suavização exponencial simples pode ser usada para a previsão de valores futuros da série. Sua representação matemática pode ser expressa pela equação (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998):

$$\hat{z}_{t+1} = \alpha z_t + (1 - \alpha) \hat{z}_t,$$

onde \hat{z}_{t+1} é a previsão da demanda para o tempo $t+1$, feita no período atual t ; α é a constante de suavização, assumindo valores entre 0 e 1; z_t é o valor observado na série temporal para o tempo t ; e, \hat{z}_t é o valor da previsão feita para o tempo t .

Uma forma de medir a acurácia da previsão, é calcular o erro gerado pela mesma; ou seja, $e_t = z_t - \hat{z}_t$.

O valor da constante de suavização α é arbitrário. A determinação do melhor valor para a constante pode ser feita iterativamente, utilizando alguma forma de comparação; como por exemplo, a média do quadrado dos erros, MQE. Desta maneira, seleciona-se aleatoriamente um valor inicial para a constante, a partir do qual previsões são geradas. Comparam-se os valores previstos com os reais, e calcula-se a média do quadrado das diferenças entre os mesmos; o parâmetro que minimiza essa média é utilizado no modelo final. Pacotes computacionais determinam automaticamente o melhor valor de α .

4.4.2.2.2 Modelo de Holt

O modelo de Holt pode ser utilizado em séries temporais com tendência linear. Este modelo emprega duas constantes de suavização, α e β (com valores entre 0 e 1), sendo representado por três equações (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998):

$$L_t = \alpha z_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}),$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1},$$

$$\hat{z}_{t+k} = L_t + kT_t.$$

As duas primeiras equações fazem uma estimativa do nível e da inclinação da série temporal, respectivamente. Já a terceira equação calcula a previsão da demanda para os próximos k períodos.

Assim como na suavização exponencial simples, o método de Holt requer valores iniciais, neste caso L_0 e T_0 . Uma alternativa para estes cálculos iniciais é igualar L_0 ao último valor observado na série temporal e calcular uma média da declividade nas últimas observações para T_0 . Uma outra forma de cálculo é a regressão linear simples aplicada aos dados da série temporal, onde se obtém o valor da declividade da série temporal e de L_0 em sua origem.

Os valores das constantes de suavização no modelo de Holt podem ser determinados de forma semelhante à usada na suavização exponencial simples; ou seja, uma combinação de valores para α e β que minimize a MQE.

4.4.2.2.3 Modelos de Winters

Os modelos de Winters descrevem apropriadamente dados de demanda onde se verifica a ocorrência de tendência linear, além de um componente de sazonalidade. Os

modelos de Winters dividem-se em dois grupos: aditivo e multiplicativo. No modelo aditivo, a amplitude da variação sazonal é constante ao longo do tempo; ou seja, a diferença entre o maior e menor valor de demanda dentro das estações permanece relativamente constante no tempo. No modelo multiplicativo, a amplitude da variação sazonal aumenta ou diminui como função do tempo.

a) Modelo Sazonal Multiplicativo

O modelo multiplicativo de Winters é utilizado na modelagem de dados sazonais onde a amplitude do ciclo sazonal varia com o passar do tempo. Sua representação matemática pode ser expressa pela equação (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998):

$$L_t = \alpha \frac{Z_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}),$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1},$$

$$S_t = \gamma \frac{Z_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s},$$

$$\hat{z}_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t-s+k},$$

onde s é uma estação completa da sazonalidade (por exemplo, s é igual a 12 quando se tem dados mensais e sazonalidade anual); L_t , T_t e S_t representam o nível, a tendência e a sazonalidade da série, respectivamente; \hat{z}_{t+k} é a previsão para k períodos a frente; e, finalmente, γ é a constante de suavização que controla o peso relativo a sazonalidade, variando entre 0 e 1.

A primeira equação difere da que trata do nível da série no modelo de Holt, já que o primeiro termo é dividido por um componente sazonal, eliminando assim a flutuação sazonal de z_t . A segunda é exatamente igual à equação da tendência no método de Holt. Já a terceira equação, faz um ajuste sazonal nas observações z_t .

Como todos os métodos de suavização exponencial, os modelos de Winters necessitam valores iniciais de componentes (neste caso, nível, tendência e sazonalidade) para dar início

aos cálculos. Para a estimativa do componente sazonal, necessita-se no mínimo uma estação completa de observações, ou seja, s períodos. As estimativas iniciais do nível e da tendência são feitas, então, no período s definido para o componente sazonal.

Os valores das constantes de suavização seguem a mesma lógica de determinação sugerida para os outros métodos de suavização exponencial.

b) Modelo Sazonal Aditivo

O modelo aditivo de Winters é utilizado na modelagem de dados sazonais onde a amplitude do ciclo sazonal permanece constante com o passar do tempo. Suas equações matemáticas são (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998):

$$L_t = \alpha(z_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}),$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1},$$

$$S_t = \gamma(z_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s},$$

$$\hat{z}_{t+k} = L_t + kT_t + S_{t-s+k}.$$

A equação da tendência permanece a mesma utilizada para o modelo multiplicativo. Nas demais equações, a única diferença é que o componente sazonal está efetuando operações de soma e subtração, ao invés de multiplicar e dividir.

Os valores iniciais de L_s e T_s são calculados de forma idêntica ao modelo multiplicativo. Já os componentes sazonais são calculados da seguinte forma:

$$S_1 = z_1 - L_s, S_2 = z_2 - L_s, \dots, S_s = z_s - L_s.$$

4.4.2.3 Modelos de Box-Jenkins

Os modelos de Box-Jenkins, também conhecidos como Modelos Autoregressivos Integrados a Média Móvel, ou simplesmente ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), foram propostos por George Box e Gwilym Jenkins no início dos anos 70 (BOX *et al.*, 1994).

Os modelos de Box-Jenkins partem da idéia de que os valores de uma série temporal são altamente dependentes, ou seja, cada valor pode ser explicado por valores prévios da série. Os modelos ARIMA representam a classe mais geral de modelos para a análise de séries temporais.

4.4.2.3.1 Conceitos Utilizados nos Modelos Box-Jenkins

A seguir são definidos alguns conceitos que serão utilizados na explanação do modelo Box-Jenkins:

a) Modelos Estocásticos e Determinísticos

A representação de fenômenos físicos mostrada numa série temporal pode ser feita através de uma modelagem matemática. Nos modelos, valores podem ser agrupados e descritos através de equações matemáticas. Pode-se utilizar modelagem matemática, por exemplo, para prever o valor de variáveis de interesse em qualquer momento no tempo, caso as variáveis sejam dependentes do tempo. Sempre que uma previsão exata for possível, os modelos são ditos determinísticos. No entanto, muitos fenômenos não são de natureza determinística, devido à incidência aleatória de fatores desconhecidos; nestes casos, a previsão do valor futuro está sujeita a um cálculo de probabilidade. Modelos matemáticos desenvolvidos para analisar tais sistemas são ditos estocásticos.

Um processo estocástico é caracterizado por um conjunto de variáveis aleatórias que descrevem a evolução de algum fenômeno de interesse. Processos estocásticos que caracterizam os estudos de séries temporais descrevem a evolução temporal de um fenômeno de interesse.

b) Modelos Estocásticos Estacionários e Não-Estacionários

Uma importante classe de modelos estocásticos utilizados na representação de séries temporais são os modelos estacionários. Tais modelos pressupõem um processo sob equilíbrio, onde o conjunto de variáveis se mantém a um nível constante médio (BOX *et al.*, 1994). Porém, muitas séries temporais são melhor representadas por modelos não estacionários.

c) Modelo de Filtro Linear

Os modelos estocásticos são baseados na idéia de que uma série temporal z_t , com valores sucessivos altamente dependentes, pode ser estimada a partir de uma série de ruído aleatório a_t , apropriadamente transformada através de uma função matemática (BOX *et al.*, 1994).

O processo de ruído aleatório a_t é transformado no processo z_t por uma função de filtro linear que faz uma soma ponderada de ruídos aleatórios prévios, isto é:

$$z_t = \mu + a_t + \psi_1 a_{t-1} + \psi_2 a_{t-2} + \dots,$$

ou

$$z_t = \mu + \psi(B)a_t,$$

onde μ é o nível do processo, B é um operador de defasagem, expresso por $B^m a_t = a_{t-m}$, e $\psi(B) = 1 + \psi_1 B + \psi_2 B^2 + \dots$ é o operador linear que transforma a_t em z_t , também chamado função de transferência do filtro (BOX *et al.*, 1994).

Modelos derivados da equação acima podem representar tanto séries estacionárias quanto séries não-estacionárias. Se uma seqüência de ψ 's é finita, ou infinita e convergente, o

processo z_t é estacionário, com média μ . Caso contrário, z_t é não estacionário e μ é apenas um ponto de referência para o nível do processo em algum momento no tempo.

d) Autocorrelação

Uma estatística importante na análise de séries temporais é o coeficiente de autocorrelação ρ . A autocorrelação é usada para descrever a correlação entre dois valores da mesma série temporal, em diferentes períodos de tempo. Assim, um coeficiente de autocorrelação ρ_1 mede a correlação entre dois valores adjacentes na série, e a autocorrelação, neste caso, é dita autocorrelação de lag (ou defasagem). De maneira genérica, o coeficiente de autocorrelação ρ_k mede a correlação entre observações distantes k períodos de tempo (ou seja, uma autocorrelação de lag k).

A autocorrelação de lag k é medida pelo coeficiente ρ_k , definido por (BOX *et al.*, 1994):

$$\rho_k = \frac{E[(z_t - \mu)(z_{t-k} - \mu)]}{\sqrt{E[(z_t - \mu)^2]E[(z_{t-k} - \mu)^2]}}$$

ou

$$\rho_k = \frac{E[(z_t - \mu)(z_{t-k} - \mu)]}{\sigma_z^2},$$

onde σ_z^2 é a variância da série temporal.

Uma estimativa do coeficiente de autocorrelação populacional ρ_k nas equações anteriores é dado pelo coeficiente de autocorrelação amostral:

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (z_t - \bar{z})(z_{t-k} - \bar{z})}{\sum_{t=1}^n (z_t - \bar{z})^2}, \text{ com } k = 0, 1, 2, \dots, N,$$

onde

$$\bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n z_t .$$

Na prática, para se obter uma boa estimativa do coeficiente de autocorrelação, deve-se dispor de pelo menos 50 observações da variável z . O número de autocorrelações de lags diferentes que se calcula para a análise da série temporal deve ser de $N/4$, onde N é o número total de observações na série.

4.4.2.3.2 Modelos Autoregressivos

Um modelo estocástico útil na representação de um grande número de séries temporais é o modelo autoregressivo. Neste modelo, o valor corrente do processo é expresso como uma combinação linear finita de valores prévios do processo e um ruído aleatório a_t .

Definem-se os valores observados de um processo em espaços de tempo igualmente divididos $t, t-1, t-2, \dots$ por $z_t, z_{t-1}, z_{t-2}, \dots$

Definem-se também $\tilde{z}_t, \tilde{z}_{t-1}, \tilde{z}_{t-2}, \dots$ como sendo desvios da média μ , ou seja,

$$\tilde{z}_t = z_t - \mu, \tilde{z}_{t-1} = z_{t-1} - \mu, \tilde{z}_{t-2} = z_{t-2} - \mu, \dots$$

Então, a equação

$$\tilde{z}_t = \phi_1 \tilde{z}_{t-1} + \phi_2 \tilde{z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{z}_{t-p} + a_t,$$

representa um processo autoregressivo de ordem p , ou simplesmente $AR(p)$. A razão para o nome autoregressivo é pelo fato de um modelo linear

$$\tilde{z} = \phi_1 \tilde{x}_1 + \phi_2 \tilde{x}_2 + \dots + \phi_p \tilde{x}_p + a,$$

relacionando uma variável dependente z a um grupo de variáveis independentes x_1, x_2, \dots, x_p , e a um termo de erro a , ser geralmente referido como um modelo de regressão. Assim, z é dito *regredido* em x_1, x_2, \dots, x_p . (BOX *et al.*, 1994).

Os coeficientes autoregressivos $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$, são parâmetros que descrevem como um valor corrente z_t relaciona-se com valores passados $z_{t-1}, z_{t-2}, \dots, z_{t-p}$. O coeficiente autoregressivo de ordem p pode ser expresso usando a definição do operador B

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p,$$

simplificando a representação matemática do modelo autoregressivo para

$$\phi(B)\tilde{z}_t = a_t.$$

O modelo AR(p) contém $p+2$ parâmetros desconhecidos $(\mu, \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, \sigma_a^2)$, os quais podem ser estimados a partir dos valores observados na série temporal. σ_a^2 é a variância do processo de ruído aleatório a_t .

4.4.2.3.3 Modelos de Média-Móvel

Nos modelos de média móvel, \tilde{z}_t , que representa a observação z_t subtraída da média μ , depende linearmente de um número finito q de valores prévios do ruído aleatório a_t . Assim,

$$\tilde{z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

é chamado um processo de média móvel (MA) de ordem q . O nome média móvel pode levar a equívocos de interpretação, já que os pesos $1, -\theta_1, -\theta_2, \dots, -\theta_q$ não somam, necessariamente, a unidade nem precisam ser, necessariamente, positivos (MONTGOMERY *et al.*, 1990).

O coeficiente de média móvel θ de ordem q pode ser expresso usando a definição do operador B

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q,$$

simplificando a representação matemática para

$$\tilde{z}_t = \theta(B)a_t,$$

o qual contém $q+2$ parâmetros desconhecidos $(\mu, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q, \sigma_a^2)$, estimáveis a partir dos valores observados na série temporal.

Uma vez que a série

$$\psi(B) = \theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

é finita, nenhuma restrição é necessária sobre os parâmetros do processo de média móvel para assegurar estacionariedade.

A função de autocorrelação de um processo MA(q) é:

$$\rho_k = \frac{-\theta_k + \theta_1\theta_{k+1} + \dots + \theta_{q-k}\theta_q}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2}, \text{ com } k = 1, 2, \dots, q, \text{ e}$$

$$\rho_k = 0 \text{ quando } k > q.$$

Para o caso particular de um processo MA(1)

$$\tilde{z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1},$$

ou

$$\tilde{z}_t = (1 - \theta_1 B)a_t,$$

com o processo sendo estacionário para qualquer valor de θ_1 .

A função de autocorrelação do processo MA(1) é dada por

$$\rho_k = \frac{-\theta_1}{1 + \theta_1^2}, \text{ quando } k = 1, \text{ e } \rho_k = 0, \text{ quando } k \geq 2.$$

Outro caso particular de interesse é o processo de média móvel MA(2), representado por

$$\tilde{z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2},$$

o qual é estacionário para qualquer valor de θ_1 e θ_2 .

A função de autocorrelação do processo MA(2) é dada por:

$$\rho_1 = \frac{-\theta_1(1 - \theta_2)}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2},$$

$$\rho_2 = \frac{-\theta_2}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2},$$

$$\rho_k = 0, \text{ para } k \geq 3.$$

4.4.2.3.4 Modelos Mistos Autoregressivos - Média Móvel

Algumas vezes, séries temporais são melhor modeladas com a inclusão de termos autoregressivos e de média móvel. O resultado é um modelo misto autoregressivo - média móvel de ordem (p, q) :

$$\tilde{z}_t = \phi_1 \tilde{z}_{t-1} + \dots + \phi_p \tilde{z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q},$$

ou, utilizando a notação do operador de defasagem B e rearranjando os termos na equação

$$\phi(B)\tilde{z}_t = \theta(B)a_t,$$

o qual pode ser abreviado para ARMA (p, q) .

O modelo possui $p+q+2$ parâmetros desconhecidos $(\mu, \phi_1, \dots, \phi_p; \theta_1, \dots, \theta_p, \sigma_a^2)$, que podem ser estimados a partir dos valores observados na série temporal. Na prática, os valores de p e q são geralmente menores que 2 para séries temporais estacionárias (BOX *et al.*, 1994).

As condições de estacionariedade e invertibilidade estabelecidas para os processos AR(p) e MA(q) se mantêm nos modelos ARMA (p, q) . Ou seja, um modelo ARMA (p, q) é estacionário se as raízes do polinômio $\phi(B) = 0$ estiverem fora do círculo unitário, e inversível se as raízes de $\theta(B) = 0$ resultarem fora do círculo unitário.

Um caso especial de interesse prático dos modelos mistos autoregressivo – média móvel, é o processo ARMA $(1, 1)$, dado por

$$\tilde{z}_t - \phi_1 \tilde{z}_{t-1} = a_t - \theta_1 a_{t-1},$$

ou

$$(1 - \phi_1 B)\tilde{z}_t = (1 - \theta_1 B)a_t.$$

Este processo é estacionário se $|\phi_1| < 1$ e inversível se $|\theta_1| < 1$.

A função de autocorrelação de um processo ARMA $(1, 1)$ é

$$\rho_1 = \frac{(1 - \phi_1 \theta_1)(\phi_1 - \theta_1)}{1 + \theta_1^2 - 2\phi_1 \theta_1}, \text{ e}$$

$$\rho_k = \phi_1 \rho_{k-1} \text{ quando } k \geq 2.$$

Como pode-se ver, o componente de média móvel faz parte apenas da determinação de ρ_1 . Conseqüentemente, a função de autocorrelação apresenta um pequeno decréscimo entre ρ_0 e ρ_1 , diminuindo exponencialmente a partir de ρ_1 , em contraste com o modelo AR(1), que decresce exponencialmente a partir de ρ_0 . ρ_1 é positivo sempre que ϕ_1 for maior que θ_1 , e negativo em caso contrário.

4.4.2.3.5 Modelos Sazonais

Grande parte das séries temporais, principalmente na indústria, apresentam variações sazonais (MONTGOMERY *et al.*, 1990). Isto ocorre quando a série exibe uma característica periódica que se repete a cada s intervalos de tempo. Por exemplo, em séries compostas por observações mensais e sazonalidade anual, s é igual a 12.

Define-se $\nabla_s = (1 - B^s)$ como sendo o operador de diferença sazonal. Assim,

$$\nabla_s z_t = (1 - B^s)z_t = z_t - z_{t-s}$$

é a primeira diferenciação sazonal. Em geral, D diferenciações sazonais podem ser requeridas para produzir uma série estacionária. Neste caso, o operador de diferenciação sazonal de ordem D é $\nabla_s^D = (1 - B^s)^D$. Assim, a forma geral do modelo sazonal autoregressivo integrado a média móvel de ordem (P, D, Q) é (BOX *et al.*, 1994):

$$\Phi(B^s) \nabla_s^D z_t = \Theta(B^s) \alpha_t,$$

onde $\Phi(B^s)$ e $\Theta(B^s)$ são polinômios em B^s de graus P e Q , respectivamente, que satisfazem as condições de estacionariedade e invertibilidade. A representação da ordem (P, D, Q) é feita em letras maiúsculas, para diferenciá-la da representação feita nos modelos não sazonais.

No modelo da equação acima, os componentes de erro α estão geralmente correlacionados. Assim, α_t estaria relacionado com α_{t-1} , α_{t-2} , etc. Para tratar tal relacionamento, introduz-se um segundo modelo,

$$\phi(B)\nabla^d \alpha_t = \theta(B)a_t,$$

onde a_t é um processo de ruído aleatório. $\phi(B)$ e $\theta(B)$ são polinômios em B de graus p e q , respectivamente, que satisfazem as condições de estacionariedade e invertibilidade.

Substituindo-se a primeira equação na segunda, obtém-se um modelo multiplicativo geral:

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^s)\nabla^d \nabla_s^D z_t = \theta_q(B)\Theta_q(B^s)a_t,$$

chamado de processo multiplicativo de ordem $(p, d, q) \times (P, D, Q)_s$.

4.5 PREVISÃO FORTEMENTE SAZONAL

Nem sempre a Previsão de Demanda para o ano transforma-se, automaticamente, na Previsão Geral de Produção. Isso acontece quando a Previsão de Demanda é fortemente variável e fortemente sazonal, ou seja, varia muito conforme a época do ano. Dentre os exemplos, citam-se artigos de Natal, fogos de artifício, sorvetes, roupas de lã e produtos agrícolas, entre outros (RUSSOMANO, 1986).

Para conciliar a produção com uma Previsão de Demanda de tal tipo existem algumas soluções entre as quais se destacam:

- a) Produzir de acordo com a Previsão de Demanda, ajustando a capacidade da fábrica à demanda dos produtos, contratando e despedindo pessoal conforme as necessidades e criando um segundo turno quando for atingida a capacidade de um só turno.
- b) Produzir de uma maneira estável, estocando produtos de janeiro a junho, por exemplo, e consumindo mais do que produzindo de julho a dezembro. Obviamente, é preciso que a capacidade média iguale a Previsão de Demanda média anual.
- c) Produzir de uma maneira variável, porém com patamares estáveis, em que

se combinam os recursos das duas soluções anteriores, o que pode ser obtido com trabalho em tempo parcial seguido de horas extras e, inclusive, um segundo turno sazonal menor.

No passado, as empresas trabalhavam pelo método da produção variável. Hoje, algumas ainda o seguem, sobretudo aquelas em que o produto acabado é perecível ou as matérias-primas são sazonais, como a maioria dos produtos agrícolas. Reconhece-se que esse método é dispendioso, além de opor-se aos interesses favoráveis a melhores condições sociais para os trabalhadores em decorrência da grande movimentação de mão-de-obra que provoca.

Tem-se procurado seguir o segundo método, o da produção estável, que é sobremaneira recomendado pela maior estabilidade da mão-de-obra, menor despesa com treinamento e outras vantagens não tão significativas. Tem, entretanto, o inconveniente de exigir estocagens por largos períodos e, portanto, imobilizações financeiras. Daí ter surgido o terceiro método, que encerra características dos dois anteriores, conseguindo, portanto, diminuir a movimentação de mão-de-obra sem aumentar em demasia a imobilização financeira.

Deve-se destacar a existência de outras soluções que procuram influir na própria demanda buscando amenizar sua sazonalidade, como, por exemplo, o caso do aumento da promoção e o aceno com grandes descontos na época de demanda fraca.

Outra solução, ainda, consiste em aplicar, na época de grande demanda, o recurso de subcontratar serviços, encomendando a outra empresa peças que normalmente seriam produzidas na fábrica.

É possível, também, registrar um último método: a diversificação da produção, no qual a empresa procura produzir artigos de sazonalidade complementar que use aproximadamente o mesmo equipamento. Por isso, vêem-se fábricas de sorvete produzindo também chocolates; fábricas de roupas de inverno e de verão, etc. Com esse método, alcança-se um ritmo razoavelmente constante de produção sem imobilizar muitos recursos em estoque (RUSSOMANO, 1986).

4.6 ESCOLHENDO O TIPO DE PREVISÃO CORRETA

Uma organização simples pode usar diversos modelos de Previsão de Demanda distintos para antecipar o futuro de suas várias atividades. Também provavelmente vai usar métodos diferenciados durante o ciclo de vida de um único produto. A seleção dependerá de alguns ou de todos os fatores seguintes (RIGGS, 1987):

- a) Disponibilidade e precisão de dados históricos;
- b) grau de precisão esperado da previsão;
- c) custo de desenvolvimento da previsão;
- d) tamanho do período da previsão;
- e) tempo disponível para fazer a análise;
- f) complexidade de fatores que afetam futuras operações.

Custo *versus* benefícios sempre é uma missão crítica para o gerenciamento, não se constituindo exceção neste caso. Primeiro, um gerente tem de calcular as perdas que poderiam aparecer de previsões imprecisas. Então, o gerente deve avaliar o método de Previsão em termos práticos e de custos. Um balanço é objetivado entre fazer o melhor uso das informações para a necessidade real e aplicações de técnicas caras que prometem precisão maior, mas que podem requerer informações e competências que não estão disponíveis.

4.7 CONCLUSÃO

Dos métodos discutidos, o mais utilizado pelas empresas é o de opinião coletiva (MAYER, 1990). Isto ocorre porque as companhias não estão familiarizadas nem com análises baseadas em indicadores econômicos nem com análise de séries temporais, embora muitas instituições as conheçam, mas venham obtendo melhores resultados com a opinião coletiva e relutem na mudança de método. Ainda há aquelas que acreditam que o uso desses outros métodos não se justifica, em decorrência das limitações que apresentam. Apesar disso, há empresas que empregam todos os métodos para dado produto ou grupo de produtos. Uma previsão inicial pode ser baseada em opinião coletiva, uma segunda em indicadores econômicos e a terceira em análises de séries temporais. Como norma, resultados diferirão entre si, e a tarefa resume-se, então, ao ajustamento de tais diferenças.

É possível também que uma companhia faça uso de um método para algum de seus produtos, empregue um segundo para outros e um terceiro para os demais. Por exemplo, a análise da opinião coletiva pode ser aplicada para novos produtos. Artigos que tenham sido fabricados no passado podem ser sujeitos à análise do correlacionamento, caso disponha de indicadores econômicos apropriados. Se não for o caso, uma análise de séries temporais poderá ser feita.

Finalmente, há empresas que empregam algum tipo análise híbrida. Uma dessas análises já foi sugerida. Vendas para grupo de produtos podem ser previstas à base de opiniões coletiva, mas as vendas para cada artigo do grupo podem ser determinadas procedendo-se a uma análise da tendência das vendas passadas a fim de determinar qual a porcentagem do total que deverá caber a cada produto grupo.

Independentemente do método adotado, os resultados propiciados ao administrador não são mais que um elemento inicial para chegar à previsão final. Os resultados devem ser sempre modificados, levando-se em conta fatores que não foram considerados explicitamente na análise inicial. Isso requer bom senso, intuição e experiência. Assim, em qualquer que seja a análise empregada, um certo grau de insegurança existirá no resultado final. Por essa razão é que nenhuma companhia fará, acredita-se, uma previsão anual e, depois, nela se baseará o ano todo. Em vez disso, deve ser revista periodicamente a previsão que pode ser feito no final de cada mês. Como resultado, a empresa pode começar com uma previsão em 1º. de janeiro, por exemplo, para os próximos meses, subdividida mensalmente. Um mês mais tarde, reveria e revisaria, se necessário, a projeção para os restantes 11 meses e também estenderia para mais um mês. Tal procedimento seria repetido a cada final de mês. Na realidade, seria feita uma previsão para os próximos 12 meses no final de cada mês, com base nas últimas informações disponíveis.

Foi mencionado que os métodos apresentados podem, no máximo, fornecer resultados relativamente precisos para um período de um ou dois anos. Isso, entretanto, é em geral inadequado para determinar a tempo a construção de edifícios e a aquisição de equipamento especial.

Não há meios realmente satisfatórios para previsões dessa natureza. E, ainda assim, a empresa deve considerar tal tipo de planejamento. Ela o faz baseada no "bom senso". Desde

que o bom senso esteja envolvido, pouco se pode afirmar sobre ele, apenas que estará embasado em fatores como estudos de população, levantamentos de mercado, condições econômicas previstas e, naturalmente, experiências. Isso não significa que nenhuma análise sistemática será usada. Poderá ser empregada a que é basicamente o método de opinião coletiva, com a diferença de que as opiniões são obtidas visando às vendas para os próximos cinco anos, e não para apenas um ano. Ou uma análise de correlacionamento poderá ser empregada para projeções de cinco anos, com base nos valores de um indicador econômico. Ou uma análise de séries temporais poderá ser adotada, extrapolando-se a linha de ajuste anos à frente. Todavia, a insegurança que se espera nessas projeções é a mesma daquelas projeções anuais realizadas pelos mesmos métodos. Conseqüentemente, bom senso representará um importante papel na avaliação e na alteração dos resultados obtidos por tais meios.

Caso a previsão seja de longo (dois a 10 anos), médio (um a dois anos) ou curto prazos (até um ano), o melhor método é aquele que fornece os valores mais próximos entre a previsão e a demanda real. Do ponto de vista estritamente teórico, seria difícil defender um ou outro método (MOREIRA, 1998).

A prática diária fornece, porém, algumas lições. Os métodos qualitativos e causais parecem adaptar-se melhor às previsões de médio e longo prazos, enquanto a análise de séries temporais, particularmente pelos métodos das médias, parecem se adequar mais a previsões de curto prazo.

Qualquer que seja o caso, contudo, é necessário o teste de vários modelos até se encontrar o mais adequado ao caso específico que se está analisando. Como medida de cautela posterior, dado um método já escolhido, deve-se sempre mantê-lo sob controle, de maneira a poder efetuar correções dentro do menor prazo possível.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 OS PRODUTOS ANALISADOS

Para análise foi escolhida a marca de mancais para rolamentos MDS de Nova Veneza, Santa Catarina. Esta empresa foi escolhida porque a Imdepa Rolamentos passou a ser a distribuidora exclusiva para o mercado nacional em julho de 2000, aumentando, assim, a necessidade de uma programação antecipada com a maior acuracidade possível, pois essa programação de compra será integralmente utilizada como programa de produção da fábrica, pois a Imdepa a adquire em sua totalidade.

Dentro desta marca, foram escolhidos três grupos de produtos, os quais correspondem a 70% da venda (em volume financeiro) que são: mancais F,P e SN. Destes grupos, foram selecionados três produtos com maior venda, correspondendo (em quantidade vendida) a 66% na linha F, 79% da linha P e 48% da linha SN. Os produtos foram chamados de F01, F02, F03, P01, P02, P03, SN01, SN02 e SN03, para manter em sigilo a verdadeira referência comercializada.

5.2 DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS

Mancais têm a função de servir de suporte a eixos, de modo a reduzir o atrito e amortecer choques ou vibrações. Eles podem ser de deslizamento ou rolamento.

Mancais de deslizamento são constituídos de uma bucha fixada em um suporte. São usados em máquinas pesadas ou em equipamentos de baixa rotação, uma vez que a baixa velocidade evita superaquecimento dos componentes expostos ao atrito.

O uso de buchas e de lubrificantes permite reduzir esse atrito e melhorar a rotação do eixo. As buchas são, em geral, corpos cilíndricos ocos que envolvem os eixos, permitindo-lhes uma melhor rotação. São feitos de materiais macios, como o bronze e ligas de metais leves.

Quando é necessário um mancal com maior velocidade e menos atrito, o de rolamento é mais adequado. Os eixos das máquinas funcionam geralmente assentados em apoios. Quando em eixo gira dentro de um furo é produzida, entre a superfície do eixo e a do furo, um fenômeno chamado de atrito de escorregamento. Frente à necessidade de reduzir ainda mais o atrito de escorregamento, é utilizado um outro elemento de máquina, denominado rolamento.

Os rolamentos limitam ao máximo as perdas de energia em consequência do atrito. São geralmente constituídos de dois anéis concêntricos, entre os quais são colocados elementos rolantes como esferas, roletes e agulhas.

5.3 FORMA DE ANÁLISE

A análise será feita utilizando as demandas dos nove produtos (três de cada grupo) dos anos de 1998, 1999, 2000 e de janeiro a agosto de 2001, com um total de 44 meses. A previsão será feita para os meses de setembro a dezembro de 2001, comparada com a demanda real desse período.

Para cada um dos nove produtos serão analisadas as demandas das unidades Porto Alegre, São Paulo e Curitiba, já que a unidade de Cuiabá foi inaugurada em janeiro de 2002. Será analisada também a série consolidada da empresa com a soma de todas as filiais. Assim, ter-se-á 36 séries que receberão uma análise do previsto com o realizado de cada produto e a comparação da *performance* das previsões com as das outras filiais e com o consolidado.

O número de produtos avaliados justifica-se pelo fato de tentar identificar se existem tendências gerais de avaliação de demanda ou mesmo se a análise é viável apenas para alguns produtos.

O programa computacional usado foi o Forecast Pro for Windows Versão 3.0 de 1999, registrado para o PPGEP da UFRGS, pacote que tem bom conceito no mercado com utilização de diferentes métodos de Análise e Previsão de Demanda para chegar à previsão final. Ele possui boa interface com usuário, possibilidade de confecção de relatórios com diferentes informações tanto gráficas quanto referentes aos resultados de *performance* dos métodos empregados. Além disso, permite comparações entre séries e previsões distintas e sua visualização gráfica (STELLWAGEN, 1999).

Este programa utiliza ferramentas estatísticas para a análise de séries temporais e geração das previsões. Ele oferece a opção de escolha automática do modelo que melhor se adequa a cada série através da comparação dos métodos Box-Jenkins e suavização exponencial.

5.4 ANÁLISE E PREVISÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS

5.4.1 Linha F

a) Produto F01 da filial Porto Alegre

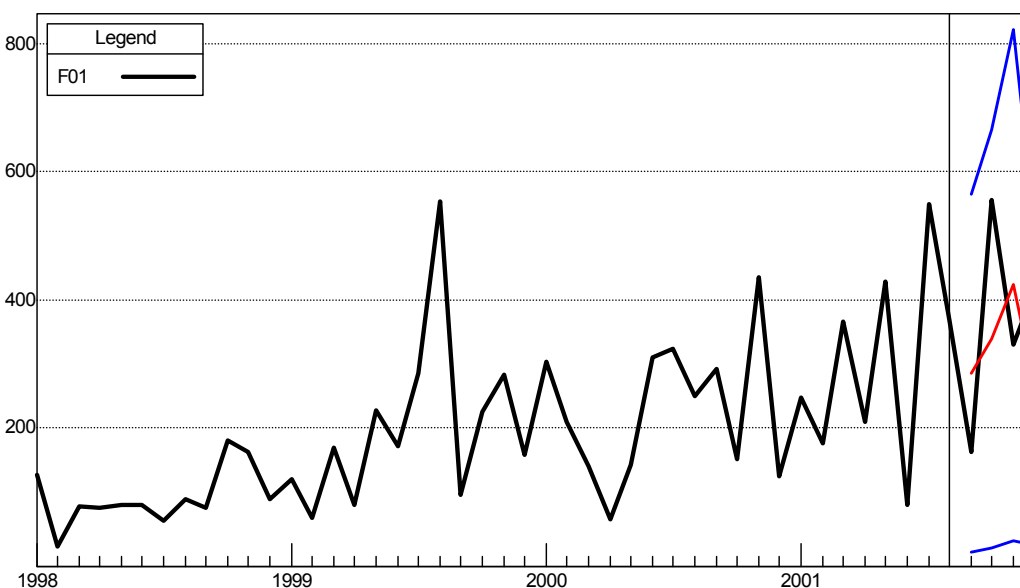


FIGURA 2 – Demanda do produto F01 da filial Porto Alegre

TABELA 4 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F01 da filial Porto Alegre

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	7,367	286,175	564,983	162,000	-43%
10-2001	13,175	339,851	665,986	555,000	63%
11-2001	23,141	423,139	823,138	331,000	-22%
12-2001	18,081	271,341	524,600	413,000	52%
		<u>1320,506</u>		<u>1461,000</u>	11%

Apesar de a demanda ter a mesma tendência de sazonalidade dos anos anteriores, os valores foram a extremos maiores, tanto superior quanto inferiormente. Ainda assim, a demanda dos quatro meses aproximou-se muito da previsão, com uma diferença de apenas 11%.

b) Produto F01 da filial São Paulo

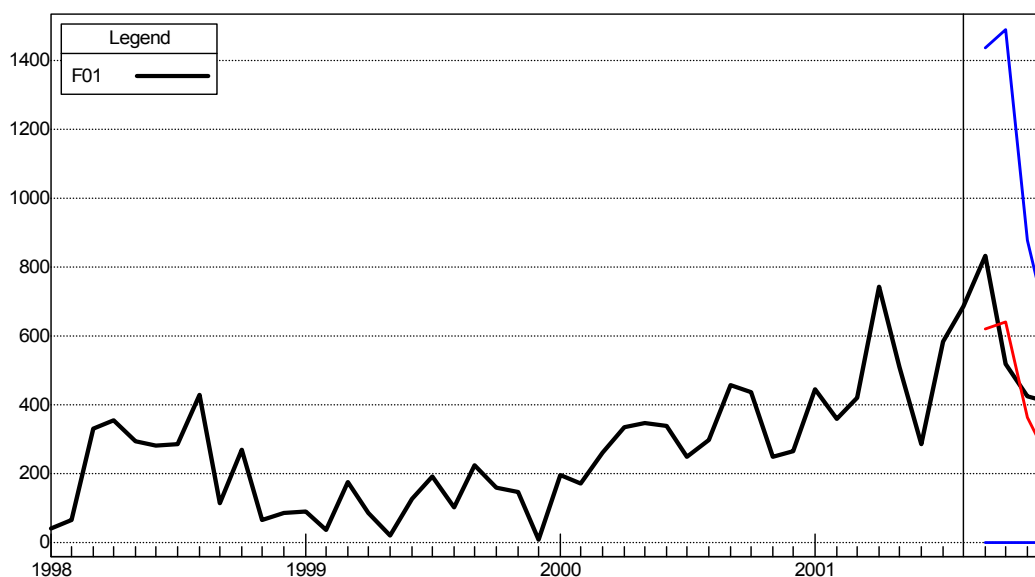


FIGURA 3 – Demanda do produto F01 da filial São Paulo

TABELA 5 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F01 da filial São Paulo

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	0,000	620,587	1436,944	834,000	34%
10-2001	0,000	640,486	1494,060	519,000	-19%
11-2001	0,000	362,763	878,902	425,000	17%
12-2001	0,000	243,443	627,673	407,000	67%
		<u>1867,279</u>		<u>2185,000</u>	17%

A série histórica de demanda deste produto não mostra uma regularidade ou sazonalidade claras. Apesar disto, a previsão total dos quatro meses divergiu em apenas 17 %, sendo a maior diferença de 67% em dezembro de 2001.

c) Produto F01 da filial Curitiba

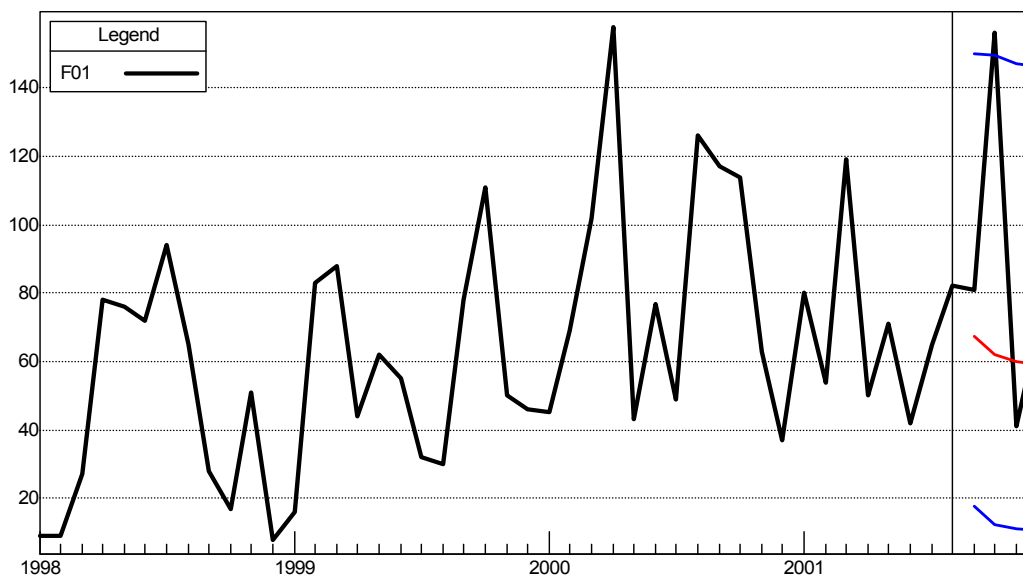


FIGURA 4 – Demanda do produto F01 da filial Curitiba

TABELA 6 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F01 da filial Curitiba

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	17,513	67,486	149,941	81,000	20%
10-2001	12,422	61,997	149,408	156,000	152%
11-2001	11,126	59,836	147,262	41,000	-31%
12-2001	10,700	58,970	146,101	68,000	15%
		<u>248,289</u>		<u>346,000</u>	39%

Esta série histórica exhibe demandas extremamente variáveis sem característica sazonal, demonstrada inclusive pela diferença da demanda verificada de outubro para novembro de 2001 de 156 para 41 unidades. Com isso, a previsão mensal teve grande divergência do realizado, extrapolando, inclusive, o limite superior em outubro de 2001.

d) Produto F01 total das filiais

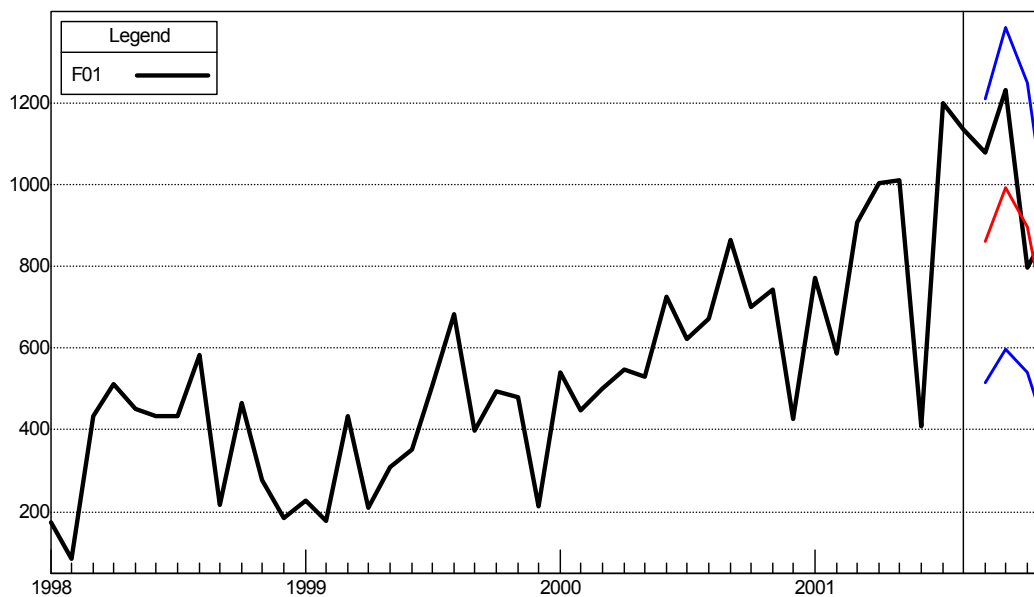


FIGURA 5 – Demanda do produto F01 total das filiais

TABELA 7 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F01 de todas filiais

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	516,237	862,451	1208,665	1077,000	25%
10-2001	598,058	992,266	1386,473	1230,000	24%
11-2001	541,446	895,785	1250,123	797,000	-11%
12-2001	381,740	639,395	897,050	888,000	39%
		<u>3389,897</u>		<u>3992,000</u>	18%

A série histórica consolidada anula algumas das grandes variações verificadas, principalmente em Curitiba, fazendo com que a tendência da previsão mensal não se alternasse muito em relação ao realizado. Apesar dos resultados mensais mais próximos, o total previsto divergiu em 18% do realizado, sendo inferior a Porto Alegre (11%) e São Paulo(17%).

e) Produto F02 da filial Porto Alegre

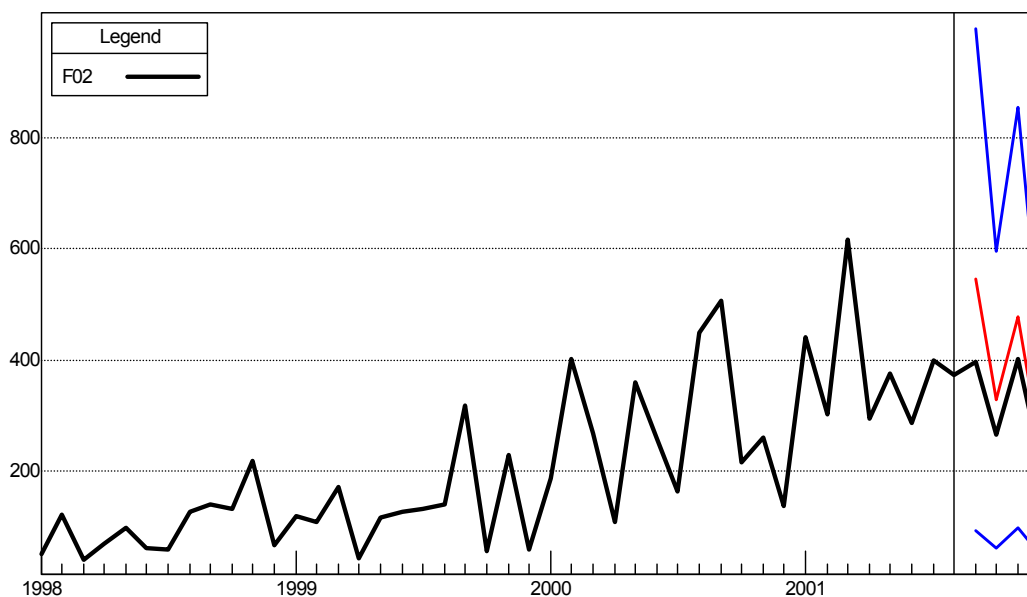


FIGURA 6 – Demanda do produto F02 da filial Porto Alegre

TABELA 8 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F02 da filial Porto Alegre

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	95,088	545,523	995,959	396,000	-27%
10-2001	61,935	328,554	595,173	267,000	-19%
11-2001	99,268	476,656	854,045	401,000	-16%
12-2001	55,893	262,558	469,222	238,000	-09%
		<u>1613,291</u>		<u>1302,000</u>	-19%

A clara sazonalidade da série foi captada na previsão, apesar de a demanda realizada ter sido inferior à previsão, ocorreram diferenças mensais e total no mesmo nível percentual, com uma tendência perfeita da previsão.

f) Produto F02 da filial São Paulo

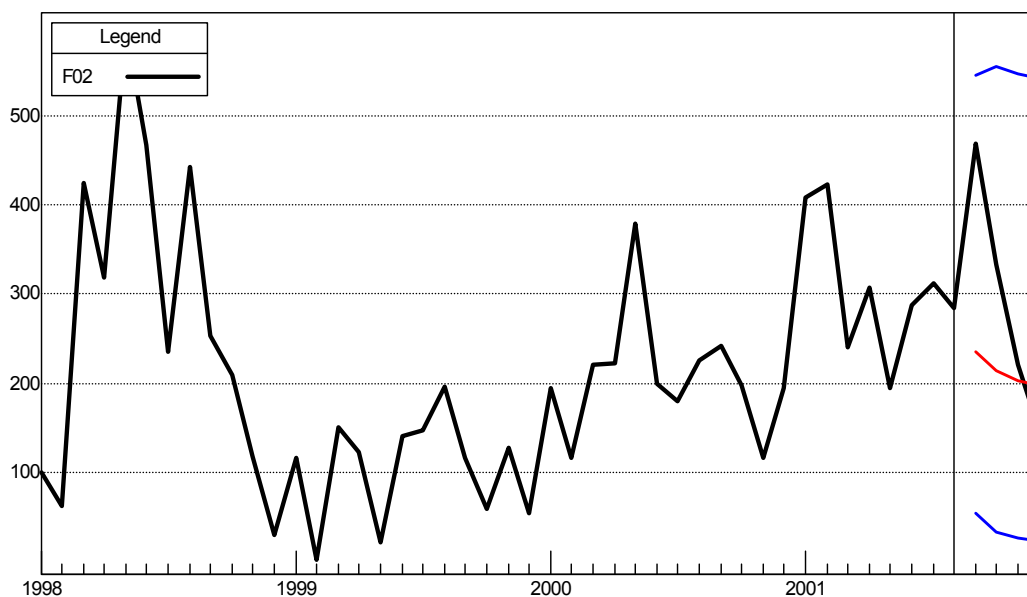


FIGURA 7 – Demanda do produto F02 da filial São Paulo

TABELA 9 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F02 da filial São Paulo

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	54,173	235,882	545,534	468,000	98%
10-2001	32,369	213,670	554,394	333,000	56%
11-2001	26,086	203,060	547,201	221,000	09%
12-2001	23,748	197,897	541,120	150,000	-24%
		<u>850,509</u>		<u>1172,000</u>	38%

Esta série de demandas não demonstrou nenhuma característica sazonal, com variações de demanda elevadas, principalmente de 1999 em relação a 1998.

A demanda realizada nos quatro meses foi 38% superior ao, tendo em setembro de 2001 uma diferença de 98%, porém sempre dentro dos limites da previsão.

g) Produto F02 da filial Curitiba

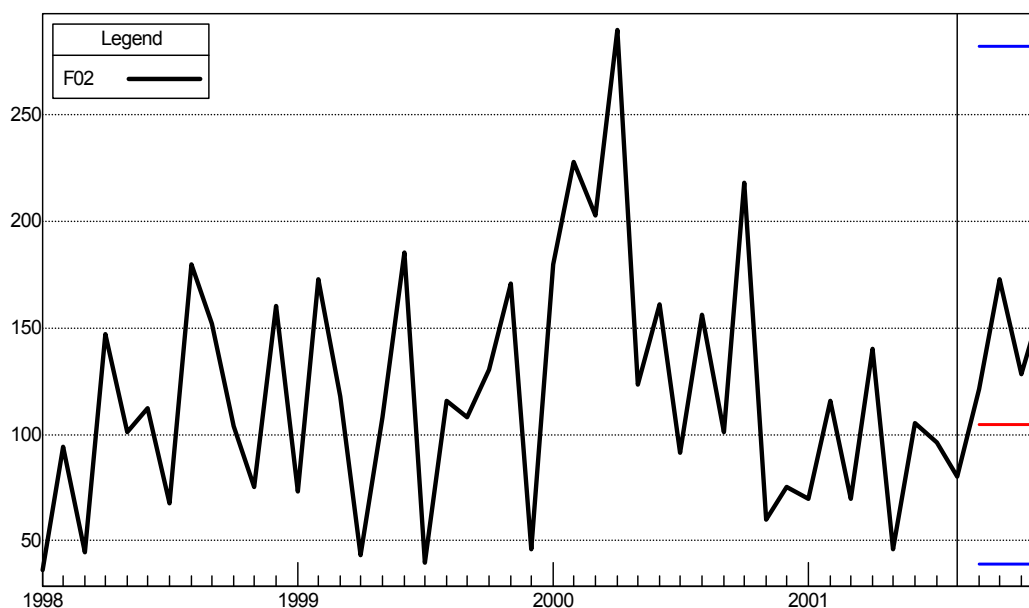


FIGURA 8 – Demanda do produto F02 da filial Curitiba

TABELA 10 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F02 da filial Curitiba

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	38,943	104,737	281,690	121,000	16%
10-2001	38,943	104,737	281,690	173,000	65%
11-2001	38,943	104,737	281,690	128,000	22%
12-2001	38,943	104,737	281,690	161,000	54%
		418,948		583,000	39%

Assim como a série histórica de demandas do produto F01 em Curitiba, esta série possui valores extremamente variáveis sem característica sazonal. A demanda apresentou-se 39% acima da previsão, chegando a 65% em outubro de 2001.

A previsão mensal foi melhor do que em São Paulo, apesar da diferença dos quatro meses serem equivalentes.

h) Produto F02 de todas filiais

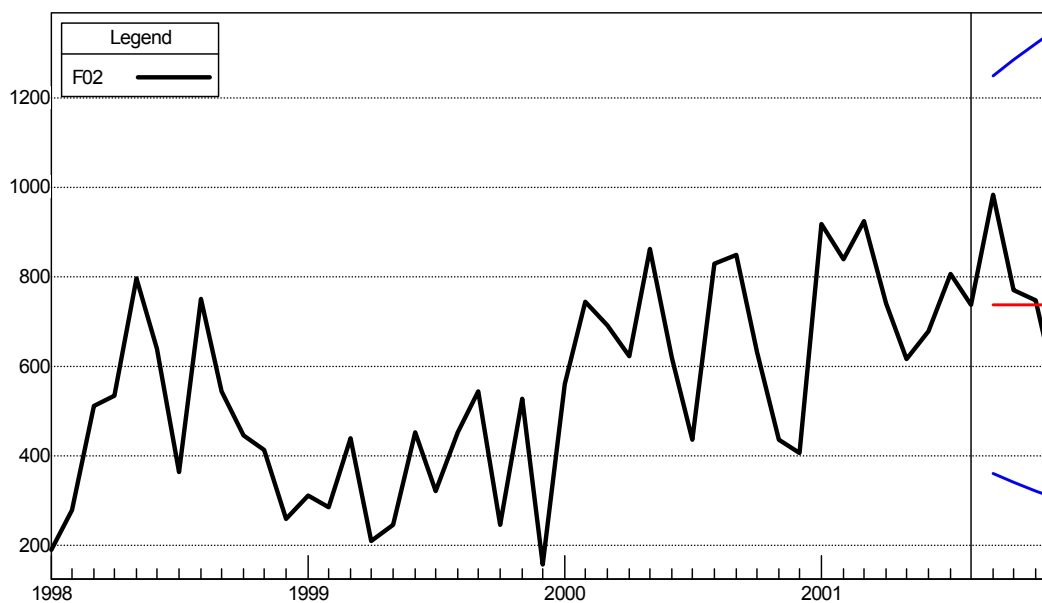


FIGURA 9 – Demanda do produto F02 de todas filiais

TABELA 11 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F02 de todas filiais

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	360,450	738,224	1249,979	985,000	33%
10-2001	340,796	738,224	1287,366	773,000	05%
11-2001	322,767	738,224	1323,129	750,000	02%
12-2001	306,111	738,224	1357,518	549,000	-26%
		<u>2952,896</u>		<u>3057,000</u>	04%

A série consolidada continuou com os valores variáveis, sem demonstrar sazonalidade. Apesar disto, a previsão aproximou-se muito do realizado com uma diferença de apenas 4% no total dos quatro meses, superando a *performance* das previsões das filiais.

i) Produto F03 da filial Porto Alegre

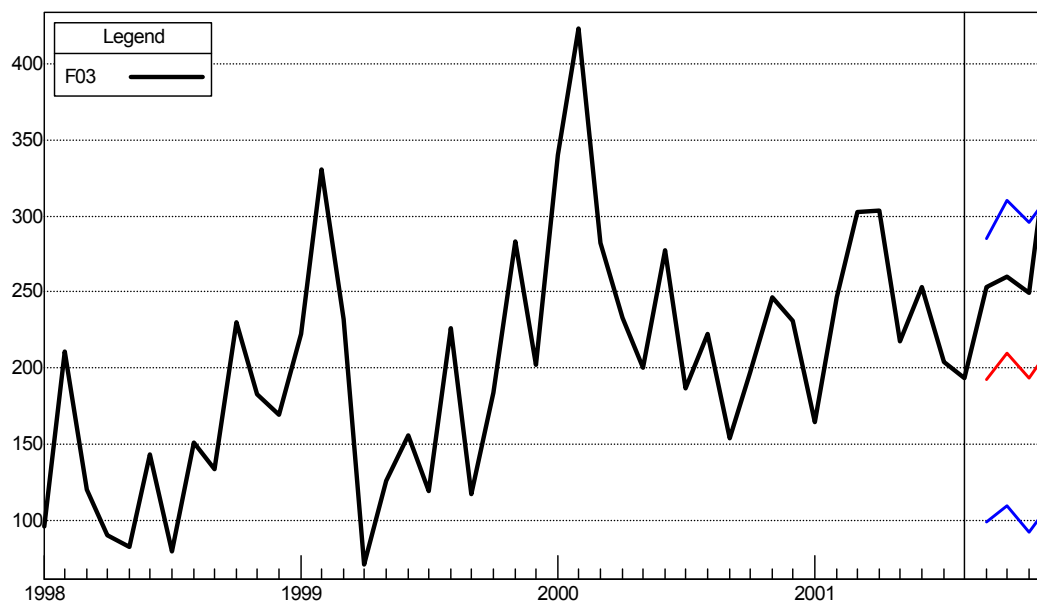


FIGURA 10 – Demanda do produto F03 da filial Porto Alegre

TABELA 12 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F03 da filial Porto Alegre

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	98,514	192,030	285,547	253,000	32%
10-2001	109,142	209,974	310,806	260,000	24%
11-2001	91,827	193,799	295,771	249,000	28%
12-2001	110,308	212,464	314,620	355,000	67%
		<u>808,267</u>		<u>1117,000</u>	38%

Esta série histórica de demandas tem característica fortemente sazonal que foi bem interpretada pela previsão. A demanda de dezembro de 2001 superou o limite da previsão, pois o mês apresentou sempre uma tendência de queda nos anos anteriores, a qual não foi apresentada em 2001. Nos outros três meses a tendência da previsão esteve correta, apesar do previsto superar em mais de 20% nesses meses.

j) Produto F03 da filial São Paulo

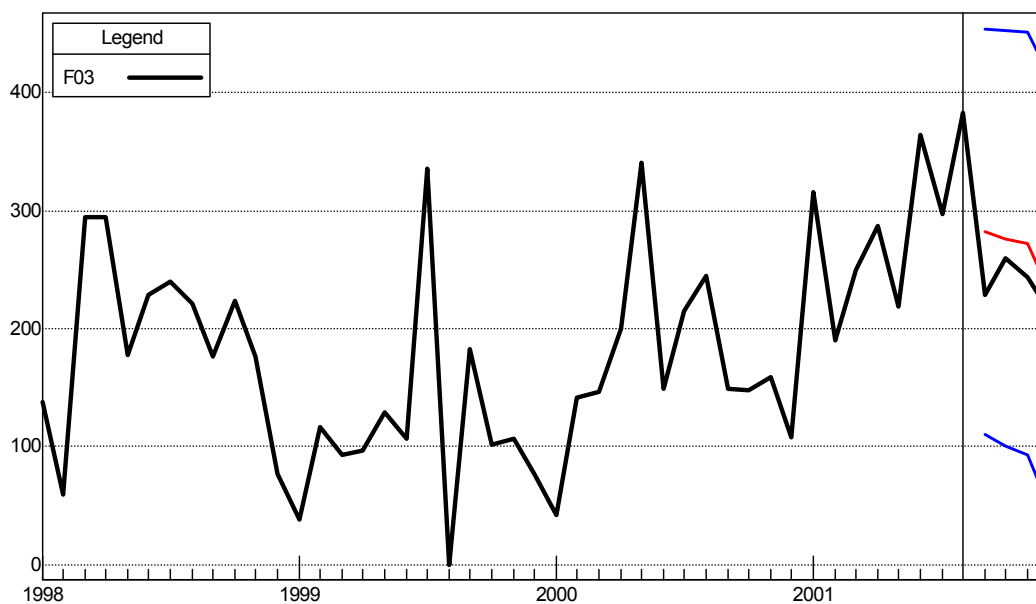


FIGURA 11 – Demanda do produto F03 da filial São Paulo

TABELA 13 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F03 da filial São Paulo

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	110,177	282,286	454,394	229,000	-19%
10-2001	100,453	276,335	452,217	259,000	-06%
11-2001	92,587	272,165	451,742	243,000	-11%
12-2001	50,465	233,663	416,860	216,000	-08%
		<u>1064,449</u>		<u>947,000</u>	-11%

Esta série tem uma característica sazonal. A demanda verificada ficou somente 11% abaixo do previsto nos quatro meses, sendo que em cada um deles a diferença foi bem próxima a esse percentual, demonstrando uma tendência quase perfeita do previsto em relação ao realizado.

k) Produto F03 da filial Curitiba

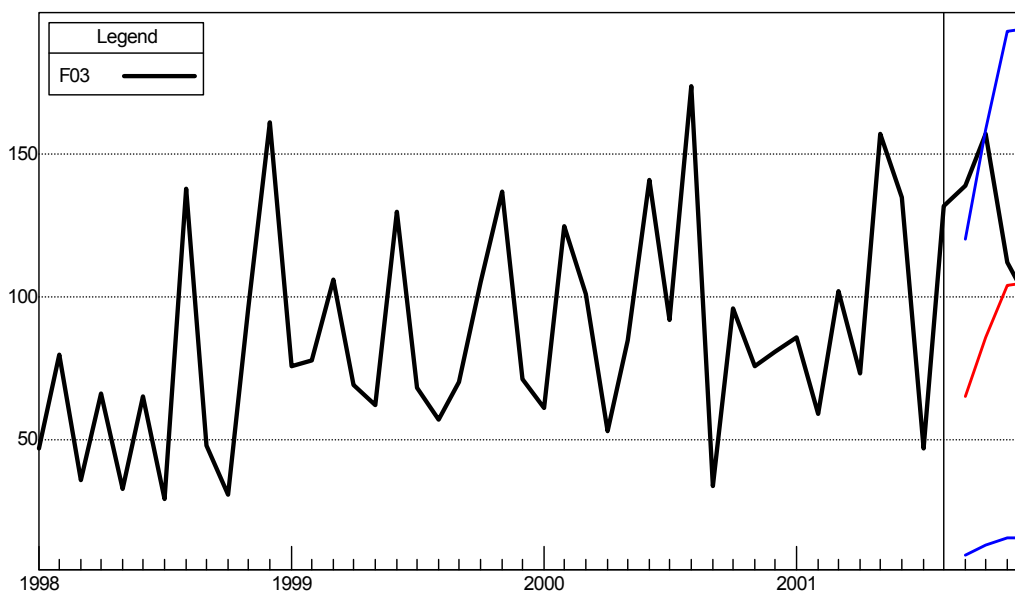


FIGURA 12 – Demanda do produto F03 da filial Curitiba

TABELA 14 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F03 da filial Curitiba

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	9,794	65,090	120,385	139,000	114%
10-2001	12,881	85,745	158,608	157,000	83%
11-2001	15,643	104,274	192,904	112,000	07%
12-2001	15,706	104,985	194,264	99,000	-06%
		<u>360,094</u>		<u>507,000</u>	41%

Assim como nos outros produtos da linha F, esta série não demonstra sazonalidade com demandas variando muito de um mês para o outro. Os valores previstos ficaram distantes nos dois primeiros meses (114 e 83%), superando o limite da previsão em setembro de 2001 e quase igualando em outubro de 2001. Apesar destas divergências, o total divergiu em 41% devido à proximidade do previsto e do realizado nos outros meses.

l) Produto F03 de todas filiais

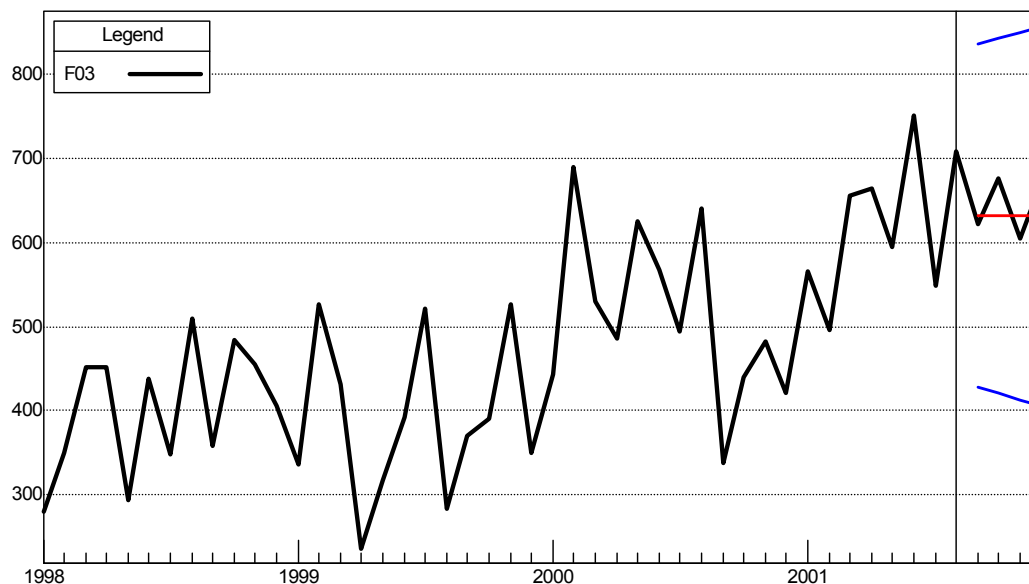


FIGURA 13 – Demanda do produto F03 de todas filiais

TABELA 15 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto F03 de todas filiais

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	427,348	631,921	836,495	621,000	-02%
10-2001	420,051	631,921	843,792	676,000	07%
11-2001	412,997	631,921	850,846	604,000	-04%
12-2001	406,163	631,921	857,680	670,000	06%
		2527,684		2571,000	02%

Esta série não possui uma sazonalidade clara e, apesar dos resultados das filiais não terem sido muito bons, as previsões para a série mostraram-se excelentes, apresentando uma divergência máxima de 7% em outubro de 2001 e de 2% no total.

5.4.2 Linha P

a) Produto P01 da filial Porto Alegre

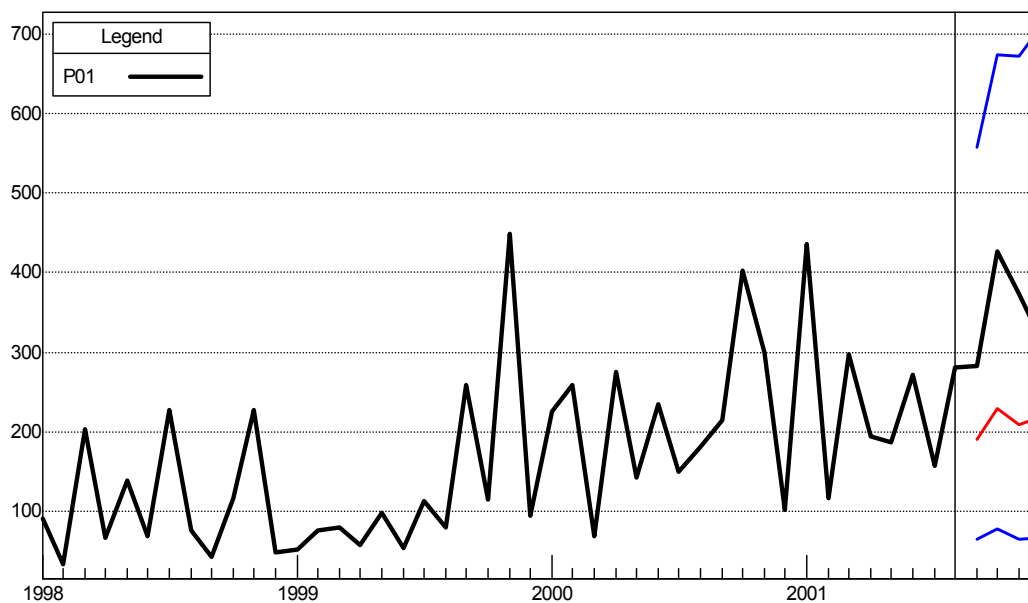


FIGURA 14 – Demanda do produto P01 da filial Porto Alegre

TABELA 16 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P01 da filial Porto Alegre

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	65,161	190,592	557,464	282,000	48%
10-2001	77,448	228,452	673,877	426,000	86%
11-2001	65,569	209,927	672,109	373,000	78%
12-2001	67,412	218,378	707,428	319,000	46%
		<u>847,349</u>		<u>1400,000</u>	65%

A sazonalidade desta série histórica não foi percebida pela previsão devido às grandes variações de um mês para outro. A tendência foi boa, mas o realizado superou em muito (65%) o previsto, apesar de ficar dentro dos limites e com certa folga.

b) Produto P01 da filial São Paulo

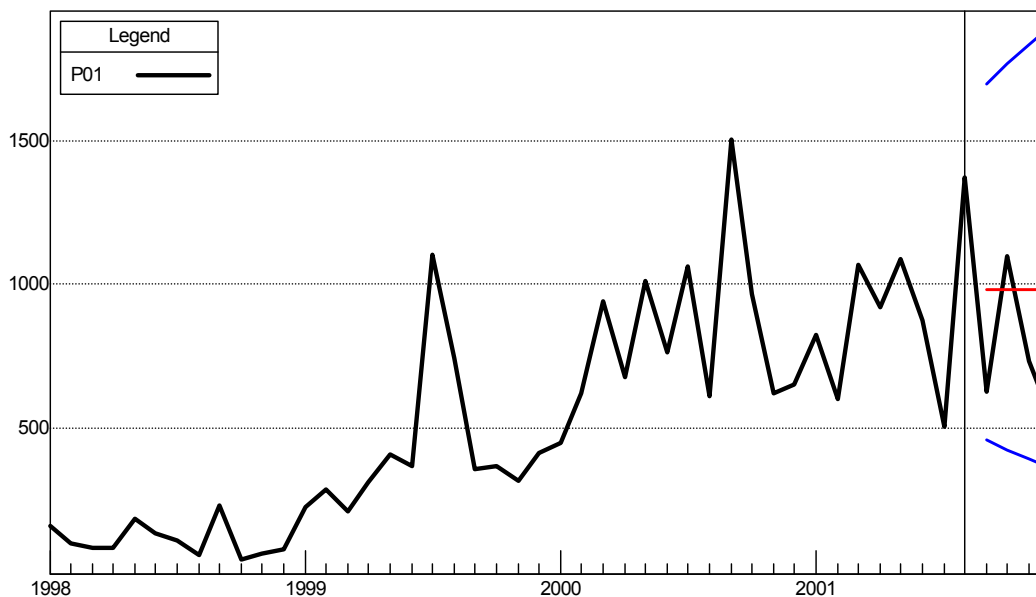


FIGURA 15 – Demanda do produto P01 da filial São Paulo

TABELA 17 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P01 da filial São Paulo

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	456,425	978,808	1698,076	625,000	-36%
10-2001	420,783	978,808	1768,945	1096,000	12%
11-2001	389,051	978,808	1835,904	732,000	-25%
12-2001	360,476	978,808	1899,706	548,000	-44%
		<u>3915,232</u>		<u>3001,000</u>	-23%

Esta série histórica de demandas não apresenta característica sazonal com valores muito variados de um mês para outro, inclusive nos meses avaliados. Ainda assim, os valores previstos não se distanciaram significativamente do realizado com diferença total de 23% a menos.

c) Produto P01 da filial Curitiba

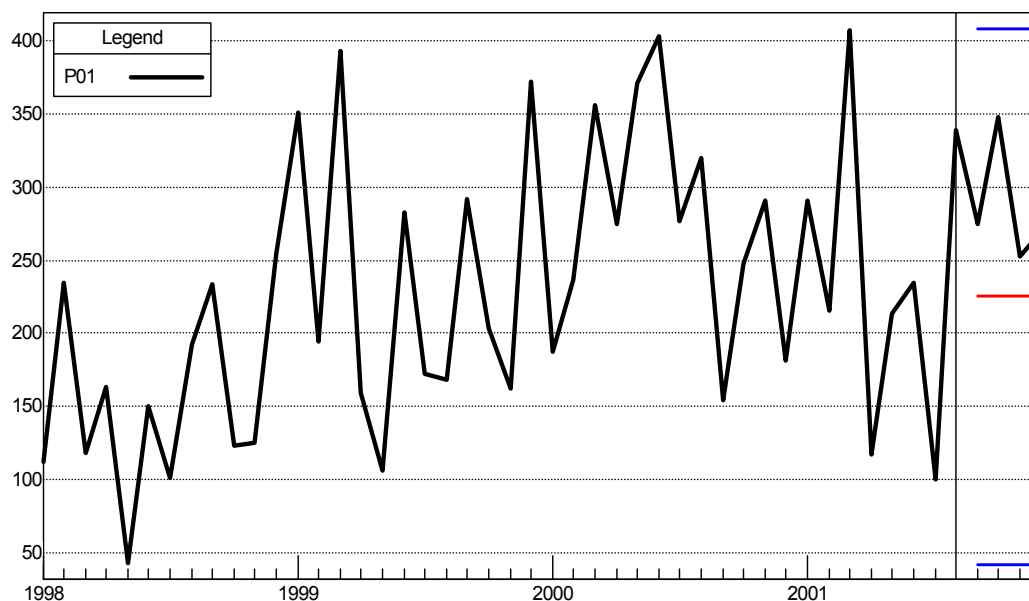


FIGURA 16 – Demanda do produto P01 da filial Curitiba

TABELA 18 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P01 da filial Curitiba

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	42,291	225,432	408,573	275,000	22%
10-2001	42,291	225,432	408,573	348,000	54%
11-2001	42,291	225,432	408,573	253,000	12%
12-2001	42,291	225,432	408,573	269,000	19%
		901,728		1145,000	27%

Assim como nas outras séries históricas do produto P01, em Curitiba os valores variaram muito mês a mês, também não possuindo característica sazonal.

Mesmo apresentando resultados superiores a Porto Alegre e próximos a São Paulo, a demanda realizada aproximou-se muito do limite superior.

d) Produto P01 de todas filiais

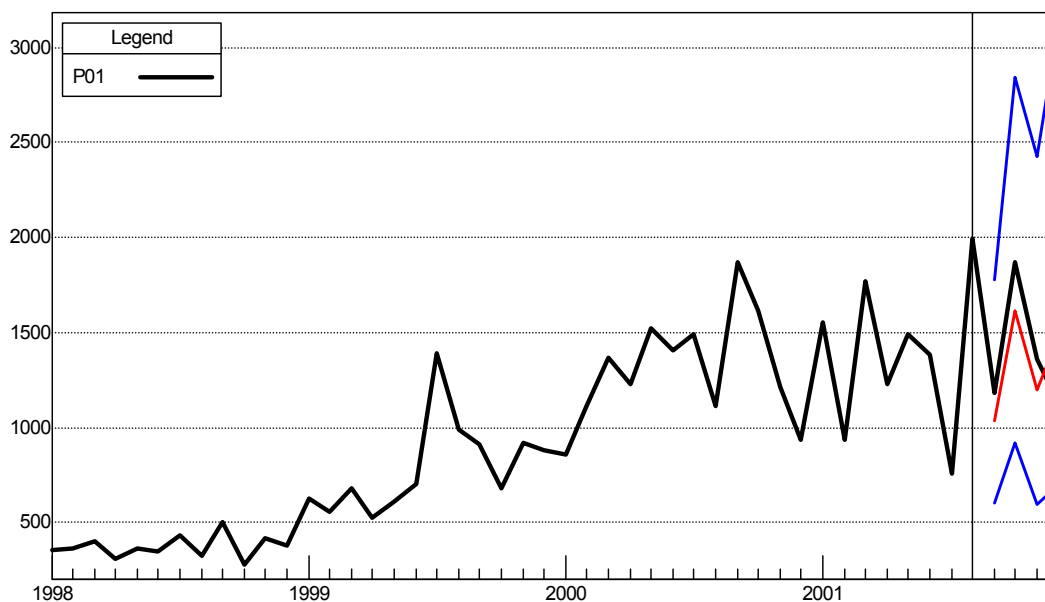


FIGURA 17 – Demanda do produto P01 de todas filiais

TABELA 19 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P01 de todas filiais

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	605,382	1037,218	1777,092	1182,000	14%
10-2001	917,058	1614,893	2843,743	1870,000	16%
11-2001	591,273	1196,751	2422,255	1358,000	13%
12-2001	692,870	1465,846	3101,166	1136,000	-23%
		<u>5314,708</u>		<u>5546,000</u>	04%

A série consolidada não demonstrou característica sazonal, ausente em todas as séries do produto P01. Porém, as variações mês a mês foram atenuadas, levando a uma previsão quase perfeita (4% a maior) no total dos quatro meses, com maior diferença de 23% em novembro de 2001 e uma tendência da previsão muito próxima do realizado (nos três primeiros meses).

e) Produto P02 da filial Porto Alegre

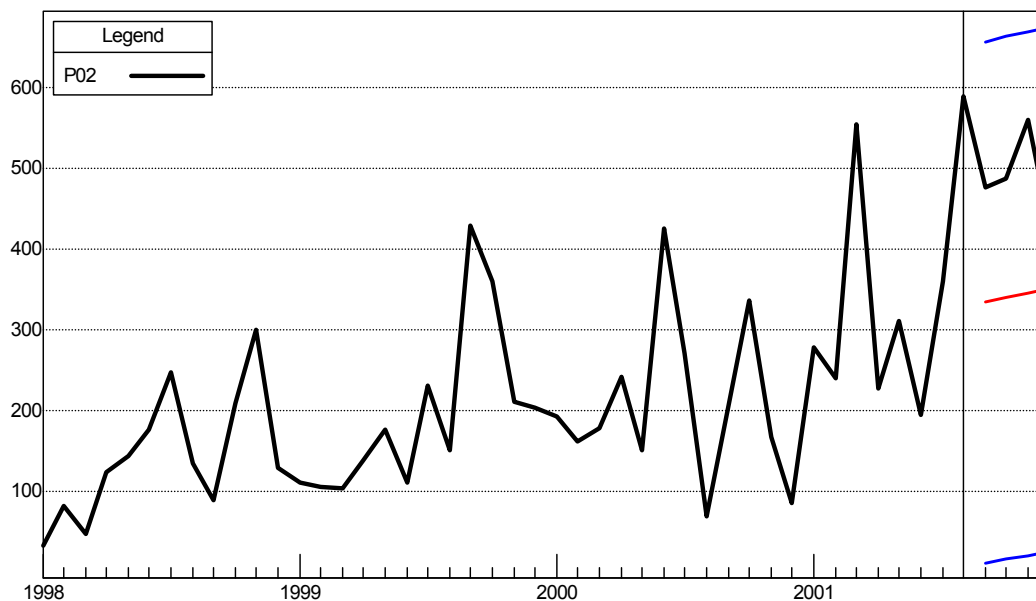


FIGURA 18 – Demanda do produto P02 da filial Porto Alegre

TABELA 20 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P02 da filial Porto Alegre

Período	Limite	Previsto	Limite	Realizado	Realiz/Prev
	inferior		superior		
09-2001	11,911	334,961	658,011	477,000	42%
10-2001	16,420	340,287	664,155	488,000	43%
11-2001	20,932	345,614	670,296	560,000	62%
12-2001	25,445	350,941	676,436	435,000	24%
		1371,803		1960,000	43%

Novamente a falta de característica sazonal e a grande variação nas demandas desta série distanciaram o previsto do realizado em 62% em novembro de 2001 e em 43% no total dos quatro meses. As demandas realizadas ficaram muito próximas do limite superior, tanto no mensal quanto no total.

f) Produto P02 da filial São Paulo

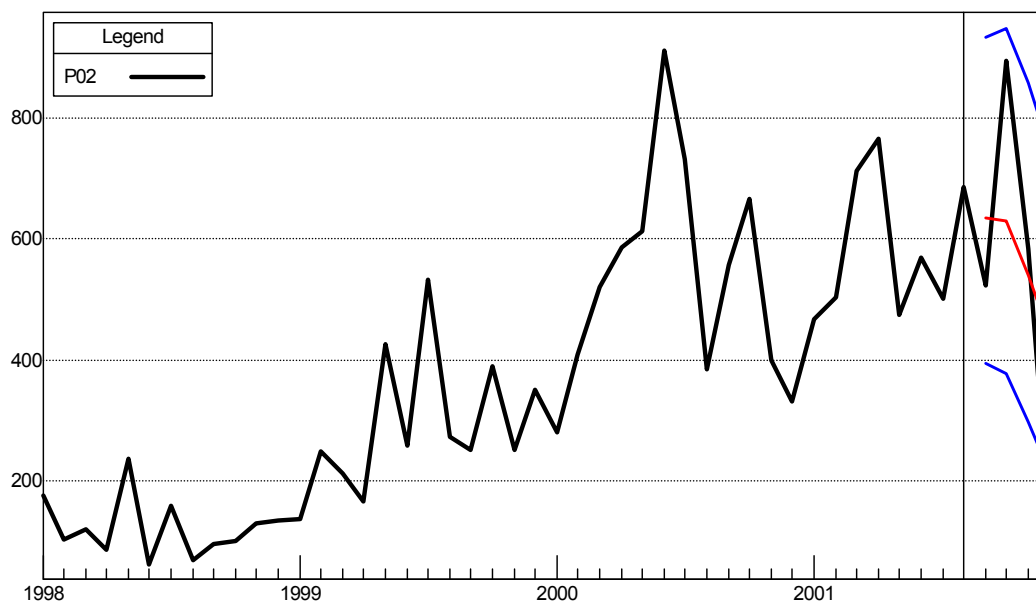


FIGURA 19 – Demanda do produto P02 da filial São Paulo

TABELA 21 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P02 da filial São Paulo

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	393,494	634,469	932,733	522,000	-18%
10-2001	375,999	629,703	948,461	895,000	42%
11-2001	296,258	540,384	857,328	583,000	08%
12-2001	216,871	444,120	751,952	144,000	-68%
		<u>2248,676</u>		<u>2144,000</u>	-05%

Esta série de demandas apresenta uma fraca característica sazonal somente nos meses de maio a agosto. Apesar do bom resultado geral nos quatro meses (5% a menor), as demandas mensais foram muito distantes das previsões variando de 42% a maior a 68% a menor, além de ultrapassar no mês de dezembro de 2001 o limite inferior e chegar próximo ao superior em outubro de 2001.

g) Produto P02 da filial Curitiba

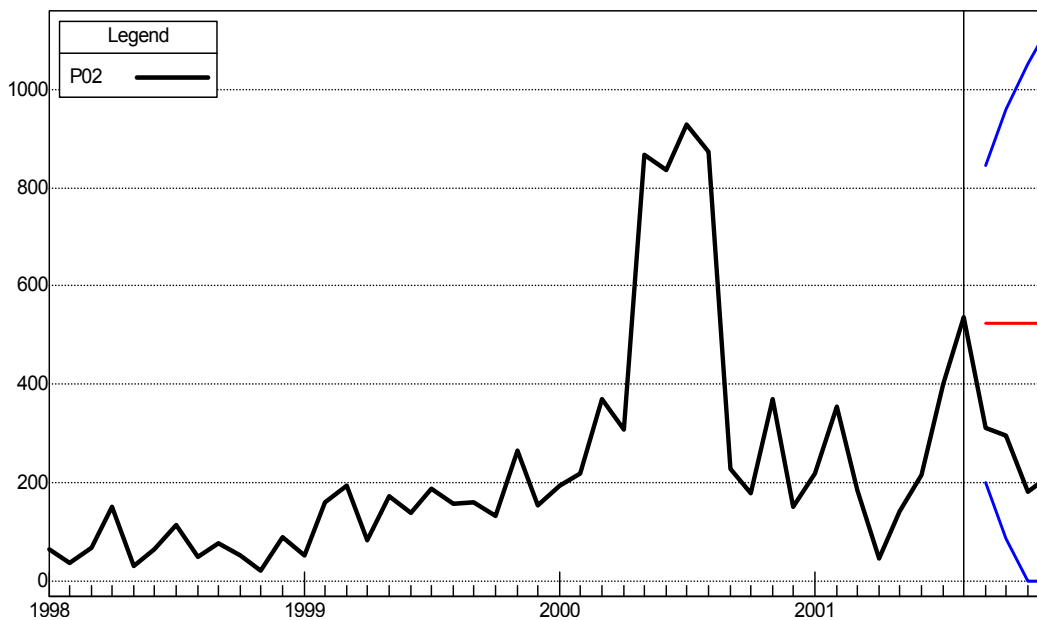


FIGURA 20 – Demanda do produto P02 da filial Curitiba

TABELA 22 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P02 da filial Curitiba

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	200,318	523,243	846,167	311,000	-41%
10-2001	85,401	523,243	961,084	294,000	-44%
11-2001	0,000	523,243	1051,571	181,000	-65%
12-2001	0,000	523,243	1128,681	213,000	-59%
		<u>2092,972</u>		<u>999,000</u>	<u>-52%</u>

Esta série histórica possui valores extremamente elevados de maio a agosto de 2000, o que elevou a previsão.

O realizado ficou muito abaixo (52%) do previsto, porém bem acima do limite inferior.

h) Produto P02 de todas as filiais

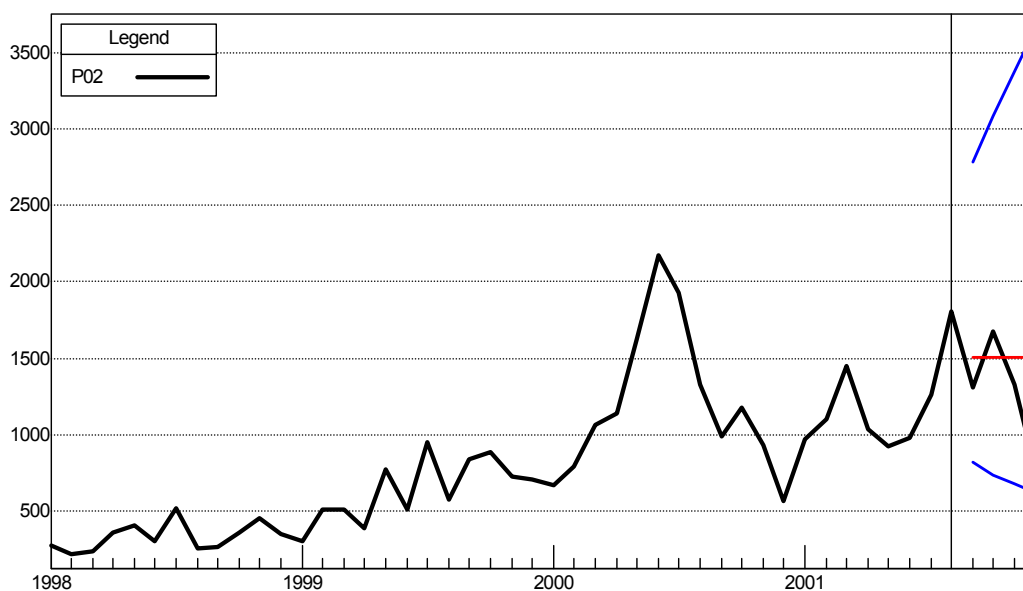


FIGURA 21 – Demanda do produto P02 de todas as filiais

TABELA 23 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P02 de todas filiais

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	815,498	1507,088	2785,185	1310,000	-13%
10-2001	736,331	1507,088	3084,636	1677,000	11%
11-2001	673,443	1507,088	3372,686	1324,000	-12%
12-2001	621,465	1507,088	3654,771	792,000	-47 %
		<u>6028,352</u>		<u>5103,000</u>	-15%

As elevadas demandas nos meses de maio a junho de 2001, tanto em São Paulo quanto em Curitiba, ficaram evidentes na série consolidada, a qual mostra alguma característica sazonal exibindo seus picos nos meses de julho. Apesar do realizado ficar muito abaixo do previsto no mês de dezembro de 2001 (47%), esta previsão mostrou melhor tendência que aquelas elaboradas por filial, resultando em um realizado somente 15% inferior ao previsto.

i) Produto P03 da filial Porto Alegre

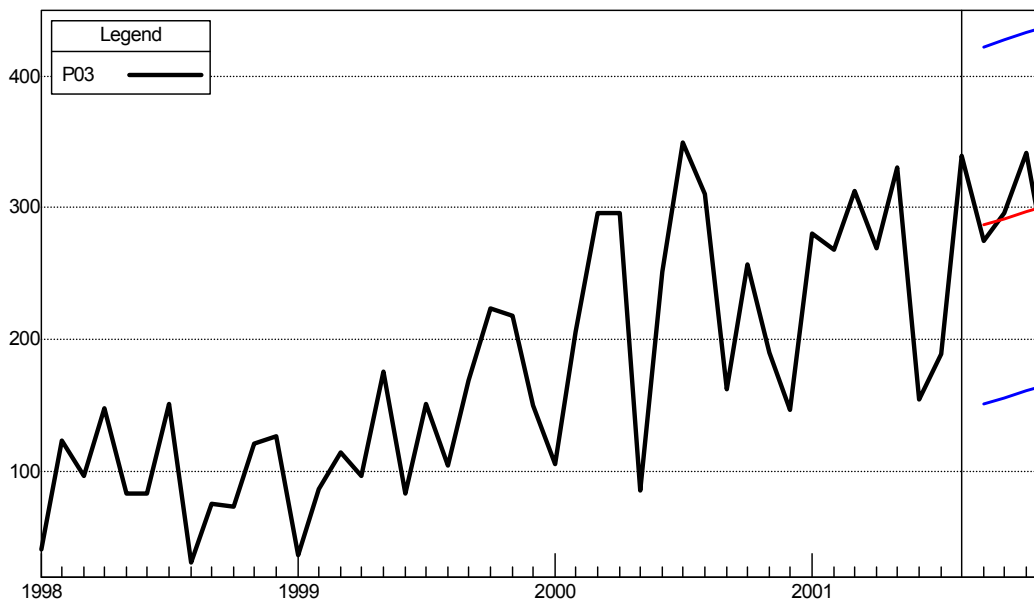


FIGURA 22 – Demanda do produto P03 da filial Porto Alegre

TABELA 24 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P03 da filial Porto Alegre

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	151,742	286,852	421,962	275,000	-04%
10-2001	156,380	291,820	427,259	296,000	01%
11-2001	161,019	296,787	432,555	342,000	15%
12-2001	165,658	301,754	437,850	257,000	-15%
		<u>1177,213</u>		<u>1170,000</u>	-01%

Esta série histórica de demandas tem uma forte característica sazonal repetida em todos os anos analisados. A maior diferença foi de 15% (a maior e a menor) com uma tendência de crescimento não-verificada. Mesmo assim, a previsão teve uma excelente *performance*, ficando tecnicamente igual (1%) ao realizado.

j) Produto P03 da filial São Paulo

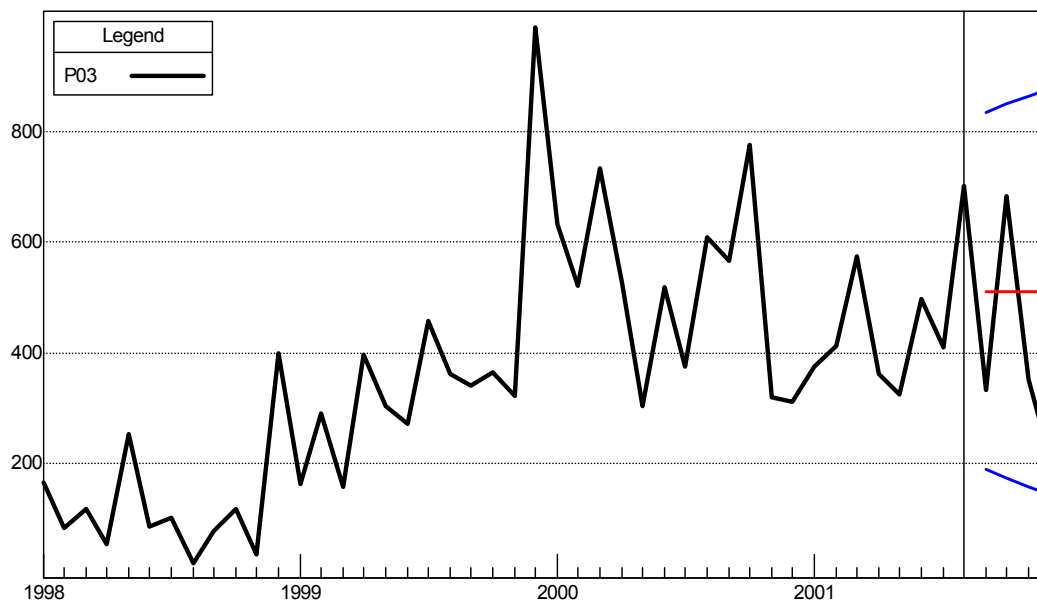


FIGURA 23 – Demanda do produto P03 da filial São Paulo

TABELA 25 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P03 da filial São Paulo

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	188,128	510,850	833,572	332,000	-35%
10-2001	172,944	510,850	848,756	683,000	34%
11-2001	158,413	510,850	863,287	350,000	-31%
12-2001	144,459	510,850	877,242	215,000	-58%
		<u>2043,400</u>		<u>1580,000</u>	-23%

Apesar dos picos verificados nos meses de dezembro de 1998 e 1999 e em outubro de 2000 e 2001, esta série não apresenta uma característica sazonal clara, levando a uma previsão mensal distante do realizado, sendo compensada mês a mês com uma diferença de 23% a menor no realizado dos quatro meses.

k) Produto P03 da Curitiba

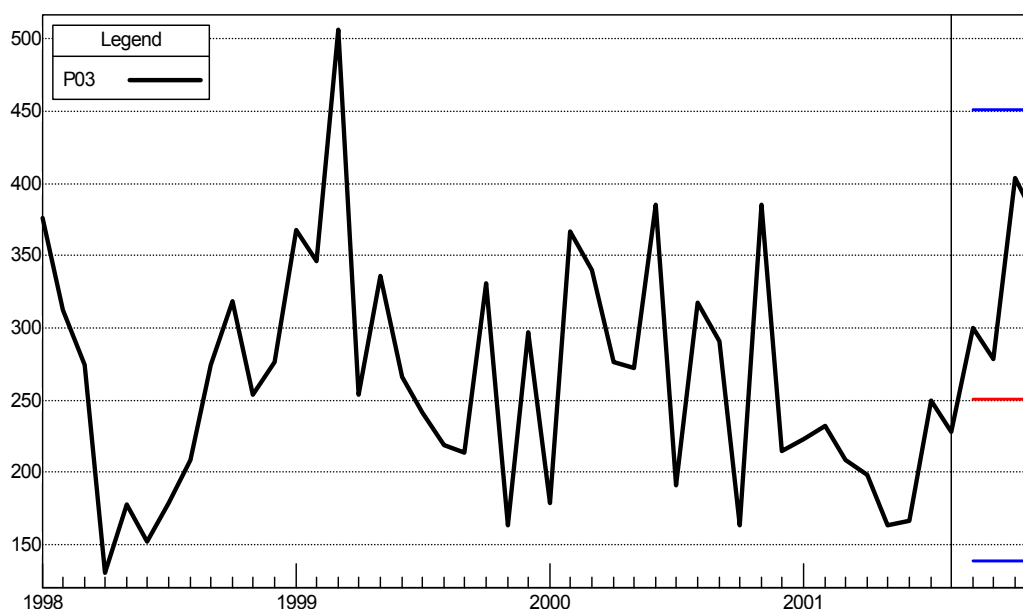


FIGURA 24 – Demanda do produto P03 da Curitiba

TABELA 26 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P03 da filial Curitiba

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	139,020	250,460	451,231	300,000	20%
10-2001	139,020	250,460	451,231	278,000	11%
11-2001	139,020	250,460	451,231	404,000	61%
12-2001	139,020	250,460	451,231	376,000	50%
		<u>1001,840</u>		<u>1358,000</u>	36%

Esta série de demandas guarda uma característica sazonal acentuada não-identificada pela previsão. Com isto, o realizado superou em 36% nos quatro meses o previsto com 61% em novembro de 2001, quando se aproximou do limite superior.

l) Produto P03 de todas filiais

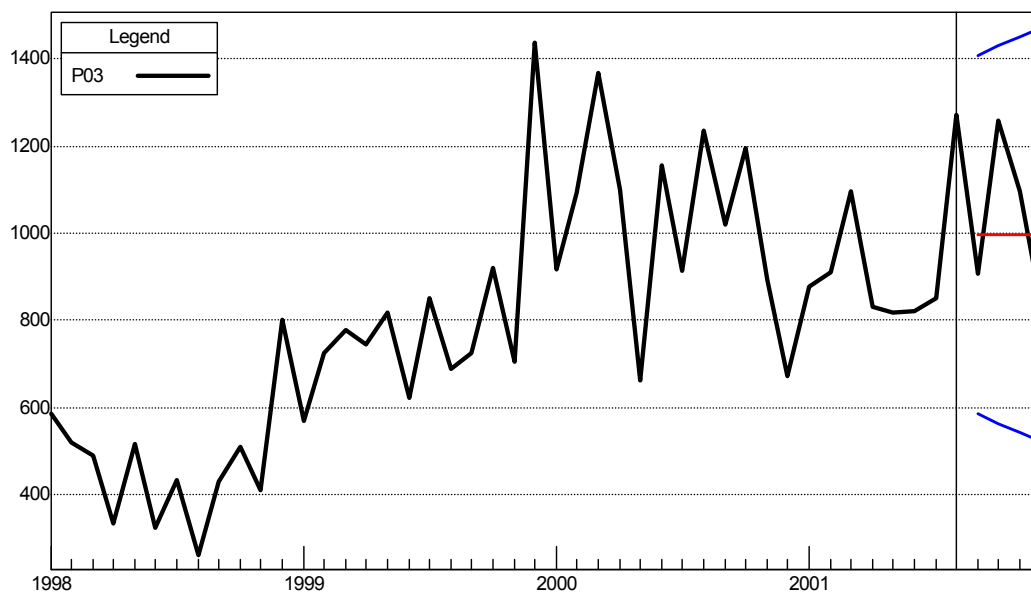


FIGURA 25 – Demanda do produto P03 de todas filiais

TABELA 27 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto P03 de todas filiais

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	585,185	996,633	1408,081	907,000	-09%
10-2001	562,793	996,633	1430,473	1257,000	26%
11-2001	541,502	996,633	1451,765	1096,000	10%
12-2001	521,162	996,633	1472,104	848,000	-15%
		<u>3986,532</u>		<u>4108,000</u>	03%

Devido às séries das filiais apresentarem valores muito diferentes para um mesmo mês, a série consolidada não demonstrou uma característica sazonal clara. Mesmo assim, a previsão foi excelente, com uma diferença de 3% nos quatro meses e de 26% no mês de outubro. Tal *performance* foi suplantada pela filial Porto Alegre tanto mensal quanto totalmente.

5.4.3 Linha SN

a) Produto SN01 da filial Porto Alegre

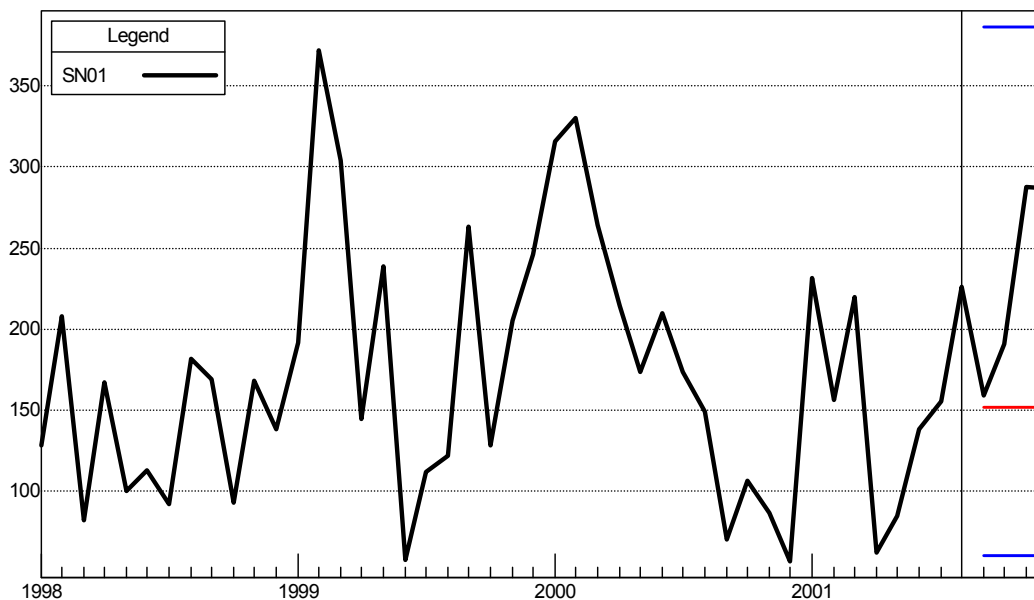


FIGURA 26 – Demanda do produto SN01 da filial Porto Alegre

TABELA 28 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN01 da filial Porto Alegre

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	59,672	151,953	386,944	159,000	05%
10-2001	59,672	151,953	386,944	191,000	26%
11-2001	59,672	151,953	386,944	288,000	90%
12-2001	59,672	151,953	386,944	287,000	89%
		<u>607,812</u>		<u>925,000</u>	52%

Esta série histórica de demandas mostra alguma característica sazonal, apesar de o ano de 2000 não se comportar conforme os demais com vendas em dezembro próximas a zero. Assim, a demanda elevada em dezembro de 2001 superou em muito a previsão (89%), conduzindo a uma grande diferença (52%) nos quatro meses.

b) Produto SN01 da filial São Paulo

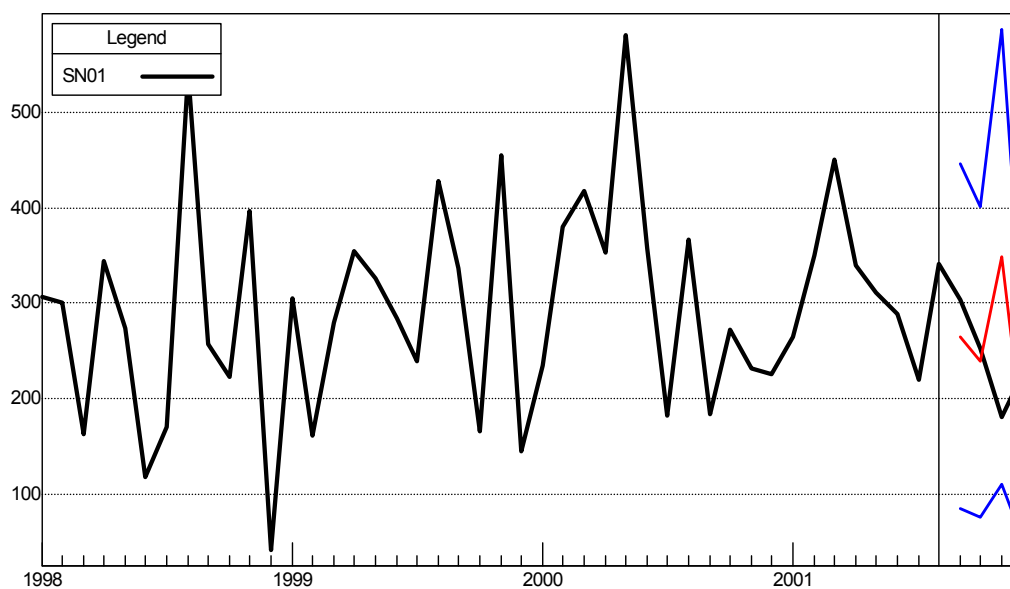


FIGURA 27 – Demanda do produto SN01 da filial São Paulo

TABELA 29 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN01 da filial São Paulo

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	83,899	265,362	446,826	303,000	14%
10-2001	75,464	238,688	401,911	252,000	06%
11-2001	110,489	349,468	588,447	181,000	-48%
12-2001	54,197	171,436	288,675	224,000	31%
		<u>1024,954</u>		<u>960,000</u>	-06%

A clara característica sazonal nos últimos meses dos anos ficou demonstrada na previsão, que, apesar de uma inversão de tendência entre novembro e dezembro, ficou com uma pequena diferença em relação ao realizado (6%).

c) Produto SN01 da filial Curitiba

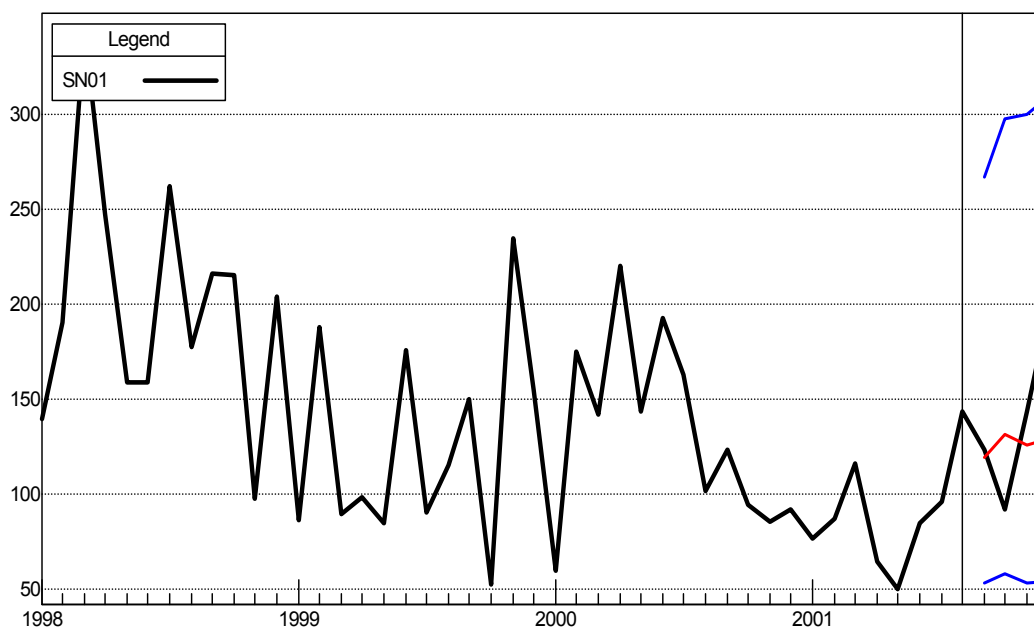


FIGURA 28 – Demanda do produto SN01 da filial Curitiba

TABELA 30 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN01 da filial Curitiba

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	53,073	118,953	266,613	123,000	03%
10-2001	57,690	131,068	297,778	92,000	-30%
11-2001	52,558	125,600	300,151	143,000	14%
12-2001	53,511	128,651	309,302	194,000	51%
		504,272		552,000	09%

A previsão identificou a sazonalidade desta série que não teve uma melhor *performance* provocada pelo mês de dezembro de 2001, que superou em muito a previsão (51%) com uma demanda atipicamente alta para esse mês. A demanda dos quatro meses foi muito próxima da previsão (9%) e nenhuma das demandas mensais aproximou-se dos limites.

d) Produto SN01 de todas filiais

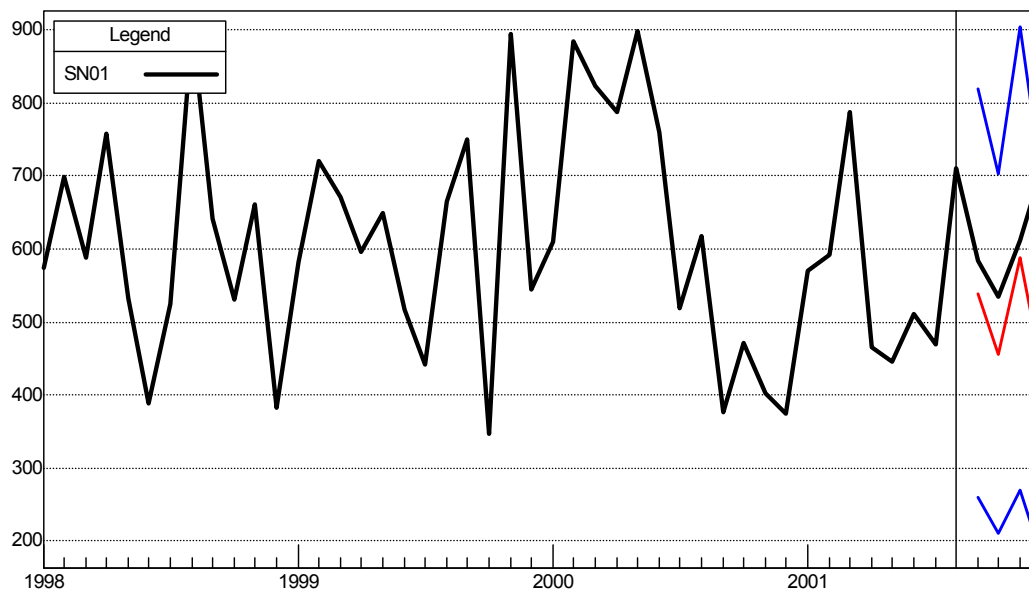


FIGURA 29 – Demanda do produto SN01 de todas filiais

TABELA 31 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN01 de todas filiais

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	260,343	539,526	818,709	585,000	08%
10-2001	209,581	456,526	703,471	535,000	17%
11-2001	269,102	587,265	905,428	612,000	04%
12-2001	183,836	444,400	704,965	705,000	59%
		2027,717		2437,000	20%

Esta série consolidada possui uma característica sazonal evidente demonstrando uma queda nos meses de dezembro em Porto Alegre e em São Paulo. As altas demandas em dezembro de 2001 em todas as filiais fizeram com que a demanda consolidada alcançasse o limite superior. Apesar disto, a previsão mostrou uma ótima tendência nos três primeiros meses, levando a uma diferença de 20% no quatro meses.

e) Produto SN02 da filial Porto Alegre

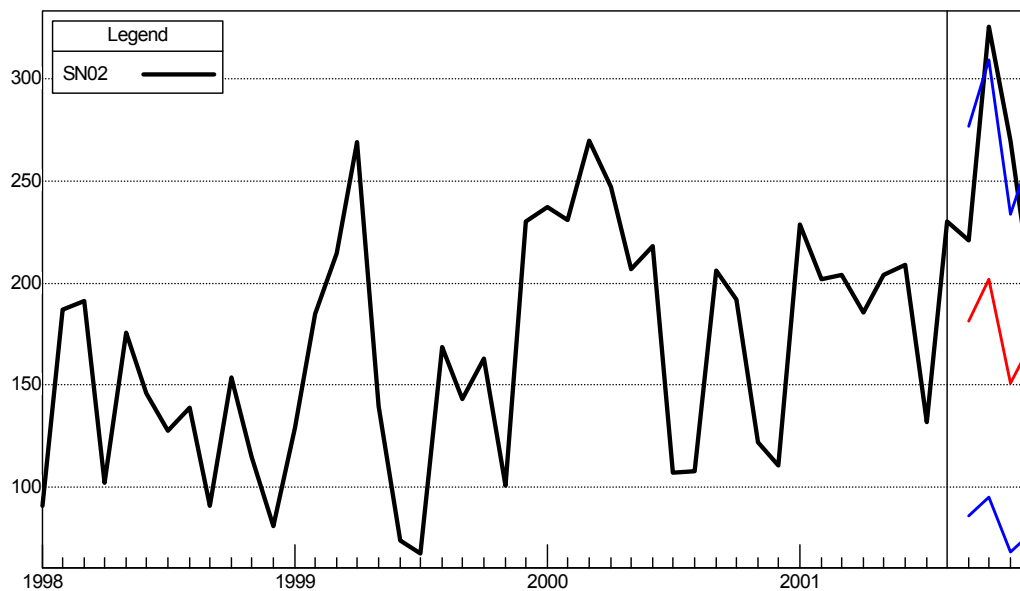


FIGURA 30 – Demanda do produto SN02 da filial Porto Alegre

TABELA 32 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN02 da filial Porto Alegre

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	86,302	181,656	277,010	221,000	22%
10-2001	95,053	202,283	309,512	326,000	61%
11-2001	68,687	151,102	233,517	270,000	79%
12-2001	77,339	170,361	263,382	199,000	17%
		<u>705,402</u>		<u>1016,000</u>	44%

Esta série tem característica sazonal captada pela previsão. A demanda nos quatro meses foi elevada com uma grande diferença de 44%, tendo dois meses ultrapassado o limite superior, com o total da demanda muito próxima do limite. Assim, a previsão pode ser considerada a segunda pior *performance* entre as analisadas.

f) Produto SN02 da filial São Paulo

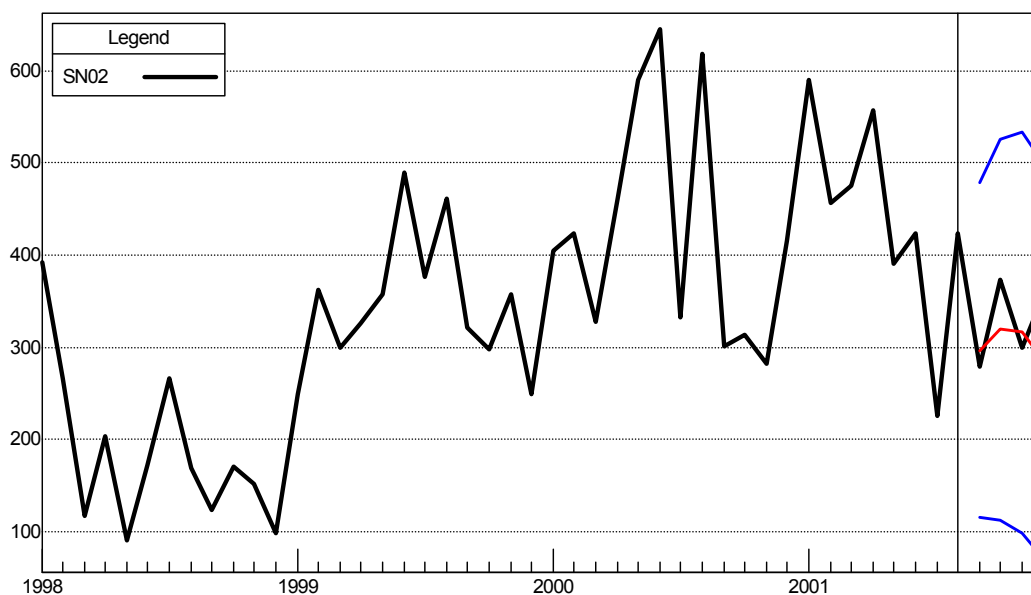


FIGURA 31 – Demanda do produto SN02 da filial São Paulo

TABELA 33 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN02 da filial São Paulo

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	115,914	297,091	478,268	279,000	-06%
10-2001	113,057	319,449	525,840	373,000	17%
11-2001	99,163	316,682	534,200	299,000	-06%
12-2001	72,671	286,964	501,258	354,000	23%
		<u>1220,186</u>		<u>1305,000</u>	07%

Assim com em Porto Alegre, esta série apresenta característica sazonal identificada pela ótima previsão que variou em 7% do realizado com a maior diferença em dezembro de 2001 (23%).

A tendência da previsão também foi muito boa com uma inversão no mês de dezembro de 2001.

g) Produto SN02 da filial Curitiba

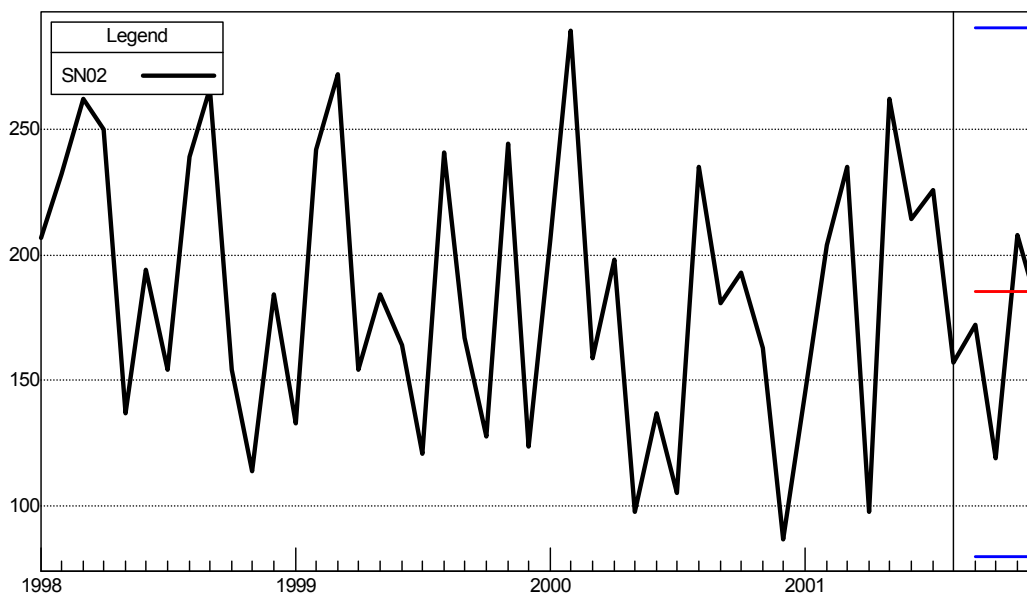


FIGURA 32 – Demanda do produto SN02 da filial Curitiba

TABELA 34 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN02 da filial Curitiba

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	80,172	185,432	290,691	172,000	-07%
10-2001	80,172	185,432	290,691	119,000	-36%
11-2001	80,172	185,432	290,691	208,000	12%
12-2001	80,172	185,432	290,691	179,000	-03%
		<u>741,728</u>		<u>678,000</u>	<u>-09%</u>

Esta série não possui característica sazonal com demanda com grande variação mês a mês. Apesar disto, o realizado ficou abaixo 9% sobre o previsto com somente uma considerável variação em outubro de 2001 de 36%, mas acima do limite inferior com certa folga.

h) Produto SN02 de todas filiais

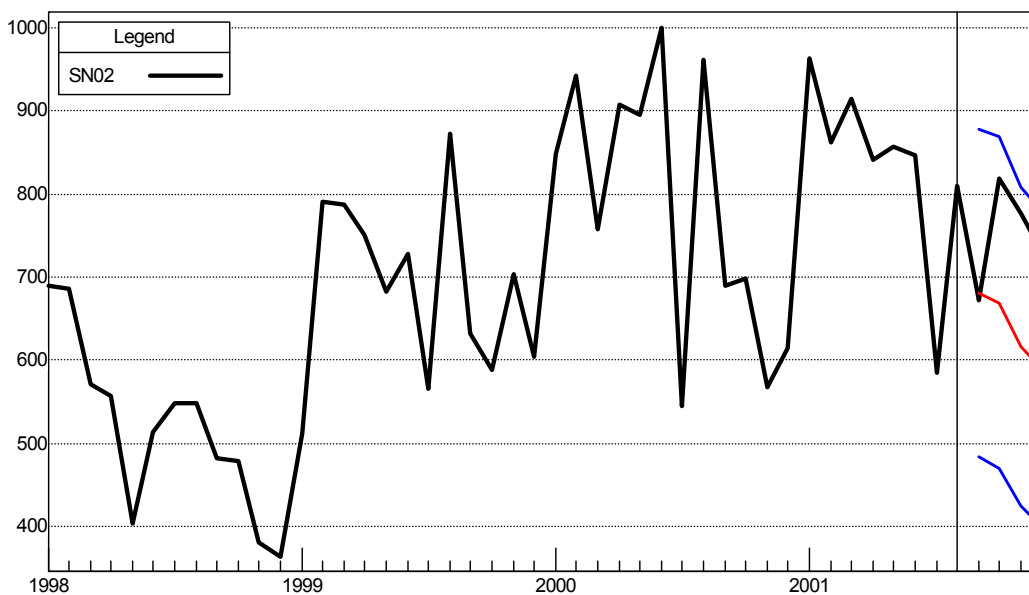


FIGURA 33 – Demanda do produto SN02 de todas filiais

TABELA 35 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN02 de todas filiais

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	482,757	679,924	877,090	672,000	-01%
10-2001	469,056	669,360	869,664	818,000	22%
11-2001	425,002	616,873	808,745	777,000	26%
12-2001	400,119	590,163	780,206	732,000	24%
		<u>2556,320</u>		<u>2999,000</u>	17%

Não se verificou característica sazonal na série. Apesar da boa tendência da previsão (exceto setembro) e da pequena diferença do previsto e realizado, as demandas dos meses de outubro, novembro e dezembro ficaram muito próximas do limite superior, bem como o total dos quatro meses. Com isto, pode-se considerar esta previsão com baixa *performance*.

i) Produto SN03 da filial Porto Alegre

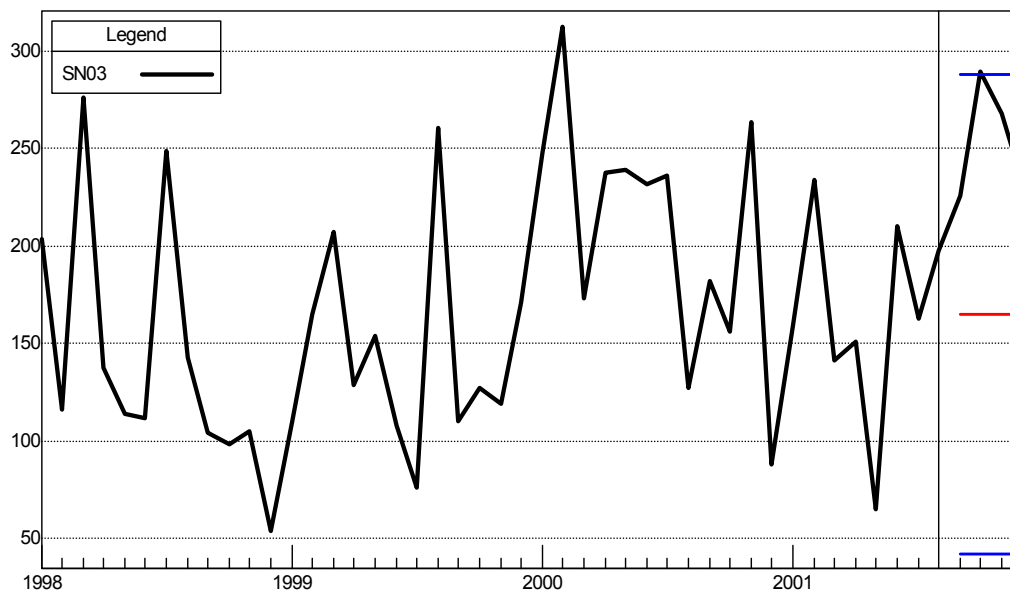


FIGURA 34 – Demanda do produto SN03 da filial Porto Alegre

TABELA 36 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN03 da filial Porto Alegre

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	42,372	165,159	287,946	226,000	37%
10-2001	42,372	165,159	287,946	290,000	76%
11-2001	42,372	165,159	287,946	268,000	62%
12-2001	42,372	165,159	287,946	234,000	42%
		660,636		1018,000	54%

Assim como no produto SN01 e SN02 em Porto Alegre, a previsão ficou muito distante (54%) do realizado, tendo, em outubro de 2001, superado o limite superior. O total dos quatro meses também ficou muito próximo do limite superior.

j) Produto SN03 da filial São Paulo

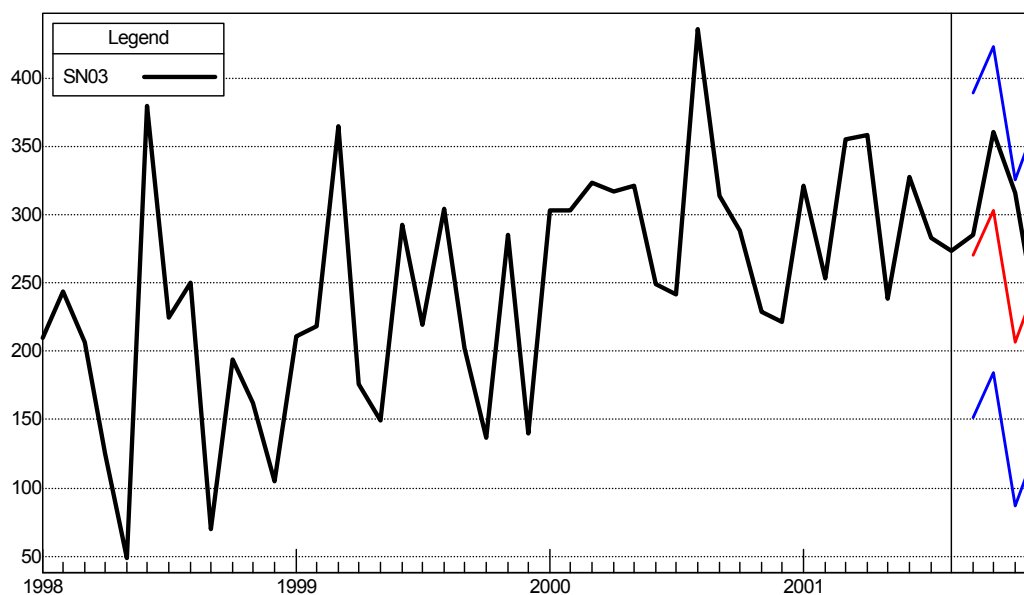


FIGURA 35 – Demanda do produto SN03 da filial São Paulo

TABELA 37 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN03 da filial São Paulo

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	151,316	270,761	390,206	285,000	05%
10-2001	184,299	303,744	423,188	361,000	19%
11-2001	88,981	206,426	325,870	316,000	53%
12-2001	127,399	246,843	366,288	230,000	-07%
		<u>1027,774</u>		<u>1192,000</u>	16%

Esta série apresenta característica sazonal, mesmo com grande variações mês a mês. Apesar da proximidade com o limite superior, a previsão ficou muito próxima (16%) do realizado com uma ótima tendência da previsão.

k) Produto SN03 da filial Curitiba

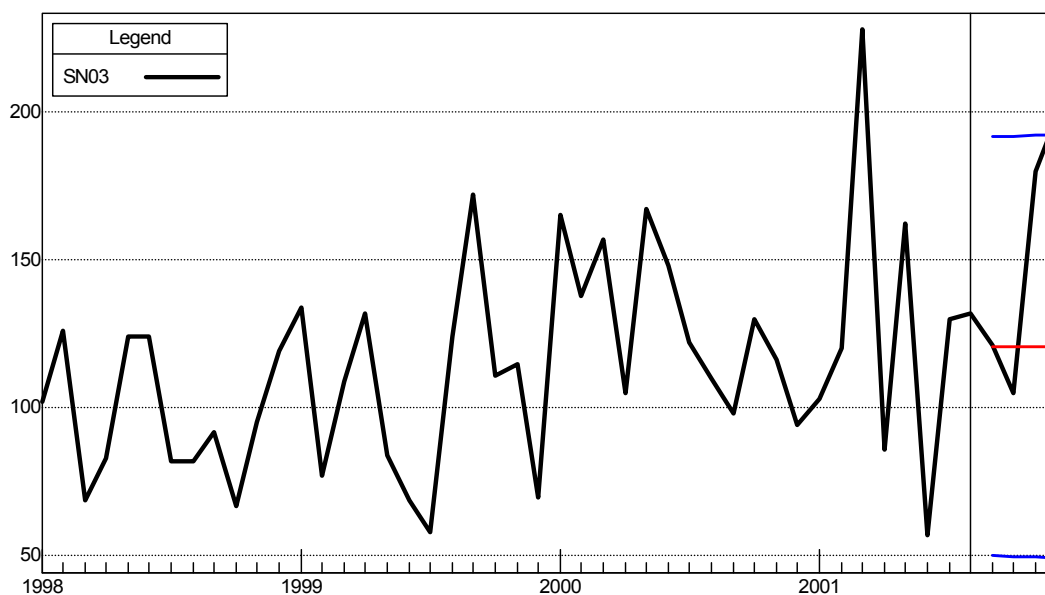


FIGURA 36 – Demanda do produto SN03 da filial Curitiba

TABELA 38 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN03 da filial Curitiba

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	50,073	120,794	191,515	121,000	00%
10-2001	49,875	120,794	191,713	105,000	-13%
11-2001	49,677	120,794	191,911	180,000	49%
12-2001	49,479	120,794	192,109	198,000	64%
		483,176		604,000	25%

Esta série também apresenta demandas muito variadas com característica sazonal. Apesar da baixa diferença do realizado em relação ao previsto (25%) e do acerto da previsão no mês setembro de 2001, em dezembro do mesmo ano o realizado ultrapassou o limite superior e em novembro ficou bem próximo.

l) Produto SN03 de todas filiais

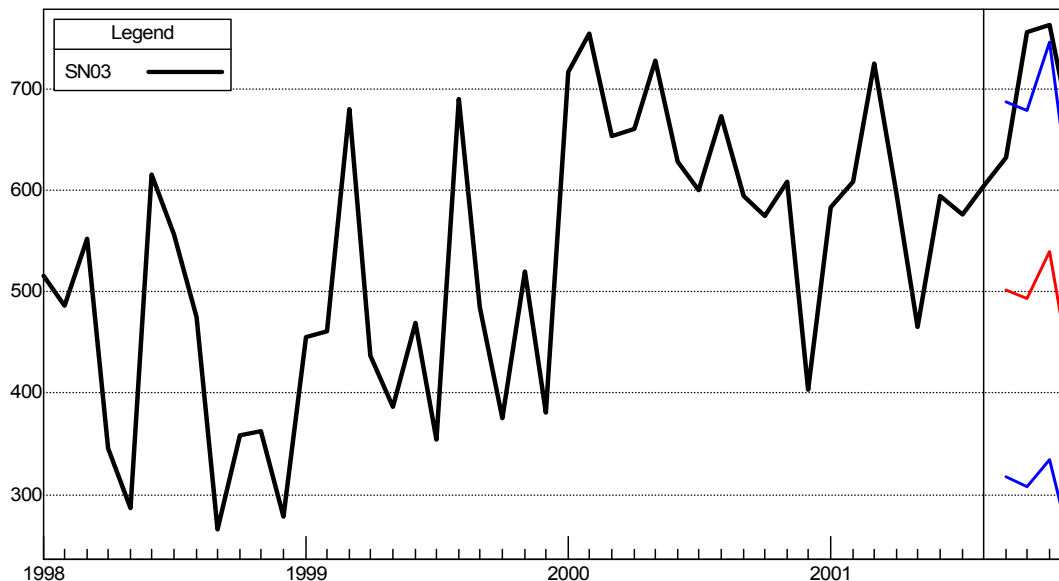


FIGURA 37 – Demanda do produto SN03 de todas filiais

TABELA 39 – Demanda prevista, limite inferior e superior e demanda realizada do produto SN03 de todas filiais

Período	Limite inferior	Previsto	Limite superior	Realizado	Realiz/Prev
09-2001	317,375	502,082	686,789	632,000	26%
10-2001	307,621	493,072	678,522	756,000	53%
11-2001	334,086	539,956	745,826	764,000	41%
12-2001	250,948	419,739	588,530	662,000	58%
		<u>1954,849</u>		<u>2814,000</u>	44%

Apesar da tendência de baixa no mês de dezembro, a série não possui característica sazonal. A tendência da previsão foi boa, mas, devido aos três meses que ultrapassaram o limite superior, e o total do realizado também superar o limite, esta foi a pior previsão analisada.

5.5 CONCLUSÃO DA ANÁLISE

A *performance* geral das previsões foi muito boa, com média das diferenças (módulo) em 24,36% e média dos grupos bem próximas a esse número (F =23,08%, P =24,75%, SN =25,25%). Das diferenças apontadas, 19 (ou 53% do total) ficaram entre 1 e 20%, 9 (ou 25% do total) entre 21 e 40%, 7 (ou 19% do total) entre 41 e 60% e somente 1 (ou 3% do total) acima de 60%, conforme mostra a Tabela 40.

TABELA 40 – Análise das diferenças entre o Previsto e Realizado

Diferenças	Quantidade	%
0 } 20 %	19	53%
21 } 40 %	9	25%
41 } 60 %	7	19%
61% }	1	3%
Total	36	100%

Outra demonstração da boa qualidade das previsões foi o baixo número das mesmas fora dos limites: três (3) meses no grupo F, uma (1) no P e oito (8) no grupo SN, ou seja, 12 em um universo de 144 meses, com nenhum caso do total dos quatro meses analisados ultrapassando o limite.

Nos grupos F e P as análises consolidadas tiveram *performances* superiores às das filiais, mas também com um bom nível, à exceção de Curitiba. No grupo SN, as análises de São Paulo e Curitiba foram superiores que as consolidadas, enquanto Porto Alegre teve a pior *performance*.

6 CONCLUSÕES E FUTUROS DESENVOLVIMENTOS

A realização desta dissertação de Mestrado permitiu a formulação de algumas conclusões a respeito do uso da Análise e Previsão de Demanda na empresa.

Conforme apresentado no Capítulo 5, a Análise e Previsão de Demanda demonstrou sua aplicabilidade nos produtos analisados. O resultado pode ser considerado satisfatório, servindo de base para as compras dos produtos em estudo, bem como dos demais produtos comercializados pela companhia e que acompanham as mesmas variabilidades mercadológicas, além da sazonalidade de consumo.

Foi demonstrado que a utilização da técnica poderá ser feita tanto para a empresa (para utilização no planejamento junto aos fornecedores) quanto por filial, onde se terá a informação do momento e da quantidade que os produtos deverão estar disponíveis em cada uma de suas filiais.

Os bons resultados da utilização das técnicas de Análise e Previsão de Demanda servirão para minimizar os efeitos da sazonalidade constante no mercado da empresa, por meio da análise individualizada ou por grupo de produtos, provendo informações de tendências no consumo que serão utilizadas no posicionamento em relação a promoções, preços de venda e prazos de pagamento.

A Análise e Previsão de Demanda deverá ser uma ferramenta imprescindível na administração de estoque e nas compras da empresa, dentro de um mercado cada vez mais competitivo, complexo e com o aumento da exigência por parte dos clientes. Desse modo, a utilização de tal processo trará para a Imdepa Rolamentos vantagem competitiva pela aproximação com os clientes por meio do atendimento das suas demandas variáveis, ofertando os produtos de que o mercado necessita. Além de proteger-se das incertezas na entrega de seus fornecedores, a empresa ganha com reduções de custos por compras em quantidade que tragam descontos no preço e nos fretes, bem como pela economia das despesas extras nas compras urgentes, como, por exemplo, frete aéreo.

Por intermédio da melhoria da gestão de estoque, obter-se-á um balanceamento entre os custos de manutenção de estoques, de aquisição e de faltas, diminuindo o capital investido, recursos esses que poderão ser investidos em outras áreas ou que terão a possibilidade de concorrer para aumento do portfólio de produtos.

Para obtenção das mencionadas vantagens, a aplicação desta análise deverá ser estendida a outros produtos e integrada ao sistema de gestão da companhia para que sejam obtidos os ganhos demonstrados com agilidade e alta escala. Como limitação, tem-se o fato de a empresa sob pesquisa comercializar mais de 8.000 itens, o que inviabiliza a análise individualiza, tanto por limitações humanas na manipulação e análise dos resultados quanto em âmbito de recursos computacionais necessários. Tais limitações poderão ser suplantadas a partir de um agrupamento de produtos, o qual deverá ser cuidadosamente realizado a fim de evitar distorções nas demandas.

Futuramente, a empresa poderá fazer uso de métodos qualitativos descritos neste trabalho, aproveitando informações da qualificada equipe de profissionais com a qual conta, bem como com informações de mercado que poderão melhorar e refinar a análise quantitativa.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. *Logística Empresarial*. São Paulo: Atlas, 1995.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C. *Time series analysis – forecasting and control*. New Jersey: Prentice Hall, 1994.

BROWN, Robert G. *Statistical Forecasting for Inventory Control*. New York: McGraw-Hill Book, 1959.

BUFFA, Elwood S. *Modern Production Management*. New York: John Wiley, Inc, 1977.

DIAS, Marco Aurélio P. *Administração de Materiais, Uma Abordagem Logística*. São Paulo: Atlas, 1993.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. *Forecasting – methods and applications*. New York: John Wiley, 1998.

MAYER, Raymond R. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 1990.

MILLER, Jeffrey G.; BUFFA, Elwood S. *Production – Inventory Systems Planning and Control*. Georgetown; Ontario: Richard D. Irwin, 1979.

MONKS, Joseph G. *Administração da Produção*. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

MONTGOMERY, D. C.; JOHNSON, L. A.; GARDINER, J. S. *Forecasting and time series analysis*. New York: McGraw-Hill, 1990.

MOREIRA, Daniel Augusto. *Administração da Produção e Operações*. São Paulo: Pioneira, 1996.

NAHMIAS, Steve. *Production and Operations Analysis*. Georgetown; Ontario: Irwin, 1993.

RIGGS, James L. *Production Systems: Planning, Analysis, and Control*. New York: John Wiley, Inc., 1987.

RUSSOMANO, Victor Henrique. *Planejamento e Acompanhamento da Produção*. São Paulo: Pioneira, 1986.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine; HARRISON, Alan; JOHNSTON, Robert. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 1996.

SPINK, P. *Pesquisa-Ação e Análise de Problemas Sociais e Organizacionais Complexos*. São Paulo: PUC, 1979.

STELLWAGEN, Eric A.; GOODRICH, Robert L. *Forecast Pro for Windows*. Belmont: Business Forecast System, Inc, 1999.

THIOLLENT, Michel. *Pesquisa-Ação nas Organizações*. São Paulo: Atlas, 1997.

ANEXO

TABELA 41 – Série histórica de demandas do produto F01 de todas filiais

	1998	1999	2000	2001
Jan	173	225	541	773
Fev	86	178	449	588
Mar	433	433	502	907
Abr	510	208	549	1003
Mai	450	309	531	1009
Jun	433	352	725	407
Jul	435	508	621	1198
Ago	582	684	673	1137
Set	217	396	865	1077
Out	465	495	700	1230
Nov	276	479	745	797
Dez	183	211	426	888

TABELA 42 – Série histórica de demandas do produto F02 de todas filiais

	1998	1999	2000	2001
Jan	189	311	561	920
Fev	278	286	746	841
Mar	512	440	692	927
Abr	535	210	622	742
Mai	797	247	862	617
Jun	641	452	619	679
Jul	364	321	435	807
Ago	751	453	832	737
Set	546	544	850	985
Out	445	246	632	773
Nov	413	528	436	750
Dez	259	159	406	549

TABELA 43 – Série histórica de demandas do produto F03 de todas filiais

	1998	1999	2000	2001
Jan	280	336	443	837
Fev	350	526	690	366
Mar	451	431	529	650
Abr	451	236	486	555
Mai	293	317	626	563
Jun	437	392	567	770
Jul	348	522	494	501
Ago	510	283	641	796
Set	357	369	337	650
Out	484	390	440	842
Nov	455	526	482	728
Dez	406	350	420	634

TABELA 44 – Série histórica de demandas do produto P01 de todas filiais

	1998	1999	2000	2001
Jan	358	627	861	1550
Fev	365	557	1115	931
Mar	400	680	1367	1771
Abr	311	528	1228	1231
Mai	365	613	1523	1489
Jun	349	703	1402	1381
Jul	433	1389	1492	759
Ago	323	989	1112	1995
Set	504	908	1872	1182
Out	282	682	1614	1870
Nov	415	923	1210	1358
Dez	379	877	933	1136

TABELA 45 – Série histórica de demandas do produto P02 de todas filiais

	1998	1999	2000	2001
Jan	272	302	667	965
Fev	222	513	790	1099
Mar	235	509	1067	1450
Abr	360	385	1136	1039
Mai	408	773	1630	927
Jun	301	508	2172	981
Jul	518	949	1932	1261
Ago	252	579	1327	1811
Set	260	840	991	1310
Out	361	882	1180	1677
Nov	448	728	935	1324
Dez	353	707	566	792

TABELA 46 – Série histórica de demandas do produto P03 de todas filiais

	1998	1999	2000	2001
Jan	584	569	916	878
Fev	518	723	1093	911
Mar	490	778	1368	1096
Abr	333	746	1098	830
Mai	514	816	661	818
Jun	322	622	1156	819
Jul	432	850	915	849
Ago	262	687	1236	1270
Set	728	724	1021	907
Out	510	919	1196	1257
Nov	411	703	895	1096
Dez	801	1436	673	848

TABELA 47 – Série histórica de demandas do produto SN01 de todas filiais

	1998	1999	2000	2001
Jan	574	583	610	571
Fev	698	721	885	593
Mar	589	672	824	787
Abr	759	597	787	466
Mai	532	649	898	446
Jun	389	517	761	511
Jul	524	441	518	470
Ago	902	665	617	711
Set	642	750	377	585
Out	530	346	472	535
Nov	662	895	403	612
Dez	382	545	374	705

TABELA 48 – Série histórica de demandas do produto SN02 de todas filiais

	1998	1999	2000	2001
Jan	690	512	848	964
Fev	686	790	943	863
Mar	571	787	757	915
Abr	556	750	907	841
Mai	403	682	896	857
Jun	513	728	1001	846
Jul	548	565	544	584
Ago	548	872	961	810
Set	481	632	689	672
Out	479	589	699	818
Nov	381	703	568	777
Dez	364	604	614	732

TABELA 49 – Série histórica de demandas do produto SN03 de todas filiais

	1998	1999	2000	2001
Jan	516	455	717	584
Fev	486	461	755	608
Mar	552	681	654	725
Abr	346	437	660	596
Mai	287	387	728	466
Jun	616	470	629	595
Jul	556	354	600	576
Ago	475	690	674	604
Set	266	485	594	632
Out	359	375	575	756
Nov	362	520	609	764
Dez	278	381	404	662

TABELA 50 – Série histórica de demandas do produto F01 da filial Porto Alegre

	1998	1999	2000	2001
Jan	127	120	303	248
Fev	15	61	210	176
Mar	78	169	140	367
Abr	76	81	57	209
Mai	81	228	142	429
Jun	79	172	311	79
Jul	56	285	324	550
Ago	89	554	249	369
Set	76	96	292	162
Out	181	225	151	555
Nov	162	283	436	331
Dez	90	159	124	413

TABELA 51 – Série histórica de demandas do produto F02 da filial Porto Alegre

	1998	1999	2000	2001
Jan	53	121	187	442
Fev	122	110	401	303
Mar	43	172	268	617
Abr	70	44	109	295
Mai	98	118	361	377
Jun	62	127	258	287
Jul	61	133	164	399
Ago	128	141	450	373
Set	141	319	507	396
Out	132	57	217	267
Nov	220	229	260	401
Dez	69	59	137	238

TABELA 52 – Série histórica de demandas do produto F03 da filial Porto Alegre

	1998	1999	2000	2001
Jan	96	222	340	435
Fev	211	331	424	117
Mar	120	232	282	298
Abr	90	71	233	195
Mai	82	126	200	187
Jun	143	156	277	271
Jul	79	119	187	157
Ago	151	226	222	281
Set	133	117	154	282
Out	230	184	197	426
Nov	183	283	247	373
Dez	169	202	231	319

TABELA 53 – Série histórica de demandas do produto P01 da filial Porto Alegre

	1998	1999	2000	2001
Jan	91	52	226	435
Fev	35	77	258	117
Mar	203	81	69	298
Abr	68	58	276	195
Mai	140	99	142	187
Jun	69	55	235	271
Jul	227	114	151	157
Ago	76	80	181	281
Set	43	259	214	282
Out	117	115	402	426
Nov	228	449	299	373
Dez	48	94	103	319

TABELA 54 – Série histórica de demandas do produto P02 da filial Porto Alegre

	1998	1999	2000	2001
Jan	33	112	193	279
Fev	82	106	163	240
Mar	48	104	178	555
Abr	123	138	243	227
Mai	144	176	151	312
Jun	176	111	426	195
Jul	248	231	271	360
Ago	135	151	70	590
Set	89	430	207	477
Out	210	361	337	488
Nov	300	211	167	560
Dez	130	204	86	435

TABELA 55 – Série histórica de demandas do produto P03 da filial Porto Alegre

	1998	1999	2000	2001
Jan	42	37	106	281
Fev	124	87	206	268
Mar	97	115	296	313
Abr	148	97	296	269
Mai	84	176	86	331
Jun	84	84	252	155
Jul	152	152	350	189
Ago	32	105	311	340
Set	76	169	163	275
Out	74	224	257	296
Nov	121	218	191	342
Dez	127	150	147	257

TABELA 56 – Série histórica de demandas do produto SN01 da filial Porto Alegre

	1998	1999	2000	2001
Jan	128	192	316	231
Fev	208	372	330	156
Mar	82	304	264	220
Abr	167	144	214	62
Mai	100	239	173	85
Jun	113	57	210	138
Jul	92	112	173	155
Ago	182	122	149	226
Set	169	263	70	159
Out	93	128	106	191
Nov	168	205	86	288
Dez	138	246	56	287

TABELA 57 – Série histórica de demandas do produto SN02 da filial Porto Alegre

	1998	1999	2000	2001
Jan	91	129	237	229
Fev	187	185	231	202
Mar	191	215	270	204
Abr	102	269	247	186
Mai	176	140	207	204
Jun	146	74	218	209
Jul	128	68	107	132
Ago	139	169	108	230
Set	91	143	206	221
Out	154	163	192	326
Nov	115	101	122	270
Dez	81	230	111	199

TABELA 58 – Série histórica de demandas do produto SN03 da filial Porto Alegre

	1998	1999	2000	2001
Jan	204	110	248	159
Fev	116	165	313	234
Mar	276	207	173	141
Abr	138	129	238	151
Mai	114	154	239	65
Jun	112	108	232	210
Jul	249	76	236	163
Ago	143	261	127	198
Set	104	110	182	226
Out	98	127	156	290
Nov	105	119	264	268
Dez	54	171	88	234

TABELA 59 – Série histórica de demandas do produto F01 da filial São Paulo

	1998	1999	2000	2001
Jan	37	89	193	445
Fev	62	34	170	358
Mar	328	176	260	421
Abr	356	83	334	744
Mai	293	19	346	509
Jun	282	125	337	286
Jul	285	191	248	583
Ago	428	100	298	686
Set	113	222	456	834
Out	267	159	435	519
Nov	63	146	246	425
Dez	85	6	265	407

TABELA 60 – Série histórica de demandas do produto F02 da filial São Paulo

	1998	1999	2000	2001
Jan	100	117	194	408
Fev	62	3	117	422
Mar	424	150	221	240
Abr	318	123	223	307
Mai	598	21	378	194
Jun	467	140	200	287
Jul	235	148	180	312
Ago	443	196	226	284
Set	253	117	242	468
Out	209	59	197	333
Nov	118	128	116	221
Dez	30	54	194	150

TABELA 61 – Série histórica de demandas do produto F03 da filial São Paulo

	1998	1999	2000	2001
Jan	137	38	42	316
Fev	59	117	141	190
Mar	295	93	146	250
Abr	295	96	200	287
Mai	178	129	341	219
Jun	229	106	149	364
Jul	240	335	215	297
Ago	221	0	245	383
Set	176	182	149	229
Out	223	101	147	259
Nov	176	106	159	243
Dez	76	77	108	216

TABELA 62 – Série histórica de demandas do produto P01 da filial São Paulo

	1998	1999	2000	2001
Jan	155	224	448	824
Fev	96	286	621	599
Mar	79	206	942	1066
Abr	80	311	677	919
Mai	182	408	1010	1089
Jun	130	365	764	876
Jul	105	1103	1064	502
Ago	55	741	611	1375
Set	228	357	1504	625
Out	42	364	964	1096
Nov	62	312	620	732
Dez	76	411	649	548

TABELA 63 – Série histórica de demandas do produto P02 da filial São Paulo

	1998	1999	2000	2001
Jan	177	138	280	468
Fev	103	249	408	504
Mar	121	212	521	411
Abr	87	166	585	766
Mai	236	426	612	475
Jun	63	259	910	570
Jul	158	532	732	500
Ago	69	272	384	685
Set	96	250	556	522
Out	101	390	666	895
Nov	129	252	400	583
Dez	135	350	330	144

TABELA 64 – Série histórica de demandas do produto P03 da filial São Paulo

	1998	1999	2000	2001
Jan	166	164	631	374
Fev	82	290	520	411
Mar	119	157	432	574
Abr	54	395	526	363
Mai	252	304	303	324
Jun	86	272	519	498
Jul	101	457	374	410
Ago	21	363	608	702
Set	78	341	567	332
Out	117	364	776	683
Nov	36	322	319	350
Dez	398	989	311	215

TABELA 65 – Série histórica de demandas do produto SN01 da filial São Paulo

	1998	1999	2000	2001
Jan	307	305	235	264
Fev	300	161	380	350
Mar	162	279	418	451
Abr	344	355	353	340
Mai	273	326	582	311
Jun	117	284	358	289
Jul	170	239	182	219
Ago	543	428	367	342
Set	257	337	184	303
Out	222	166	272	252
Nov	397	455	232	181
Dez	40	144	226	224

TABELA 66 – Série histórica de demandas do produto SN02 da filial São Paulo

	1998	1999	2000	2001
Jan	392	250	405	590
Fev	267	363	423	457
Mar	118	300	328	476
Abr	204	327	462	557
Mai	90	358	591	391
Jun	173	490	646	423
Jul	266	376	332	226
Ago	170	462	618	423
Set	124	322	302	279
Out	171	298	314	373
Nov	152	358	283	299
Dez	99	250	416	354

TABELA 67 – Série histórica de demandas do produto SN03 da filial São Paulo

	1998	1999	2000	2001
Jan	210	211	304	322
Fev	244	219	304	254
Mar	207	365	324	356
Abr	125	176	317	359
Mai	49	149	322	239
Jun	380	293	249	328
Jul	225	220	242	283
Ago	250	305	437	274
Set	70	203	314	285
Out	194	137	289	361
Nov	162	286	229	316
Dez	105	140	222	230

TABELA 68 – Série histórica de demandas do produto F01 da filial Curitiba

	1998	1999	2000	2001
Jan	9	16	45	80
Fev	9	83	69	54
Mar	27	88	102	119
Abr	78	44	158	50
Mai	76	62	43	71
Jun	72	55	77	42
Jul	94	32	49	65
Ago	65	30	126	82
Set	28	78	117	81
Out	17	111	114	156
Nov	51	50	63	41
Dez	8	46	37	68

TABELA 69 – Série histórica de demandas do produto F02 da filial Curitiba

	1998	1999	2000	2001
Jan	36	73	180	70
Fev	94	173	228	116
Mar	45	118	203	70
Abr	147	43	290	140
Mai	101	108	123	46
Jun	112	185	161	105
Jul	68	40	91	96
Ago	180	116	156	80
Set	152	108	101	121
Out	104	130	218	173
Nov	75	171	60	128
Dez	160	46	75	161

TABELA 70 – Série histórica de demandas do produto F03 da filial Curitiba

	1998	1999	2000	2001
Jan	47	76	61	86
Fev	80	78	125	59
Mar	36	106	101	102
Abr	66	69	53	73
Mai	33	62	85	157
Jun	65	130	141	135
Jul	29	68	92	47
Ago	138	57	174	132
Set	48	70	34	139
Out	31	105	96	157
Nov	96	137	76	112
Dez	161	71	81	99

TABELA 71 – Série histórica de demandas do produto P01 da filial Curitiba

	1998	1999	2000	2001
Jan	112	351	187	291
Fev	234	194	236	215
Mar	118	393	356	407
Abr	163	159	275	117
Mai	43	106	371	213
Jun	150	283	403	234
Jul	101	172	277	100
Ago	192	168	320	339
Set	233	292	154	275
Out	123	203	248	348
Nov	125	162	291	253
Dez	255	372	181	269

TABELA 72 – Série histórica de demandas do produto P02 da filial Curitiba

	1998	1999	2000	2001
Jan	62	52	194	218
Fev	37	158	219	355
Mar	66	193	368	184
Abr	150	81	308	46
Mai	28	171	867	140
Jun	62	138	836	216
Jul	112	186	929	401
Ago	48	156	873	536
Set	75	160	228	311
Out	50	131	177	294
Nov	19	265	368	181
Dez	88	153	150	213

TABELA 73 – Série histórica de demandas do produto P03 da filial Curitiba

	1998	1999	2000	2001
Jan	376	368	179	223
Fev	312	346	367	232
Mar	274	506	340	209
Abr	131	254	276	198
Mai	178	336	272	163
Jun	152	266	385	166
Jul	179	241	191	250
Ago	209	219	317	228
Set	274	214	291	300
Out	319	331	163	278
Nov	254	163	385	404
Dez	276	297	215	376

TABELA 74 – Série histórica de demandas do produto SN01 da filial Curitiba

	1998	1999	2000	2001
Jan	139	86	59	76
Fev	190	188	175	87
Mar	345	89	142	116
Abr	248	98	220	64
Mai	159	84	143	50
Jun	159	176	193	84
Jul	262	90	163	96
Ago	177	115	101	143
Set	216	150	123	123
Out	215	52	94	92
Nov	97	235	85	143
Dez	204	155	92	194

TABELA 75 – Série histórica de demandas do produto SN02 da filial Curitiba

	1998	1999	2000	2001
Jan	207	133	206	145
Fev	232	242	289	204
Mar	262	272	159	235
Abr	250	154	198	98
Mai	137	184	98	262
Jun	194	164	137	214
Jul	154	121	105	226
Ago	239	241	235	157
Set	266	167	181	172
Out	154	128	193	119
Nov	114	244	163	208
Dez	184	124	87	179

TABELA 76 – Série histórica de demandas do produto SN03 da filial Curitiba

	1998	1999	2000	2001
Jan	102	134	165	103
Fev	126	77	138	120
Mar	69	109	157	228
Abr	83	132	105	86
Mai	124	84	167	162
Jun	124	69	148	57
Jul	82	58	122	130
Ago	82	124	110	132
Set	92	172	98	121
Out	67	111	130	105
Nov	95	115	116	180
Dez	119	70	94	198