

Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção

RICARDO DANTAS LOPES

PREVISÃO DE AUTOPEÇAS:  
ESTUDO DE CASO EM UMA CONCESSIONÁRIA DE VEÍCULOS

Dissertação de Mestrado

Florianópolis  
2002

Ricardo Dantas Lopes

PREVISÃO DE AUTOPEÇAS:  
ESTUDO DE CASO EM UMA CONCESSIONÁRIA DE VEÍCULOS

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito parcial para a obtenção  
do grau de Mestre em  
Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Robert Wayne Samohyl, Ph.D.

Florianópolis

2002

Ricardo Dantas Lopes

PREVISÃO DE AUTOPEÇAS:  
ESTUDO DE CASO EM UMA CONCESSIONÁRIA DE VEÍCULOS

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 19 de dezembro de 2002.

---

Prof. Édson Pacheco Paladini, Dr.  
Coordenador

Banca Examinadora:

---

Prof. Robert Wayne Samohyl, Ph.D.  
Orientador

---

Prof. Wesley Vieira, Dr.  
1º Examinador

---

Prof. Roberto Meurer, Dr.  
2º Examinador

## DEDICATÓRIA

1. Para meus pais Henrique F. Lopes e Neusa D. Lopes;
2. Para Gisele M. Guidelli.

## **AGRADECIMENTOS**

1. Ao orientador Prof. Robert Wayne Samohyl, pelo acompanhamento competente e amigo;
2. Aos professores Roberto Meurer e Wesley Vieira, pelas sugestões e correções;
3. À empresa Dama S/A, pela confiança e parceria na realização deste trabalho.

## RESUMO

LOPES, Ricardo Dantas. **Previsão de Autopeças**: estudo de caso em uma concessionária de veículos. 2002. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Este trabalho tem por objetivo determinar o modelo quantitativo de previsão de demanda com maior grau de acurácia para se efetuar previsões de vendas de autopeças. Outrossim, propõe a utilização de um método de avaliação e monitoramento dos modelos selecionados através da análise dos erros de previsão. A determinação de métodos preditivos com maior grau de precisão, constitui-se em etapa fundamental do processo de gerenciamento de estoques. Se a previsão apresentar uma baixa acurácia pode-se gerar excesso ou falta de estoques. Para alcançar o objetivo proposto, buscou-se, em primeiro lugar, o estudo dos principais aspectos teóricos relacionados ao processo de gestão de estoques e aos métodos de previsão de demanda. Posteriormente, segue o processo de seleção dos modelos com maior grau de precisão. O processo de seleção supracitado analisou 13 modelos preditivos, ou seja, 9 exponenciais e 4 baseados nas médias móveis. Por fim, adota-se um sistema de monitoramento dos modelos preditivos. Os resultados obtidos, mediante a utilização da metodologia proposta, mostraram que os modelos exponenciais, em relação às séries temporais analisadas, possuem maior grau de acurácia que os baseados nas médias móveis.

Palavras-chave: previsão de demanda, estoque, séries temporais.

## ABSTRACT

LOPES, Ricardo Dantas. **Auto Parts Forecasting**: study of case in a concessionaire of vehicles. 2002. 107f. Dissertation (Master's degree in Production Engineering) - Mastery Degree Program in Productions Engineering, UFSC, Florianópolis.

The aim of this study is to determine, in a more accurate way, the quantitative pattern of demand forecast in order to predict auto parts sales. It also proposes the use of an assessment and monitoring approach of selected models through the forecast error analysis. The determination of forecast methods at a higher level of accuracy constitutes a fundamental phase in the inventory management process. If the forecast shows a lower level of accuracy, it can cause surplus or lack of inventory. In order to achieve the proposed goal we first examined the study of the main theoretical aspects related to the inventory administration process and to the demand forecast methods. Afterwards, we followed the process of pattern selection with a higher level of precision. The selection process, as mentioned, analyzed 13 forecast patterns, in other words, 9 exponents and 4 based on moving averages. Finally, a forecast pattern monitor system was adopted. The acquired results showed that, compared to the analyzed time series, the exponential patterns have a higher level of accuracy than the ones based on moving averages.

Key-words: demand forecasting, inventories, time series.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE QUADRO.....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>13</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Metodologia.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4 Estrutura da Dissertação.....</b>	<b>20</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Previsão de Demanda.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Métodos de Previsão Qualitativos.....</b>	<b>24</b>
2.2.1 Consenso de Executivos.....	26
2.2.2 Método Delphi.....	27
2.2.3 Composição das Forças de Vendas.....	27
2.2.4 Pesquisa das Intenções dos Compradores.....	28
<b>2.3 Métodos de Previsão Quantitativos.....</b>	<b>29</b>
<b>2.4 Séries Temporais.....</b>	<b>30</b>
2.4.1 Médias Móveis.....	33
2.4.2 Suavização Exponencial Simples.....	34
2.4.3 Suavização Exponencial Linear - Método Linear de Holt.....	35
2.4.4 Suavização Exponencial com Sazonalidade e Tendência Linear - Método de Holt-Winters.....	36
2.4.5 Classificação de Pegels.....	38
<b>2.5 Erros de Previsão.....</b>	<b>40</b>
2.5.1 Erro de Previsão.....	40
2.5.2 Erro Médio – Mean Error (ME).....	41
2.5.3 Erro Absoluto Médio – Mean Absolute Error (MAE).....	41
2.5.4 Erro Quadrado Médio – Mean Squared Error (MSE).....	42
2.5.5 Erro Percentual Médio – Mean Percentage Error(MPE).....	42
2.5.6 Erro Percentual Absoluto Médio – Mean Absolute Percentage Error (MAPE).....	43
<b>2.6 Estoques.....</b>	<b>43</b>

2.6.1 Definição.....	43
2.6.2 Classificação.....	44
2.6.3 Administração.....	46
2.6.4 Curva de Pareto.....	47
2.7 Trabalhos Publicados na Área.....	49
<b>3 APLICAÇÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>3.1 Proposta de gerenciamento da função de previsão.....</b>	<b>51</b>
<b>3.2 Curva de Pareto do Estoque de Autopeças.....</b>	<b>52</b>
<b>3.3 Série de Dados.....</b>	<b>53</b>
3.3.1 Análise Preliminar dos Dados.....	54
<b>3.4 Obtenção, Comparação e Seleção dos Modelos de Previsão.....</b>	<b>54</b>
3.4.1 Categoria 1 - Peças do Motor.....	55
3.4.2 Categoria 2 - Peças do Eixo Dianteiro.....	57
3.4.3 Categoria 3 - Peças do Eixo Traseiro.....	59
3.4.4 Categoria 4 - Peças de Roda e Freio.....	60
3.4.5 Categoria 5 - Peças do Chassi.....	62
3.4.6 Categoria 6 - Peças da Carroceria.....	64
3.4.7 Categoria 7 - Peças Elétricas.....	66
3.4.8 Categoria 8 - Peças Normalizadas.....	68
3.4.9 Categoria 9 - Acessório Original.....	69
3.4.10 Categoria 10 - Peças Importadas.....	71
3.4.11 Resumo dos Resultados.....	73
<b>3.5 Previsões Geradas.....</b>	<b>73</b>
3.5.1 Previsões: Categoria 1 - Peças do Motor.....	74
3.5.2 Previsões: Categoria 2 - Peças do Eixo Dianteiro.....	75
3.5.3 Previsões: Categoria 3 - Peças do Eixo Traseiro.....	76
3.5.4 Previsões: Categoria 4 - Peças de Roda e Freio.....	76
3.5.5 Previsões: Categoria 5 - Peças do Chassi.....	77
3.5.6 Previsões: Categoria 6 - Peças da Carroceria.....	78
3.5.7 Previsões: Categoria 7 - Peças Elétricas.....	79
3.5.8 Previsões: Categoria 8 - Peças Normalizadas.....	80
3.5.9 Previsões: Categoria 9 - Acessório Original.....	81
3.5.10 Previsões: Categoria 10 – Peças Importadas.....	82

<b>3.6 Gestão e Monitoramento dos Erros de Previsão.....</b>	<b>83</b>
<b>3.7 Custos de se Manter Estoques.....</b>	<b>84</b>
<b>3.8 Gerência do Problema.....</b>	<b>85</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>88</b>
<b>4.1 Considerações Finais.....</b>	<b>88</b>
<b>4.2 Recomendações.....</b>	<b>89</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO A – CURVA DE PARETO DO ESTOQUE DE AUTOPEÇAS.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO B – PEÇAS POR CATEGORIA</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO C – DEMANDA TOTAL DAS PEÇAS POR CATEGORIA.....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO D – COMPORTAMENTO DA DEMANDA POR CATEGORIA....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO E – CUSTOS DE MANUTENÇÃO DOS ESTOQUES.....</b>	<b>105</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas do modelo de previsão.....	22
Figura 2: Aspecto de uma série temporal.....	30
Figura 3: Fatores que influenciam as séries temporais.....	33
Figura 4: Estoques e o fluxo de materiais.....	44
Figura 5: Analogia dos Estoques.....	46
Figura 6: Curva de Pareto.....	48
Figura 7: Melhor MAPE x MAPE do método utilizado pela empresa.....	73
Figura 8: Previsão de demanda para categoria 1.....	74
Figura 9: Previsão de demanda para categoria 2.....	75
Figura 10: Previsão de demanda para categoria 3.....	76
Figura 11: Previsão de demanda para categoria 4.....	77
Figura 12: Previsão de demanda para categoria 5.....	78
Figura 13: Previsão de demanda para categoria 6.....	79
Figura 14: Previsão de demanda para categoria 7.....	80
Figura 15: Previsão de demanda para categoria 8.....	81
Figura 16: Previsão de demanda para categoria 9.....	82
Figura 17: Previsão de demanda para categoria 10.....	83
Figura 18: Comportamento da demanda - Categoria 1.....	101
Figura 19: Comportamento da demanda – Categoria 2.....	101
Figura 20: Comportamento da demanda – Categoria 3.....	101
Figura 21: Comportamento da demanda – Categoria 4.....	102
Figura 22: Comportamento da demanda – Categoria 5.....	102
Figura 23: Comportamento da demanda – Categoria 6.....	102
Figura 24: Comportamento da demanda – Categoria 7.....	103
Figura 25: Comportamento da demanda – Categoria 8.....	103
Figura 26: Comportamento da demanda – Categoria 9.....	103
Figura 27: Comportamento da demanda - Categoria 10.....	104

## LISTA DE QUADRO

Quadro 1: Classificação de Pegels.....	39
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índices Sazonais .....	54
Tabela 2: Comparação entre os modelos sem tendência – categoria 1....	55
Tabela 3: Comparação entre os modelos com tendência linear – categoria 1.....	56
Tabela 4: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 1.....	56
Tabela 5: Comparação entre médias móveis – categoria 1.....	56
Tabela 6: Comparação entre os modelos sem tendência – categoria 2....	57
Tabela 7: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 2.....	58
Tabela 8: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 2.....	58
Tabela 9: Comparação entre médias móveis - categoria 2.....	58
Tabela 10: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 3...	59
Tabela 11: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 3.....	59
Tabela 12: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 3.....	60
Tabela 13: Comparação entre médias móveis - categoria 3.....	60
Tabela 14: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 4...	61
Tabela 15: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 4.....	61
Tabela 16: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 4.....	61
Tabela 17: Comparação entre médias móveis - categoria 4.....	62
Tabela 18: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 5...	63
Tabela 19: Comparação entre os modelos com tendência linear – categoria 5.....	63
Tabela 20: Comparação entre os modelos com tendência exponencial – categoria 5.....	63
Tabela 21: Comparação entre médias móveis - categoria 5.....	64

Tabela 22: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 6...	65
Tabela 23: Comparação entre os modelos com tendência linear – categoria 6.....	65
Tabela 24: Comparação entre os modelos com tendência exponencial – categoria 6.....	65
Tabela 25: Comparação entre médias móveis - categoria 6.....	66
Tabela 26: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 7...	66
Tabela 27: Comparação entre os modelos com tendência linear – categoria 7.....	67
Tabela 28: Comparação entre os modelos com tendência exponencial – categoria 7.....	67
Tabela 29: Comparação entre médias móveis - categoria 7.....	67
Tabela 30: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 8...	68
Tabela 31: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 8.....	68
Tabela 32: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 8.....	69
Tabela 33: Comparação entre médias móveis - categoria 8.....	69
Tabela 34: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 9...	70
Tabela 35: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 9.....	70
Tabela 36: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 9.....	70
Tabela 37: Comparação entre médias móveis - categoria 9.....	71
Tabela 38: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 10.	71
Tabela 39: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 10.....	72
Tabela 40: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 10.....	72
Tabela 41: Comparação entre médias móveis - categoria 10.....	72
Tabela 42: Previsão de demanda para categoria 1.....	74
Tabela 43: Previsão de demanda para categoria 2.....	75
Tabela 44: Previsão de demanda para categoria 3.....	76

Tabela 45: Previsão de demanda para categoria 4.....	77
Tabela 46: Previsão de demanda para categoria 5.....	78
Tabela 47: Previsão de demanda para categoria 6.....	79
Tabela 48: Previsão de demanda para categoria 7.....	80
Tabela 49: Previsão de demanda para categoria 8.....	81
Tabela 50: Previsão de demanda para categoria 9.....	82
Tabela 51: Previsão de demanda para categoria 10.....	82
Tabela 52: Valores do MAPE.....	84

## 1 INTRODUÇÃO

As empresas, no que se refere ao gerenciamento dos estoques, deparam-se com uma questão ambivalente. Por um lado, os mesmos configuram-se em um investimento significativo de capital. De acordo com Arnold (1999), representam de 20% a 60% dos ativos totais. São considerados, dentro do ativo circulante, a conta com maior risco. Essa característica, ao seu tempo, pode ser entendida devido à possibilidade de deterioração, obsolescência ou perda dos itens mantidos em estoque. Por outro lado, para Assaf Neto (1997, p.143), “possuir estoques tem a importante função de tornar o fluxo de econômico contínuo”. Quando analisa-se o exemplo de uma indústria, a falta do estoque de matéria-prima pode paralisar a linha de produção e acarretar, com isso, falhas no fornecimento do produto. Já no comércio varejista, por sua vez, a existência do estoque significa maior volume de vendas.

Diante do exposto, pode-se perceber o dilema enfrentado pelos gerentes de produção. Isto é, à luz de Slack (1997, p.380), “apesar dos custos e de outras desvantagens associadas à manutenção de estoques, eles de fato facilitam a acomodação entre o fornecimento e a demanda”. Também, pode-se dizer que os mesmos existem devido a desarmonia entre o fornecimento e a demanda.

Neste sentido, além das questões supracitadas, faz-se necessário, salientar que as organizações são afetadas pelo fator concorrência. Fabris (2000) salienta que as mesmas enfrentam ainda as interferências econômicas, causadas por intervenções em nível de macro e microeconomia. Essas intervenções, ao seu tempo, geram situações problemáticas para o planejamento do processo produtivo, pois interferem diretamente na demanda, gerando oscilações entre o previsto e as vendas.

Assim, diante disto, fica evidente a necessidade da implantação, como suporte ao processo decisório, de técnicas de previsão da demanda. Advoga Lewis (1997), que prever a demanda é um pré-requisito necessário à maioria das atividades operacionais. Sem uma estimativa do futuro não se pode planejar o nível de atividade esperado. Conseqüentemente, torna-se impossível calcular os recursos que precisam ser projetados, planejados e controlados, a fim de atender a demanda. À luz de Tubino (2000, p.63), “a previsão da demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa”. Por fim, justifica

Arnold (1999, p.228) que “a previsão é inevitável no desenvolvimento de planos para satisfazer a demandas futuras”.

Em suma, posteriormente ao entendimento dos aspectos supracitados, tem-se o seguinte problema a ser pesquisado: **Qual o modelo de previsão quantitativo mais adequado para se efetuar previsões de autopeças em uma concessionária de veículos ?**

Finalmente, mediante a elaboração da pesquisa e solução do problema supracitado, espera-se determinar e implantar o modelo de previsão mais adequado às características da empresa. Esse processo visa otimizar a gestão do estoque de autopeças da organização em estudo.

### **1.1 Objetivo Geral**

Estabelecer o modelo de previsão quantitativo mais adequado para se efetuar previsões de autopeças em uma concessionária de veículos.

### **1.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar os principais métodos quantitativos de previsão de demanda;
2. Aplicar os principais métodos quantitativos de previsão de demanda a uma amostra do estoque de autopeças;
3. Selecionar o método quantitativo de previsão mais confiável;
4. Obter previsões da demanda de autopeças;
5. Implantação de um sistema de previsão, de monitoramento dos erros de previsão e de avisos para se estabelecer quando o modelo deve ser reestimado.

### **1.3 Metodologia**

Em primeiro lugar, faz-se necessário salientar as características da pesquisa em questão. A mesma, por seu turno, possui a seguinte classificação: aplicada, do ponto de vista da sua natureza, quantitativa, em se tratando da abordagem do problema, exploratória, no que tange seus objetivos e estudo de caso, em relação aos procedimentos técnicos.

Posteriormente, torna-se importante salientar alguns comentários sobre a empresa em questão. A Dama S/A é uma sociedade anônima composta por seis acionistas e a sua direção é exercida por quatro diretores (Diretor Presidente, Diretor Administrativo, Diretor Comercial e Diretor Técnico). A gerência, por sua vez, é dividida entre dois profissionais que administram os departamentos de vendas de veículos e de pós-venda. Este último, ao seu tempo, é responsável pela gestão dos estoques.

Em terceiro lugar, apresentam-se, neste momento, considerações acerca da população, amostra, objetos de aplicação da pesquisa e coleta de dados. A população em que a pesquisa será aplicada é composta pelas peças originais Volkswagen que figuram no estoque da empresa. Torna-se importante destacar que a mesma possui 6.488 itens em estoque. Este valor refere-se ao mês de outubro de 2001, período em que os dados foram coletados.

A amostra é composta de 151 peças divididas em 10 categorias: categoria 1 - peças do motor, categoria 2 - peças do eixo dianteiro, categoria 3 - peças do eixo traseiro, categoria 4 - peças de roda e freio, categoria 5 - peças do chassi, categoria 6 - peças da carroceria, categoria 7 - peças elétricas, categoria 8 - peças normalizadas, categoria 9 - acessório original e categoria 10 - peças importadas.

A amostra foi selecionada através do *software* utilizado pela empresa, ou seja, CNP revenda *system* v.9.1, desenvolvido pela empresa CNP Engenharia de Sistemas S/A. Esse sistema selecionou a amostra através da aplicação da curva de Pareto ou classificação ABC. Neste sentido, fazem parte da amostra todas as peças que possuem o maior giro de estoque e maior valor investido. Esta última variável é obtida através da multiplicação do preço de reposição da peça e da quantidade da mesma em estoque.

A coleta dos dados deu-se mediante o uso do banco de dados da empresa, disponibilizado pela *software* supracitado. Posteriormente a definição das peças constituintes da amostra, ocorreu a coleta da demanda histórica das mesmas, referente ao mês de janeiro de 1996 ao mês de dezembro de 2001.

Neste momento, seguem as explicações acerca dos procedimentos metodológicos referentes à análise dos dados para determinação de um modelo de previsão de demanda de autopeças para ser aplicado e utilizado pela organização. Para se estabelecer o modelo de previsão com maior grau de acurácia, optou-se por testar os seguintes modelos de previsão:

1. exponencial sem tendência e sem sazonalidade;
2. exponencial sem tendência e sazonalidade aditiva;
3. exponencial sem tendência e sazonalidade multiplicativa;
4. exponencial com tendência linear e sem sazonalidade;
5. exponencial com tendência linear e sazonalidade aditiva;
6. exponencial com tendência linear e sazonalidade multiplicativa;
7. exponencial com tendência exponencial e sem sazonalidade;
8. exponencial com tendência exponencial e sazonalidade aditiva;
9. exponencial com tendência exponencial e sazonalidade multiplicativa;
10. média móvel dos 12 últimos meses;
11. média móvel dos 9 últimos meses;
12. média móvel dos 6 últimos meses;
13. média móvel dos 3 últimos meses.

Assim, em relação à determinação do modelo de previsão, dentre os 13 apresentados, com maior grau de acurácia para cada uma das 10 categorias de peças supracitadas, torna-se importante salientar que a série de dados utilizada refere-se ao período de janeiro de 96 a setembro de 2001. Os meses de outubro, novembro e dezembro de 2001 são utilizados como comparações entre os valores previstos e observados.

O cálculo dos modelos exponenciais, bem como a escolha dos coeficientes, foi realizado mediante o uso de pacote estatístico. A escolha dos coeficientes, por sua vez, ocorreu pela minimização do erro percentual absoluto médio (MAPE). As médias móveis, ao seu tempo, foram calculadas através da utilização de planilhas eletrônicas. A determinação do melhor modelo, ou seja, aquele com maior grau de acurácia e precisão, teve como critério de seleção o valor do erro percentual absoluto médio (MAPE). Isto é, foi considerado o método com maior grau de acurácia aquele com menor MAPE.

Por fim, posteriormente ao estabelecimento dos modelos de previsão com maior precisão na geração de previsões, objetivou-se o desenvolvimento de um sistema de monitoramento das previsões para se confirmar a sua validade. Esse monitoramento, ao seu tempo, ocorre mediante o cálculo e o acompanhamento do erro de previsão. O subsídio para este monitoramento será o valor do erro percentual absoluto médio (MAPE). Isto é, a estatística supracitada será referência

no que tange o grau de acurácia do método de previsão. Seu resultado atestará se o modelo necessita ou não ser reavaliado.

#### **1.4 Estrutura da Dissertação**

A presente dissertação está estruturado em cinco capítulos, a saber:

1. Capítulo I: Introdução – Neste capítulo apresenta-se a introdução do trabalho, ou seja, discuti-se, de forma sintética, o tema, expõe-se o problema a ser pesquisado, os objetivos geral e específicos, a metodologia utilizada e, por fim, a estrutura do trabalho;
2. Capítulo II: Revisão de Literatura – Analisa-se, neste capítulo, os aspectos teóricos pertinentes ao entendimento da dissertação, isto é, previsão de demanda, métodos de previsão qualitativos e quantitativos, séries temporais, erros de previsão e, finalmente, considerações sobre os estoques;
3. Capítulo III: Aplicação – Apresenta-se, neste capítulo, a aplicação dos modelos de previsão quantitativos, a seleção do que possui o maior grau de acurácia para a amostra de dados selecionada e o desenvolvimento de um sistema de monitoramento dos erros de previsão;
4. Capítulo IV: Considerações Finais e Recomendações – Este capítulo da dissertação apresenta as considerações finais e recomendações para trabalhos futuros;
5. Capítulo V: Referências Bibliográficas - A última parte dessa dissertação traz as referências bibliográficas utilizadas na mesma.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Previsão de Demanda

O processo de previsão de demanda constitui-se em uma das atividades mais importantes de um sistema de produção. Diante dessa perspectiva, é considerado a base do processo de planejamento. De acordo com Arnold (1999), o processo em questão configura-se no prelúdio do planejamento.

Para Kotler e Armstrong (1998, p.151), “previsão é a arte de estimar a demanda futura antecipando o que os compradores possivelmente farão em determinadas condições futuras”. Segundo os autores supracitados, toda organização deve proceder de maneira cuidadosa e responsável em relação ao processo em questão. A afirmativa fundamenta-se no fato de que uma previsão precária pode acarretar excesso de estoque, reduções desnecessárias de preços ou perda de vendas devido à falta de produtos.

À luz de Martins e Laugeni (1999, p.173), previsão é definida da seguinte maneira:

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

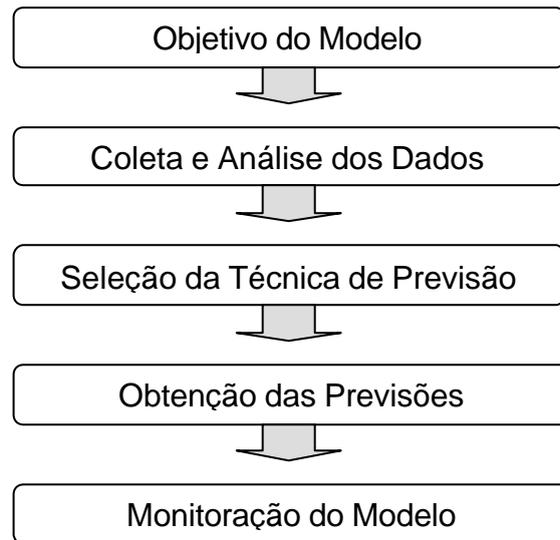
Referindo-se às justificativas do processo de previsão, Ching (1999, p.31) salienta que “nunca se tem certeza da quantidade a ser solicitada pelos clientes e da quantidade a ser enviada para armazenagem”. Arnold (1999, p.229), ao seu tempo, diz que “a maioria das empresas não pode esperar que os pedidos sejam realmente recebidos antes de começarem a planejar o que produzir”.

À luz de Tubino (2000, p.63), “a previsão de demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa”. De acordo com o mesmo autor, as previsões são usadas pelo planejamento estratégico da produção em dois momentos diferentes, ou seja, para planejar o sistema produtivo e para planejar o uso do mesmo. No entanto, mesmo com toda a evolução dos recursos computacionais e da sofisticação matemática das técnicas

componentes do processo de previsão, a mesma não é considerada uma ciência exata.

Tubino (2000), em se tratando da elaboração de um modelo de previsão, sugere um modelo composto por cinco etapas, apresentadas na figura 1.

Figura 1: Etapas do modelo de previsão



Fonte: TUBINO, Dálvio F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2ed. São Paulo: Atlas, 2000.

A primeira etapa refere-se a importância em se definir a razão para se elaborar as previsões, ou seja, que produto será previsto, qual o grau de acurácia e que recursos estarão disponíveis. Posteriormente, faz-se necessário coletar e analisar os dados históricos do produto em questão. Tubino (2000), em relação ao processo de análise e coleta de dados, destaca os seguintes pressupostos básicos:

1. quanto mais dados históricos, mais confiável torna-se a previsão;
2. os dados devem buscar a caracterização da demanda pelos produtos da empresa, que não é necessariamente igual as vendas passadas, pois pode ter ocorrido falta de produtos, postergando as entregas ou deixando de atendê-las;
3. variações extraordinárias na demanda devem ser analisadas e substituídas por valores médios, compatíveis com o comportamento normal da demanda;
4. o tamanho do período de consolidação dos dados (mensal, trimestral, anual, etc) influencia a escolha da técnica de previsão mais adequada.

Após a coleta e análise dos dados passados, faz-se necessário, decidir pela utilização da técnica de previsão mais apropriada. Existem técnicas qualitativas e quantitativas que podem ser utilizadas no processo de previsão. As mesmas, ao seu tempo, serão descritas, respectivamente, nos tópicos 2.2 e 2.3. Em relação ao processo de decisão supracitado, isto é, escolha da técnica de previsão, Tubino (2000), destaca os seguintes fatores:

1. disponibilidade dos dados históricos;
2. disponibilidade de recursos computacionais;
3. experiência passada com a aplicação de determinada técnica;
4. disponibilidade de tempo para coletar, analisar e preparar os dados e a previsão;
5. período de planejamento para o qual necessita-se da previsão.

A quarta etapa do processo consiste na obtenção das previsões. A mesma acontece após a definição da técnica de previsão a ser utilizada e a aplicação dos dados passados para a obtenção dos parâmetros necessários. Por fim, a quinta e última etapa caracteriza-se pela monitoração do erro entre a demanda real e a prevista. Esse procedimento é imprescindível para verificar se a técnica e os parâmetros empregados ainda são válidos.

As previsões, segundo Arnold (1999), possuem quatro princípios fundamentais. O entendimento dos mesmos é de singular importância para a utilização eficaz das previsões e são apresentados a seguir:

1. as previsões geralmente estão erradas, ou seja, os erros são inevitáveis e devem ser esperados;
2. cada previsão deve conter uma estimativa de erro, que é freqüentemente expressa em uma porcentagem da previsão ou como uma média entre os valores máximo e mínimo;
3. as previsões são mais precisas para famílias ou grupos;
4. as previsões são mais precisas para períodos de tempo mais próximos, isto é, o futuro próximo impõe menos incertezas que o futuro distante.

Seguindo uma linha de raciocínio semelhante Corrêa et al. (2000), relaciona alguns requisitos que devem ser observados para efetuar previsões eficazes:

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

Outrossim, o autor em questão, salienta que as previsões para horizontes maiores possui um grau de incerteza maior. Isto é, o erro é crescente com o tempo.

Por fim, faz-se necessário salientar que a definição da técnica de previsão mais apropriada aos dados é a etapa mais importante do modelo de previsão descrito anteriormente. Segundo Tubino (2000, p.68), as técnicas de previsão possuem as seguintes características gerais:

1. supõe-se que as causas que influenciaram a demanda passada continuarão a agir no futuro;
2. as previsões não são perfeitas, dado a incapacidade prever em todas as variações aleatórias que ocorrerão;
3. a acurácia das previsões diminui com período de tempo auscultado;
4. a previsão para grupos de produtos é mais precisa do que para produtos individualmente, visto que no grupo os erros individuais de previsão se minimizam.

## **2.2 Métodos de Previsão Qualitativos**

Os métodos qualitativos de previsão são aqueles que envolvem julgamento e intuição de um ou mais indivíduos. Para Arnold (1999, p.237), “são projeções

subjetivas baseadas no discernimento, na intuição e em opiniões informadas”. A abordagem para o processo de previsão, de maneira geral, não é explícita, mas baseada na experiência. Faz-se necessário salientar que os métodos qualitativos, em determinadas situações, são mais adequados que os quantitativos. Por exemplo:

- 1) quando o produto é novo no mercado - neste caso não existem dados históricos para serem analisados;
- 2) em ambientes instáveis - mudanças econômicas, governamentais, tecnológicas, entre outras, são difíceis de se prever utilizando métodos quantitativos;
- 3) previsões de longo prazo - quanto maior o horizonte de tempo da previsão, maior a possibilidade de mudanças no cenário em questão.

Á luz de Mentzer e Bienstock (1998), as técnicas qualitativas de previsão possuem duas vantagens: a primeira, considerada a principal e mais significativa, refere-se ao fato de que as mesmas possuem o potencial de prever possíveis mudanças nos padrões de vendas. Essa característica, ao seu tempo, não é extensiva aos métodos quantitativos de previsão baseados em séries temporais ou regressão.

A segunda vantagem, por sua vez, diz respeito à fonte de dados utilizados nas técnicas qualitativas de previsão. A mesma é extremamente rica, pois é resultado do julgamento de executivos experientes, indivíduos ligados ao setor de vendas e peritos externos. Assim, quanto mais capacitados forem os membros da organização, mais confiáveis serão as informações utilizadas no desenvolvimento do processo de previsão.

No entanto, de acordo com os autores anteriormente citados, o processo qualitativo de previsão possui alguns aspectos negativos. Os problemas inerentes ao mesmo provém de duas fontes: a primeira refere-se a tendência de introdução de algum viés na previsão. A segunda diz respeito ao fato de que as técnicas qualitativas são relativamente caras.

O viés ocorre, para Mentzer e Bienstock (1998), devido as limitações nas habilidades dos responsáveis pela elaboração das previsões e pela dificuldade em adquirir e processar informações complexas sem serem influenciados por fatores que não são pertinentes em suas decisões. Outro fator que contribui para a diminuição da exatidão das técnicas qualitativas refere-se ao fato de que as pessoas

têm uma tendência para fazer uso de informações que já estão disponíveis ou para qual foram recentemente expostos. Conseqüentemente, são geradas previsões que não consideram todas as informações pertinentes ou usam somente aquelas que estão prontamente disponíveis.

O segundo problema, tal como mencionado anteriormente, refere-se ao fato das técnicas em questão serem relativamente caras. Isso ocorre pois as mesmas requerem elevada quantidade de tempo e estudo por parte dos participantes do processo. Esses, por sua vez, podem ser funcionários da empresa (executivos, gerentes de vendas) ou profissionais externos. Os elevados custos e o intensivo tempo utilizado nesse processo tornam as técnicas qualitativas inadequadas quando necessita-se gerar previsões para um grande número de produtos.

### 2.2.1 Consenso de Executivos

Esta técnica de previsão qualitativa é considerada a mais utilizada dentre todas as outras. Logo, as previsões são elaboradas em reuniões nas quais executivos de várias funções da empresa (finanças, marketing, vendas, produção) elaboram estimativas das vendas. À luz de Mentzer e Bienstock (1998), é considerada uma técnica de previsão simples de ser implementada e de singular importância na medida que mudanças nos padrões das vendas são antecipadas ou quando não existem dados para análises quantitativas.

A vantagem desse método reside no fato das previsões serem elaboradas por indivíduos que detêm elevado nível de conhecimento do contexto empresarial e possuem uma visão crítica em relação ao cenário no qual a organização está inserida. Em relação as desvantagens, pode-se ressaltar, em primeiro lugar, o fato do método em pauta ser fundamentado em critérios pessoais não padronizados e não ponderados. Outrossim, torna-se de difícil aplicação em empresas que operam com uma numerosa linha de produtos que não podem ser agrupados em categorias. Por fim, o processo de previsão em questão pode acarretar problemas quando os vários executivos envolvidos não compartilharem das mesmas opiniões. Quando isso ocorre, não se consegue alcançar um consenso em relação às previsões.

### 2.2.2 Método Delphi

No método Delphi a previsão é obtida através de questionários direcionados aos executivos ou responsáveis pelo processo preditivo. Em primeiro lugar, cada indivíduo participante, com base em suas informações e análises, faz suas previsões em relação às vendas ou sobre outra questão que está sendo estudada. Posteriormente, o mesmo recebe as respostas dos outros entrevistados tabulados e a posição da sua estimativa em relação às outras. Por fim, depois de analisar as respostas e compará-las com as suas, cada pessoa pode obter dois resultados, ou seja, sua opinião poderá ser semelhante ou diferente da média dos demais participantes. Quando o segundo resultado ocorre, isto é, sua opinião esteve afastada da média de todos os entrevistados, este deve apresentar as informações nas quais se baseou para chegar à sua previsão, ou então revisá-la para que se obtenha um consenso.

Segundo Mentzer e Bienstock (1998), o método Delphi possui a propriedade, na medida que não reúne os executivos em uma conferência, de eliminar influências pessoais ou pressões hierárquicas na elaboração das previsões dos entrevistados.

Em relação aos problemas, pode-se dizer que o método supracitado possui uma determinada tendência para produzir previsões incertas, ou seja, os resultados podem ser altamente dependentes da composição e perícia dos executivos participantes. Outrossim, torna-se necessário salientar que esse viés, muitas vezes é resultado da inabilidade ou indisposição das pessoas designadas em elaborar as previsões sem adquirir e analisar informações diferentes daquelas disponíveis em primeiro plano.

### 2.2.3 Composição das Forças de Vendas

A composição das forças de vendas é assim denominado pois utiliza o conhecimento e experiência dos executivos de vendas da empresa com o intuito de elaborar previsões sobre determinado produto ou serviço.

Para Mentzer e Bienstock (1998), uma vantagem importante do método em questão é a possibilidade de utilizar um indivíduo que agrega dois fatores de suma importância. Isto é, o mesmo possui a perícia necessária para executar o processo preditivo e tem conhecimento em relação aos clientes, produtos, concorrentes e

maior discernimento no que refere-se ao desenvolvimento de tendências. Também, faz-se necessário salientar que a composição das forças de vendas é responsabilidade da equipe de vendas. Esta, por sua vez, possui a habilidade de afetar diretamente as vendas e gerenciar os erros de previsão.

Em se tratando das desvantagens do método supracitado, torna-se imperativo destacar que os executivos de vendas ou vendedores possuem seus próprios interesses. Neste sentido, podem estabelecer estimativas tendenciosas. Ou seja, subestimam a demanda para que a empresa lhes defina cotas de vendas mais baixas. Outra fonte de problema relaciona-se quando a organização não tem vendedores capacitados para o processo preditivo. De acordo com Kotler e Armstrong (1998), os mesmos são observadores limitados e, de maneira geral, não estão a par dos desenvolvimentos econômicos e desconhecem de que maneira os planos de marketing da empresa irão afetar as vendas futuras nos seus territórios.

#### 2.2.4 Pesquisa das Intenções dos Compradores

Uma forma de se estabelecer previsões de vendas seria baseá-las em estimativas obtidas diretamente dos consumidores. Neste sentido, a pesquisa das intenções dos compradores tem como objetivo perguntar aos próprios compradores quando eles pretendiam comprar o produto e quanto estariam dispostos a pagar por ele. Para Kotler e Armstrong (1998, p.151), “essas pesquisas são bastante valiosas quando os compradores têm intenções claramente definidas, pretendem levá-las adiante e sabem descrevê-las para os entrevistadores”.

O processo da pesquisa consiste em entrevistar periodicamente os consumidores e obter suas respectivas intenções de compra do produto dentro de um determinado período de tempo. O indicador de intenção de compra é a porcentagem de indivíduos da amostra que pretende comprar dentro do período determinado. Desta forma, as previsões configuram-se nas variações desse indicador com relação às pesquisas anteriores.

No entanto, os principais problemas oriundos dessa técnica são os seguintes:

1. a intenção de comprar pode não resultar numa compra efetiva;
2. técnica demorada e cara;
3. útil apenas quando há poucos clientes potenciais bem definidos.

### 2.3 Métodos de Previsão Quantitativos

As técnicas quantitativas de previsão são aquelas que, segundo Tubino (2000), utilizam como procedimento a análise dos dados passados de maneira objetiva. Para tanto, são empregados modelos matemáticos com o objetivo de projetar a demanda futura. Levine et al. (2000, p.630), ao seu tempo, compartilha de pensamento semelhante ao supracitado:

*(...) os métodos de previsão quantitativa fazem uso de dados históricos. O objetivo é estudar acontecimentos do passado para melhor entender a estrutura básica dos dados, e, a partir daí, fornecer os meios necessários para se preverem ocorrências futuras.*

Makridakis et al. (1998), ressalta que as técnicas quantitativas de previsão podem ser aplicadas mediante a existência de três condições:

1. disponibilidade de informações referentes aos dados passados;
2. possibilidade dessas informações referentes aos dados passados serem quantificadas na forma de dados numéricos;
3. pressuposição que os padrões que influenciaram os dados no passado continuem influenciando os mesmos no futuro.

As técnicas quantitativas de previsão podem ser divididas em dois grupos, isto é, as baseadas em séries temporais e as baseadas em séries causais ou modelos de regressão. De acordo com Davis et al. (2001), as análises das séries temporais, de modo geral, devem ser utilizadas para o curto prazo. As previsões causais, ao seu tempo, devem ser utilizadas em situações de longo prazo.

Todavia, torna-se importante salientar, segundo Tubino (2000), que as técnicas baseadas em séries temporais procuram modelar matematicamente a demanda futura relacionando os dados passados do próprio produto com o tempo. Já técnicas baseadas em correlações procuram associar os dados históricos do produto com uma ou mais variáveis relacionadas com a demanda do mesmo.

Por fim, torna-se necessário salientar que ao se optar por alguma das técnicas de previsão existentes, conforme salienta Tubino (2000), deve-se ponderar os fatores custo e acurácia. De modo geral, acurácia e custo são grandezas diretamente

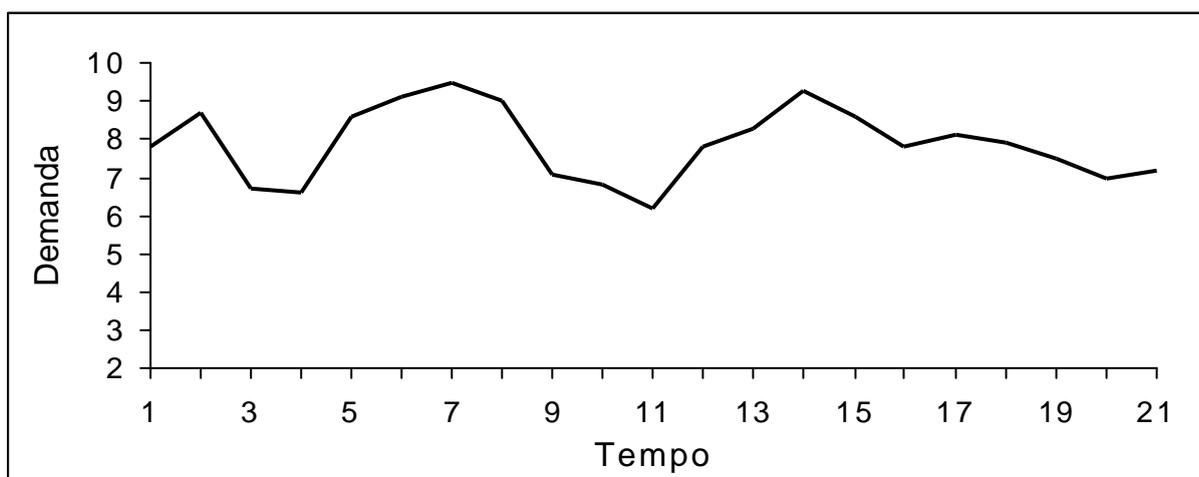
proporcionais, ou seja, os métodos mais caros na elaboração proporcionam uma acurácia maior. Segundo o mesmo autor, existem ainda outros fatores que merecem destaque na seleção da técnica de previsão:

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

## 2.4 Séries Temporais

O presente item dedica-se ao estudo de séries temporais e sua aplicação no que refere-se aos processos de previsão. À luz de Box et al. (1994, p.21), série temporal pode ser definida da seguinte maneira: “série temporal é um conjunto de observações geralmente ordenadas no tempo”. Apresentando definição semelhante, Levine et al. (2000, p.630), salienta que “uma série temporal é um conjunto de dados numéricos obtidos durante períodos regulares ao longo do tempo”. A figura 2 mostra o aspecto geral de uma série temporal:

Figura 2: Aspecto de uma série temporal



Fonte: LEVINE, David M.; BERENSON, Mark L. STEPHAN, David. **Estatística: Teoria e Aplicações** usando o Microsoft Excel em português. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

Portanto, torna-se importante salientar a representação matemática de uma série temporal. Para Milone e Angelini (1995), a mesma é matematicamente definida como uma função (1) cuja forma geral é:

$$y = f(t) \quad (1)$$

Onde:

y: valor da variável em estudo;

t: data a que ela se refere;

f: regra que relaciona o valor da variável com a data a que ela se refere

Em se tratando do objetivo da análise das técnicas de séries temporais, Mentzer e Bienstock (1998) salientam que as mesmas analisam os padrões históricos da série. Posteriormente, após a identificação desses padrões, os mesmos podem ser projetados para a obtenção das previsões. Tubino (2000), por sua vez, ressalta que as previsões baseadas em séries temporais partem do princípio de que a demanda futura será uma projeção do passado. Morettin e Tolo (1987) mostram que, quando se analisa uma série temporal os principais objetivos são:

1. modelagem do fenômeno sob consideração;
2. obtenção de conclusões em termos estatísticos;
3. avaliação da adequação do modelo em termos de previsão.

Assim, torna-se evidente que objetivo da análise de séries temporais, relaciona-se com a avaliação dos dados históricos para se obter modelos de previsão. Torna-se imprescindível salientar, à luz de Morettin e Tolo (1987, p.09), “que a previsão não constitui um fim em si, mas apenas um meio de fornecer informações para uma conseqüente tomada de decisão, visando determinados objetivos”.

Quando se pretende montar o modelo de previsão, faz-se necessário *plotar* os dados passados e identificar os padrões ou fatores componentes da curva obtida. Para Tubino (2000, p.69), “uma curva temporal pode conter tendência, sazonalidade, variações irregulares e variações randômicas”. Segundo Makridakis et al. (1998), quatro tipos de padrões podem ser distinguidos nas séries temporais: horizontal, sazonal, cíclico e tendência. Mentzer e Bienstock (1998), destacam a existência de

quatro padrões básicos nas séries temporais; ou seja, nível, tendência, sazonalidade e ruído.

A tendência consiste em um movimento gradual de longo prazo, direcionando os dados de maneira crescente ou decrescente. Para Mentzer e Bienstock (1998), o fenômeno supracitado é um padrão contínuo. Este, por sua vez, pode comportar-se de maneira crescente ou decrescente. Makridakis et al. (1998), afirma que um padrão de tendência existe quando há um aumento ou diminuição dos dados a longo prazo.

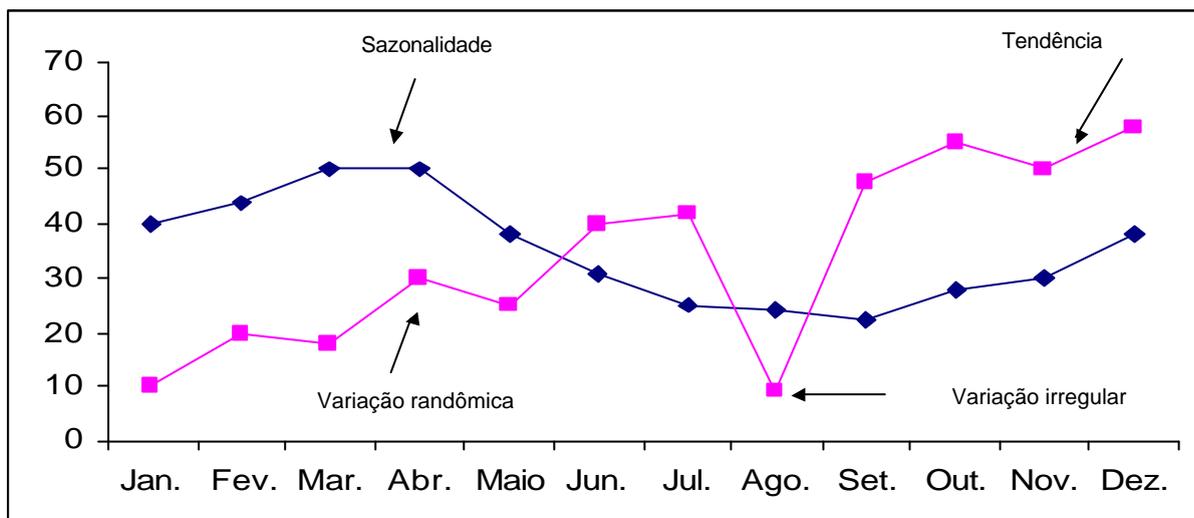
A sazonalidade refere-se à mudanças ou variações cíclicas de curto prazo. Makridakis et al. (1998), afirma ainda que um padrão sazonal existe quando a série temporal é influenciada por um fator sazonal. Já Mentzer e Bienstock (1998, p.44), destacam que “sazonalidade é um padrão contínuo de acréscimos ou decréscimos das vendas que ocorrem por períodos de um ano ou menos”.

O nível, conforme salientam Mentzer e Bienstock (1998), refere-se a uma série temporal horizontal, ou seja, os dados históricos não possuem tendência, sazonalidade ou variações aleatórias. Makridakis et al. (1998), apresenta definição semelhante para um padrão denominado horizontal. Em uma série temporal caracterizada pelo padrão ou componente supracitado, os dados flutuam ao redor de uma média constante. Quando isso ocorre, tal série é denominada estacionária em relação à média.

Outro fator que merece ser destacado são as variações irregulares. Para Tubino (2000, p.69), as mesmas “são alterações na demanda passada resultantes de fatores excepcionais, como greves ou catástrofes climáticas, que não podem ser previstos e, portanto, incluídos no modelo”. Mentzer e Bienstock (1998), apresentam um componente da série temporal denominado ruído. Neste caso, os dados passados apresentam variações aleatórias ou randômicas. As mesmas, por sua vez, não podem ser explicadas pelas técnicas de previsão e são, de modo geral, tratadas pelas médias.

Por fim, tem-se o componente ou padrão cíclico. À luz de Levine et al. (2000, p.632), esse padrão “demonstra oscilações ou movimentos para cima e para baixo ao longo da série”. De acordo com o mesmo autor, os mesmos variam em extensão e geralmente duram de 2 a 10 anos. A figura 3 apresenta duas séries de dados em que ilustram os fatores influentes, segundo Tubino (2000).

Figura 3: Fatores que influenciam as séries temporais



Fonte: TUBINO, Dálvio F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

#### 2.4.1 Médias Móveis

O método em questão gera previsões médias com menor variabilidade que os dados originais. Isso ocorre devido ao processo de combinação entre as observações com valores altos e com valores baixos. O mesmo possui como características a simplicidade e o baixo custo. Conforme menciona Tubino (2000, p.70), “a média móvel usa dados de um número predeterminado de períodos, normalmente os mais recentes, para gerar sua previsão. A cada novo período de previsão se substitui o dado mais antigo pelo mais recente”.

À luz de Makridakis et al. (1998), o método consiste em calcular a média das últimas  $n$  observações mais recentes. O valor encontrado, ao seu tempo, é considerado a previsão para o próximo período. A previsão através das médias móveis pode ser obtida mediante a utilização da equação (2), descrita da seguinte forma por Mentzer e Bienstock (1998, p.49):

$$F_{t+1} = (S_t + S_{t-1} + S_{t-2} + \dots + S_{t-N+1}) / N \quad (2)$$

Onde:

$F_{t+1}$ : previsão para o período  $t + 1$ ;

$S_{t-1}$ : observação referente ao período  $t - 1$ ;

$N$ : número de períodos utilizados na média móvel.

Em se tratando dos pontos negativos do método em questão, Mentzer e Bienstock (1998) salientam que o problema com o mesmo relaciona-se com a escolha do número de períodos que serão utilizados na previsão. Tubino (2000, p.71), ao seu tempo, ressalta que “o número de períodos incluídos no cálculo da média móvel determina sua sensibilidade com relação aos dados mais recentes”. Períodos pequenos proporcionam uma reação maior a possíveis mudanças no padrão dos dados. Grandes períodos, por sua vez, tratam a média de maneira mais homogênea.

#### 2.4.2 Suavização Exponencial Simples

O método de suavização exponencial simples configura-se em uma técnica de previsão pertencente a um grupo denominado métodos de suavização exponencial (*exponential smoothing methods*). De acordo com Makridakis et al. (1998), o método das médias móveis ponderadas é uma extensão do método das médias móveis, no que se refere ao processo de previsão. Por este procedimento, uma vez que as observações mais recentes fornecem melhores informações sobre padrões futuros, as mesmas devem possuir maior peso em relação aos dados mais antigos. Em outras palavras, segundo Levine et al. (2000), os pesos designados para os valores observados decrescem ao longo do tempo, ou seja, o valor observado mais recentemente recebe o maior peso, o valor observado anteriormente recebe o segundo maior peso e assim por diante.

Faz-se necessário salientar que o método de previsão das médias móveis exponencialmente ponderadas, à luz de Lewis (1997), é considerado o método mais adequado para se estabelecer previsões para o estoque. Isto se deve ao fato do mesmo melhor satisfazer dois princípios básicos: baixo custo operacional e produzir previsões razoavelmente precisas.

No método de suavização exponencial simples, para Tubino (2000), a previsão é obtida com base na previsão anterior. A mesma, por sua vez, é ajustada mediante a utilização do erro cometido, ou seja, diferença entre o previsto e o observado. A parcela do erro é, ao seu tempo, corrigida por um coeficiente ponderação *alfa* que pode variar de 0 a 1.

Makridakis et al. (1998, p.147), apresenta a seguinte definição em relação ao método em questão: “(...) a nova previsão é simplesmente o somatório da previsão

antiga com o ajuste para o erro ocorrido na última previsão”. Essa afirmação é representada a seguir pela equação (3), Makridakis et al. (1998, p.147):

$$F_{t+1} = F_t + \textit{alfa} (Y_t - F_t) \quad (3)$$

Onde:

$F_{t+1}$ : previsão para o período t+1;

$F_t$ : previsão para o período t;

*alfa*: coeficiente de ponderação, assumindo valores entre 0 e 1;

$Y_t$ : valor observado para o período t.

Por fim, Makridakis et al. (1998, p.148), apresenta outra forma de representação da equação (3):

$$F_{t+1} = \textit{alfa} Y_t + (1 - \textit{alfa}) F_t \quad (4)$$

Por essa equação (4), a previsão ( $F_{t+1}$ ) é baseada na ponderação da mais recente observação ( $Y_t$ ), mediante o uso do coeficiente de ponderação (*alfa*), e na ponderação da mais recente previsão ( $F_t$ ) com  $(1 - \textit{alfa})$ . De acordo com o mesmo autor, a equação (4) é considerada a forma geral para se representar o método da suavização exponencial simples. A mesma, por sua vez, tem como elemento facilitador o fato de se precisar somente da mais recente observação, da mais recente previsão e do valor do coeficiente de ponderação *alfa*.

#### 2.4.3 Suavização Exponencial Linear - Método Linear de Holt

O método de suavização exponencial simples, segundo Morettin e Tolo (1981), quando é aplicado em uma série que apresenta tendência entre as observações passadas, fornece previsões que subestimam ou superestimam os valores reais. Neste sentido, com o intuito de evitar esse erro sistemático, foi desenvolvido o método de suavização exponencial linear ou método linear de Holt. O mesmo, mediante o reconhecimento da tendência na série de dados, permite a geração de previsões com maior grau de precisão. Conforme salientam Pindyck e Rubinfeld

(1991), por este modelo, as séries são encontradas mediante a utilização de duas equações e depende de duas constantes de suavização, que variam entre 0 e 1.

A previsão pelo método de suavização exponencial linear é obtida, de acordo com Makridakis et al. (1998, p.158), através do uso de duas constantes de suavização, *alfa* e *beta*, e das equações (5), (6) e (7):

$$L_t = \textit{alfa} Y_t + (1 - \textit{alfa}) (L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5)$$

$$b_t = \textit{beta} (L_t - L_{t-1}) + (1 - \textit{beta}) b_{t-1} \quad (6)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m \quad (7)$$

Onde:

$Y_t$ : valor observado para o período  $t$ .

$L_t$ : estimativa do nível da série temporal no tempo  $t$ ;

$b_t$ : estimativa da tendência da série temporal no tempo  $t$ ;

*alfa*: constantes de suavização, assumindo valores entre 0 e 1;

*beta*: constantes de suavização, assumindo valores entre 0 e 1;

$F_{t+m}$ : previsão para  $m$  períodos futuros;

$m$ : número de períodos futuros.

A equação (5) ajusta  $L_t$  diretamente de acordo com a tendência do período anterior,  $b_{t-1}$ , acrescentando-o ao último valor suavizado,  $L_{t-1}$ . A equação (6), por seu turno, tem por objetivo atualizar a tendência, que é expressa como a diferença entre os dois últimos valores suavizados pela constante *beta*. Por fim, a equação (7) é utilizada para o cálculo das previsões. Neste sentido, a tendência,  $b_t$ , é multiplicada pelo número de períodos futuros,  $m$ , que se deseja determinar a previsão e multiplicada pelo valor de  $L_t$ .

#### 2.4.4 Suavização Exponencial com Sazonalidade e Tendência Linear - Método de Holt-Winters

O método em questão é utilizado devido sua capacidade de manipular séries temporais que apresentem, além da tendência, o componente sazonalidade nos dados. Segundo Makridakis et al. (1998), o método de médias móveis e os métodos

de suavização exponencial simples e suavização exponencial linear são apropriados apenas para dados não sazonais.

De acordo com o mesmo autor, o método de Holt-Winters é baseado em três equações de suavização, isto é, uma referente ao nível, outra para a tendência e a terceira relaciona-se à sazonalidade. Outrossim, torna-se importante salientar que método supracitado possui duas formas. As mesmas, por sua vez, dependem se a sazonalidade for modelada de forma aditiva ou multiplicativa.

O autor supracitado mostra que as equações referentes ao método de Holt-Winters multiplicativo são as seguintes:

$$\text{Nível:} \quad L_t = \text{alfa} (Y_t / S_{t-s}) + (1 - \text{alfa}) (L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (8)$$

$$\text{Tendência:} \quad b_t = \text{beta} (L_t - L_{t-1}) + (1 - \text{beta}) b_{t-1} \quad (9)$$

$$\text{Sazonalidade:} \quad S_t = \text{gama} (Y_t / L_t) + (1 - \text{gama}) S_{t-s} \quad (10)$$

$$\text{Previsão:} \quad F_{t+m} = (L_t + b_t m) S_{t-s+m} \quad (11)$$

Onde:

s: intervalo da sazonalidade;

$L_t$ : nível da série temporal;

$b_t$ : estimaco da tendência;

$S_t$ : componente sazonal;

$F_{t+m}$ : previso para m perodos futuros;

*alfa*: constantes de suavizao, assumindo valores entre 0 e 1;

*beta*: constantes de suavizao, assumindo valores entre 0 e 1;

*gama*: constantes de suavizao, assumindo valores entre 0 e 1;

 luz de Morettin e Tolo (1981), o método multiplicativo considera o fator sazonal  $S_t$  como sendo multiplicativo e a tendência como aditiva. De acordo com Makridakis et al. (1998), a equao (10) pondera o mais recente fator sazonal com  $\gamma$  e  $S_{t-s}$  com  $(1 - \gamma)$ . A equao (9), ao seu tempo, é igual a equao (6) do método linear de Holt. Por fim, a equao (8) difere-se da equao (5) do método linear de Holt pelo fato do primeiro termo ser dividido pelo número sazonal  $S_{t-s}$ . Esse procedimento acontece para eliminar flutuaes sazonais de  $Y_t$ .

Torna-se imperativo salientar que o componente sazonal no método em questão pode ser tratado de forma aditiva. Conforme indica Makridakis et al. (1998, p.169), as equações referentes ao método de suavização exponencial com sazonalidade e tendência linear são as seguintes:

$$\text{Nível:} \quad L_t = \textit{alfa} (Y_t - S_{t-s}) + (1 - \textit{alfa}) (L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (12)$$

$$\text{Tendência:} \quad b_t = \textit{beta} (L_t - L_{t-1}) + (1 - \textit{beta}) b_{t-1} \quad (13)$$

$$\text{Sazonalidade:} \quad S_t = \textit{gama} (Y_t - L_t) + (1 - \textit{gama}) S_{t-s} \quad (14)$$

$$\text{Previsão:} \quad F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (15)$$

As equações (13) e (9) são idênticas. De acordo com o mesmo autor, a única diferença entre as demais expressões dizem respeito ao índices sazonais. Enquanto no método aditivo, os mesmos são somados e subtraídos, no multiplicativo, são multiplicados e divididos.

#### 2.4.5 Classificação de Pegels

Argumenta Makridakis et al. (1998), que quando se utiliza métodos exponenciais que trabalham com tendência e sazonalidade, torna-se importante determinar se os mesmos devem ser aditivos (lineares) ou multiplicativos (não-lineares). Para tanto, a classificação de Pegels fornece uma estrutura com o intuito de discutir a questão supracitada.

Através da classificação de Pegels pode-se apresentar as nove equações referentes aos métodos exponenciais. Para Makridakis et al. (1998, p.170), as mesmas podem ser descritas mediante o uso das seguintes equações:

$$L_t = \textit{alfa} P_t + (1 - \textit{alfa}) Q_t \quad (16)$$

$$b_t = \textit{beta} R_t + (1 - \textit{beta}) b_{t-1} \quad (17)$$

$$S_t = \textit{gama} T_t + (1 - \textit{gama}) S_{t-s} \quad (18)$$

Nas equações acima, os valores apropriados de P, Q, R e T, bem como as previsões para m períodos a frente, são demonstrados no quadro 1:

Quadro 1: Classificação de Pegels

TENDÊNCIA	COMPONENTE SAZONAL		
	SEM	ADITIVO	MULTIPLICATIVO
SEM	$P_t ? Y_t$	$P_t ? Y_t ? S_{t?s}$	$P_t ? \frac{Y_t}{S_{t?s}}$
	$Q_t ? L_{t?1}$	$Q_t ? L_{t?1}$	$Q_t ? L_{t?1}$
		$T_t ? Y_t ? L_t$	$T_t ? \frac{Y_t}{L_t}$
	$F_{t?m} ? L_t$	$F_{t?m} ? L_t ? S_{t?m?s}$	$F_{t?m} ? L_t . S_{t?m?s}$
LINEAR	$P_t ? Y_t$	$P_t ? Y_t ? S_{t?s}$	$P_t ? \frac{Y_t}{S_{t?s}}$
	$Q_t ? L_{t?1} ? b_{t?1}$	$Q_t ? L_{t?1} ? b_{t?1}$	$Q_t ? L_{t?1} ? b_{t?1}$
	$R_t ? L_t ? L_{t?1}$	$R_t ? L_t ? L_{t?1}$	$R_t ? L_t ? L_{t?1}$
		$T_t ? Y_t ? L_t$	$T_t ? \frac{Y_t}{L_t}$
	$F_{t?m} ? L_t ? mb_t$	$F_{t?m} ? L_t ? mb_t ? S_{t?m?s}$	$F_{t?m} ? L_t ? mb_t . S_{t?m?s}$
EXPONENCIAL	$P_t ? Y_t$	$P_t ? Y_t ? S_{t?s}$	$P_t ? \frac{Y_t}{S_{t?s}}$
	$Q_t ? L_{t?1} . b_{t?1}$	$Q_t ? L_{t?1} . b_{t?1}$	$Q_t ? L_{t?1} . b_{t?1}$
	$R_t ? \frac{L_t}{L_{t?1}}$	$R_t ? \frac{L_t}{L_{t?1}}$	$R_t ? \frac{L_t}{L_{t?1}}$
		$T_t ? Y_t ? L_t$	$T_t ? \frac{Y_t}{L_t}$
	$F_{t?m} ? L_t . b_t^m$	$F_{t?m} ? L_t . b_t^m ? S_{t?m?s}$	$F_{t?m} ? L_t . b_t^m . S_{t?m?s}$

Fonte: MAKRIDAKIS, Spyros; WHEELWRIGHT, Steven C; HYNDMAN, Rob J. **Forecasting:** methods and applications. 3º ed. New York: Wiley, 1998.

## 2.5 Erros de Previsão

Em primeiro lugar, torna-se necessário salientar que o cálculo e acompanhamento dos erros de previsão são necessários para o processo de manutenção e monitoramento das previsões geradas. Outrossim, existe a necessidade de acompanhamento do desempenho dos modelos de previsão para que se possa confirmar suas validades e mantê-los atualizados. Este monitoramento, ao seu tempo, é realizado através de cálculos do erro nas previsões e possui os seguintes objetivos:

1. verificar a acurácia dos valores previstos;
2. identificar, isolar e corrigir variações anormais;
3. permitir a escolha de técnicas, ou parâmetros, mais eficientes.

Posteriormente, advoga Davis et al. (2001), que os erros de previsão podem ser classificados em erros aleatórios e distorções. Os primeiros podem ser definidos como aqueles que não podem ser explicados. As distorções, por sua vez, incluem:

1. falha na inclusão de valores corretos;
2. utilização de relacionamentos errados entre variáveis;
3. emprego da linha de tendência errada;
4. localização da demanda sazonal em pontos diferentes de onde ela normalmente ocorre;
5. existência de algumas tendências seculares indeterminadas.

Por fim, torna-se claro que deve-se priorizar a utilização de modelos de previsão que gerem o menor erro no tempo. Esse procedimento assegura maior segurança na seleção de modelos com fins preditivos que possuam maior grau de acurácia.

### 2.5.1 Erro de Previsão

O erro de previsão é definido como a diferença entre o valor atual e o valor previsto para o mesmo período. Conforme Makridakis et al. (1998), se  $Y_t$  é a

observação atual para o período  $t$  e  $F_t$  é a previsão para o mesmo período, o erro de previsão é definido pela equação (19):

$$e_t = Y_t - F_t \quad (19)$$

Onde:

$e_t$ : erro de previsão;

$Y_t$ : observação atual para o período  $t$ ;

$F_t$ : previsão para o período  $t$ .

### 2.5.2 Erro Médio – Mean Error (ME)

O erro médio constitui-se na média dos erros da previsão. Neste sentido, seu valor ideal seria igual a zero. De acordo com Mentzer e Bienstock (1998), o mesmo mede o afastamento médio das previsões em relação aos valores observados. Makridakis et al. (1998), salienta que o erro médio tende a ser pequeno na medida em que os erros negativos e positivos se compensem. Por fim, conforme o mesmo autor, essa medida de acurácia pode ser definida pela equação (20):

$$ME = 1/n \sum_{t=1}^n e_t \quad (20)$$

### 2.5.3 Erro Absoluto Médio – Mean Absolute Error (MAE)

Erro absoluto médio é considerado a média dos erros absolutos. Esse procedimento supera a característica de cancelamento dos erros positivos e negativos presente no erro médio. A equação (21) pode ser utilizada no cálculo da medida em questão:

$$MAE = 1/n \sum_{t=1}^n |e_t| \quad (21)$$

#### 2.5.4 Erro Quadrado Médio – Mean Squared Error (MSE)

Erro quadrado médio define-se como a média do quadrado do desvio entre a previsão e a demanda real. É considerado uma medida importante para a escolha do modelo, pois penaliza mais os maiores desvios, dando pouco valor aos erros baixos. Assim, o ideal é adotar como modelo aquele que minimize a média.

Ilustrando questão relativa à importância do MSE, no que tange a seleção do modelo de previsão, advoga diz Lewis (1997), que o referido erro é utilizado para determinar o modelo de previsão mais preciso. Isto é, considera-se o melhor modelo aquele que possuir o menor MSE. O mesmo é definido através da equação (22):

$$MSE = 1/n \sum_{t=1}^n e_t^2 \quad (22)$$

#### 2.5.5 Erro Percentual Médio – Mean Percentage Error (MPE)

Conforme salienta Makridakis et al. (1998), as medidas de erros anteriores dependem da escala utilizada nos dados. Neste sentido, podem acarretar problemas ou resultados inexpressivos quando são utilizadas como parâmetro em diferentes intervalos de séries temporais. Assim, para que as comparações entre dados que possuam medidas diferentes possam ser realizadas, faz-se necessário a utilização de medidas percentuais do erro. Este, por seu lado, é definido pela equação (23):

$$PE_t = (Y_t - F_t / Y_t) \times 100 \quad (23)$$

Posteriormente ao entendimento do erro percentual, segue o estudo referente ao erro percentual médio. O mesmo é definido como a média de todos os erros percentuais. O valor deve ser próximo de zero, caso contrário, diz-se que o modelo apresenta viés, ou seja, as estimativas estão desviando-se para cima ou para baixo da linha de tendência. A medida supracitada é definida pela equação (24):

$$MPE = 1/n \sum_{t=1}^n PE_t \quad (24)$$

### 2.5.6 Erro Percentual Absoluto Médio – Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

O erro percentual absoluto médio é a média de todos os erros absolutos percentuais. Para Lewis (1997), o mesmo é considerado como uma das medidas de erro mais usadas para se avaliar os métodos de previsão. Outrossim, fornece uma indicação do tamanho médio do erro, expresso como uma percentagem do valor observado, independentemente do erro ser positivo ou negativo.

O erro percentual absoluto médio pode ser calculado mediante a utilização da equação (25):

$$MAPE = 1/n \sum_{t=1}^n \%PE_t \quad (25)$$

Onde:

n: número de períodos;

$\%PE_t$ : erro percentual absoluto.

## 2.6 Estoques

### 2.6.1 Definição

Os estoques, à luz de Slack et al. (1997), podem ser definidos como a acumulação de recursos materiais em um sistema de transformação. Podem ser usados também para descrever qualquer recurso armazenado. Compartilhando de idéia semelhante, Arnold (1999), ressalta que os mesmos são materiais e suprimentos que uma empresa mantém com o intuito de venda ou fornecimento de insumos ou suprimentos para o processo de produção. Por fim, Gitman (2001, p.532), salienta que o “estoque é um ativo circulante necessário que permite que o processo de produção e de venda opere com um mínimo de distúrbio”.

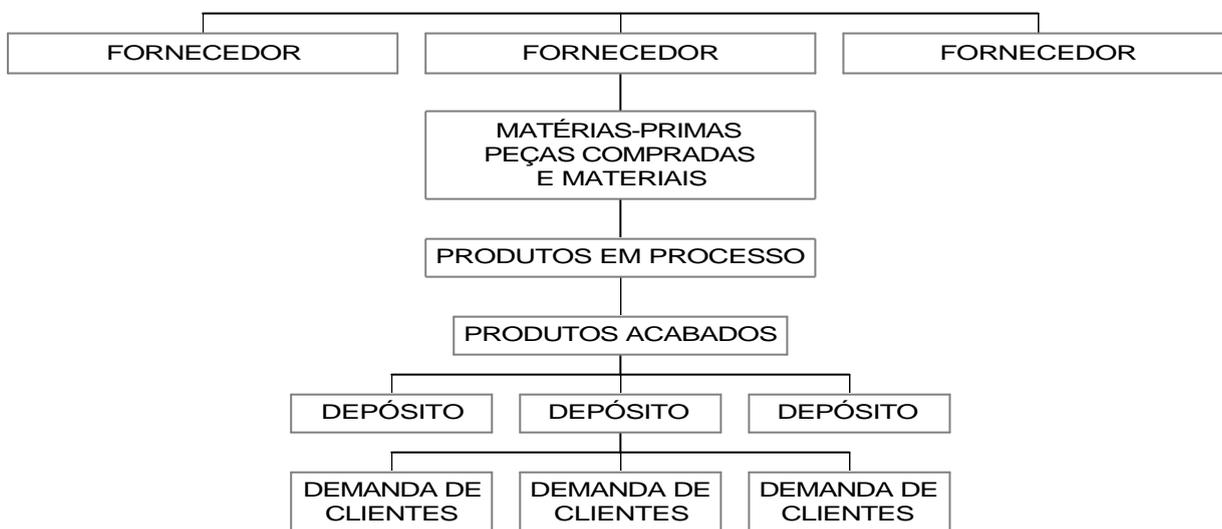
Assim, fica evidente que os estoques possuem funções diversas. Isto é, podem funcionar como elementos reguladores, componentes do fluxo de produção, no fluxo de vendas ou no processo comercial. Neste sentido, as organizações devem priorizar a consecução de vantagens competitivas em relação aos seus concorrentes e a obtenção do máximo de retorno e benefícios em relação ao capital e aos

recursos investidos. Esses benefícios, ou seu tempo, são alcançados mediante uma administração eficaz desse ativo.

### 2.6.2 Classificação

Os estoques, de acordo com Arnold (1999), podem ser classificados de acordo com o fluxo de materiais que entra na empresa, participa do processo produtivo e sai da organização industrial, como mostra a figura 4.

Figura 4: Estoques e o fluxo de materiais



Fonte: ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de Materiais: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 1999.

1. *Estoques de matérias-primas:* São os itens comprados e recebidos que serão utilizados nos processos de transformação dos produtos acabados. Fazem parte desse grupo os materiais comprados, peças componentes e subconjuntos;
2. *Estoques de produtos em processo:* Correspondem às matérias-primas que já entraram no processo produtivo. Entretanto, as mesmas não são produtos acabados, ou seja, ainda estão em operação, sem, contudo, estarem finalizados;

3. *Estoques de produtos acabados*: São os produtos que passaram por todas as etapas do processo de produção e estão prontos para serem comercializados como itens completos. Em suma, são os produtos finais da empresa;
4. *Estoques de distribuição*: Caracterizam-se como estoques de distribuição todos os produtos acabados que encontram-se localizados no sistema de distribuição. Em outras palavras, correspondem aos itens que já foram remetidos de uma unidade fabril e que ainda não chegaram a seu destino final;
5. *Suprimentos de manutenção, de reparo e de operação (MRO)*: Correspondem a esse grupo os itens utilizados na produção que não se agregam ao produto final. São exemplos as ferramentas manuais, peças sobressalentes, lubrificantes e materiais de limpeza.

Por fim, torna-se necessário salientar que existem outras classificações de estoques. À luz de Arnold (1999), os estoques também podem ser classificados de acordo com as funções que desempenham.

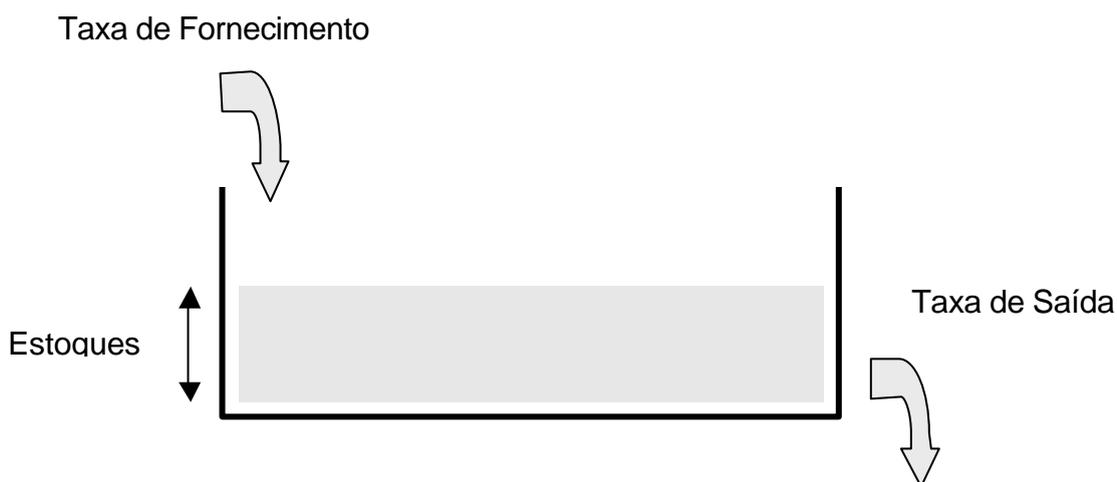
1. *Estoques de antecipação*: Os estoques pertencentes a esse grupo são criados com o intuito de antecipação a uma demanda futura. Pode-se citar como exemplo a criação de estoques antes de uma época de pico de vendas ou de um programa de promoções;
2. *Estoques de segurança*: Os estoques de segurança ou de flutuação possuem como finalidade suprir flutuações aleatórias e imprevisíveis do suprimento, quer seja da demanda ou do *lead time*. Quando a demanda ou o *lead time* são mais elevados que o previsto, haverá uma diminuição dos estoques. Assim, os estoques de segurança são imprescindíveis como elemento de proteção para as empresas em relação a essa possibilidade;
3. *Estoques de tamanho do lote*: São formados quando itens são comprados ou produzidos em quantidades maiores do que o necessário. Esse procedimento

ocorre para se tirar vantagem dos descontos sobre a quantidade, para reduzir as despesas de transporte e custos de escritório e de preparação.

### 2.6.3 Administração

Em primeiro lugar, pode-se dizer que os estoques existem devido às diferenças entre o fornecimento e a demanda. Em situações ideais, se o fornecimento de um determinado item ocorresse exatamente no momento em que fosse demandado, não haveria a necessidade de que o mesmo fosse estocado. Segundo Martins (2000), uma analogia comum é a do tanque de água mostrado na figura 5.

Figura 5: Analogia dos Estoques



Fonte: MARTINS, Petrônio Garcia. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2000.

De acordo com a figura 5, se a taxa de fornecimento de água excede a taxa de demanda, a quantidade estocada aumenta. Se, ao contrário, a taxa de demanda excede a taxa de fornecimento, o estoque diminui. Assim, conclui-se, neste primeiro momento, que um dos objetivos da gestão dos estoques é administrar a relação entre o fornecimento e a demanda. Essa ação, ao seu tempo, visa evitar possíveis faltas ou excessos desses ativos.

Nesse segundo momento, faz-se importante a apresentação dos aspectos positivos de manter estoques. O primeiro refere-se ao atendimento aos clientes. Neste caso os estoques otimizam e maximizam o atendimento aos clientes pois

protegem a empresa da incerteza, já que não é possível prever exatamente a demanda pelo produto comercializado. Em resumo, o atendimento aos clientes na hora certa, com a quantidade certa e requerida proporcionam a obtenção de vantagens competitivas, por parte da organização.

Outro benefício relaciona-se com a economia de escala, já que, para Martins (2000, p.137), “os custos são tipicamente menores quando o produto é fabricado continuamente e em quantidades constantes”. Por fim, como outros aspectos positivos ligados à manutenção dos estoques, pode-se citar a proteção contra contingências (greves, instabilidades políticas e econômicas e outras variáveis exógenas) e contra mudanças de preços em tempos de inflação alta.

Em terceiro lugar, apresentar-se-á os fatores prejudiciais relacionados à decisão de se manter níveis elevados de estoques. De acordo com Arnold (1999), os mesmos representam de 20% a 60% dos ativos totais, ou seja, investimento significativo para a maioria das empresas. Outrossim, são considerados, dentro do ativo circulante, a conta com menor liquidez e maior risco. Isto é, os estoques possuem alto risco pois estão sujeitos a deterioração, obsolescência ou perda dos itens. Em relação a liquidez, os mesmos não são facilmente convertidos em valores monetários. Devido a esse fato, altos investimentos nessa conta podem acarretar problemas em relação ao capital de giro da empresa ou trazer prejuízos em relação aos custos de oportunidade.

Assim, posteriormente aos aspectos supracitados, entende-se que a administração dos estoques deve priorizar a determinação e manutenção de níveis ótimos desses ativos. Com isso, a empresa estará apta para proporcionar atendimento eficaz aos clientes, manutenção de baixos custos operacionais e otimizará a relação entre investimentos, riscos e retornos.

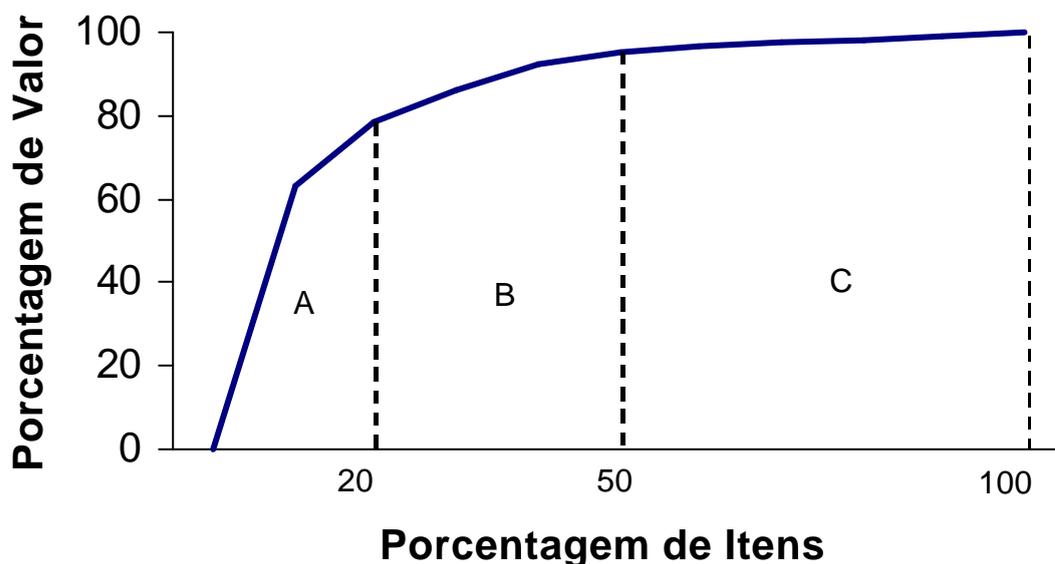
#### 2.6.4 Curva de Pareto

A curva de Pareto, ou classificação ABC, de acordo com Tubino (2000, p.108), “é um método de diferenciação dos estoques segundo sua maior ou menor abrangência em relação a um determinado fator, consistindo em separar os itens por classes de acordo com sua importância relativa”. No âmbito da administração, o processo em questão é fundamental para se determinar a importância de cada item do estoque e de que maneira o mesmo deverá ser controlado. Neste sentido,

segundo Arnold (1999), a curva de Pareto, na medida em que determina a importância relativa dos itens, permite a implantação de diferentes níveis de controle de estoques baseados na importância relativa dos itens.

A curva de Pareto mais utilizada, para Slack et al. (1997), é a que discrimina os itens de estoque de acordo com suas movimentações de valor, ou seja, sua taxa de uso multiplicada por seu valor individual. Porém, pode-se fazer outras classificações tendo como base qualquer parâmetro que se deseje avaliar. Em termos práticos, a técnica em questão divide o estoque em três grupos, isto é, A, B e C. O primeiro grupo consiste dos 20% dos itens de estoque que representam 80% do investimento em unidades monetárias da empresa. O segundo, ao seu tempo, é composto por cerca de 30% dos itens que correspondem a aproximadamente a 15% do investimento em unidades monetárias. Por fim, o último grupo é formado por cerca de 50% dos itens que representam cerca de 5% do investimento em unidades monetárias. Os grupos podem ser visualizados na figura 6.

Figura 6: Curva de Pareto



Assim, procedendo desta forma, a empresa pode determinar o nível e os tipos de procedimentos de controle de estoque necessários. Para Gitman (2001, p.536), “o controle dos itens A deve ser mais intenso devido ao alto investimento em unidades

monetárias envolvido”. Compartilhando de opinião semelhante, Corrêa et al. (2000, p.70), observa o seguinte:

*Na região classificada como A, poucos itens são responsáveis por grande parte do valor de uso total. Logo, estes deveriam ser os itens a merecerem maior atenção gerencial, para os quais vale mais a pena manter controles de estoque mais precisos e rigorosos.*

O grupo B deve possuir um grau de controle intermediário e o C pode ser controlado através do uso de procedimentos rudimentares.

## **2.7 Trabalhos Publicados na Área**

Schwitzky (2001), busca verificar qual o método de previsão de demanda de séries temporais que apresenta a melhor acurácia. Outrossim, visa identificar o impacto da mesma nos estoques de produtos acabados de demanda independente. Para tanto, através de observações e levantamento de dados, realizou-se simulações matemáticas de alguns métodos de previsão estatísticos de séries temporais e verificou-se as acurácias dos mesmos. Posteriormente, determinou-se formas de monitoramento e verificação do impacto da acurácia no nível de estoque de produtos acabados. Utilizando-se dos processos supracitados para determinar o método de previsão que apresenta a melhor acurácia, pode-se melhorar a otimização da relação entre o nível dos estoques de produtos acabados *versus* prazos de entrega de forma a oferecer um bom atendimento aos clientes com melhores níveis de estoques de produtos acabados.

Fabris (2000), propõe um modelo de previsão e acompanhamento da demanda de carnes do mercado de frangos de corte. Neste sentido, o modelo buscou a utilização de duas formas diferentes de previsão. A primeira, utilizando os métodos tradicionais de previsão, buscou verificar os erros cometidos no tempo pelo uso dos mesmos. Procurou-se utilizar nas previsões aquele que gera menor erro acumulado. A segunda forma, em adição às previsões tradicionais, utilizou-se de um método econométrico que, através de uma função, gera-se uma previsão com base em valores previstos de algumas variáveis contextuais no mercado do frango. Após a obtenção das duas previsões, o planejador pode decidir pelo ajuste na previsão final, conforme observação e análise dos erros cometidos por ambas as formas no tempo.

Dias (1999), em seu artigo, propõe a prescrição de um processo de previsão para empresas de bens de consumo para elaboração de previsões a curto prazo. Para tanto, apresenta o processo preditivo constituído de quatro etapas: 1) coletar e analisar dados; 2) fazer a previsão quantitativa – recurso computacional; 3) revisar a previsão e 4) monitorar o erro.

Frizzo (2000), focaliza seu estudo com o intuito de analisar e identificar a relação existente entre os processos de previsão e planejamento. Para tanto, realizou seu trabalho em uma indústria do setor alimentício, ou seja, frigorífico de aves. Por fim, torna-se importante salientar que o autor, para avaliar os erros das previsões de vendas, divide a demanda prevista pela demanda real e multiplica o resultado por 100.

### 3 APLICAÇÃO

Neste capítulo apresenta-se o processo de elaboração dos modelos de previsão de demanda para a amostra de autopeças selecionada, utilizando-se os métodos baseados em séries temporais. Realiza-se o processo de determinação do modelo preditivo com maior grau de acurácia para a geração das previsões. Por fim, o trabalho estabelece um sistema de monitoramento e análise dos erros. O mesmo, ao seu tempo, tem por objetivo acompanhar o desempenho dos modelos de previsão para que se possa confirmar sua validade e mantê-los atualizados.

Com o intuito de alcançar as proposições supracitadas, faz-se necessário estabelecer as seguintes etapas:

1. proposta de gerenciamento da função de previsão;
2. curva de Pareto do estoque de autopeças;
3. série de dados;
4. obtenção dos modelos de previsão;
5. simulação de previsões de demanda;
6. análise dos erros de previsão.

Todas as etapas são explicadas a seguir.

#### 3.1 Proposta de gerenciamento da função de previsão

Primeiramente, antes de tecer comentários acerca da proposta de uma nova forma de gerenciamento da função de previsão para a empresa, faz-se necessário ressaltar a forma atual de gestão utilizada pela mesma. A organização em questão possui dois elementos utilizados no processo preditivo. O primeiro elemento é o *software*, ou seja, CNP revenda system v.9.1. O mesmo tem por função gerar as previsões, baseadas na média dos últimos seis meses e na quantidade de peças existentes, de todas as peças do estoque, isto é, 6.488 itens (posição em out/2001).

A pessoa responsável pela gestão do estoque, estoquista, configura-se no segundo elemento utilizado no processo de previsão da organização. O mesmo tem como principal função a análise das previsões geradas pelo *software* supracitado.

Cerca de 10% das previsões são analisadas, podendo ser alteradas ou não, com base em aspectos subjetivos do estoquista (conhecimento, opinião, discernimento) em relação à demanda. Por fim, efetuam-se os pedidos de compra com base nas previsões geradas. Faz-se necessário dizer que a empresa não utiliza qualquer procedimento de análise em relação aos erros de previsão.

Neste sentido, a primeira proposta de melhoria do processo preditivo refere-se ao método quantitativo, média móvel dos últimos seis meses, pelo qual o *software* gera as previsões. Uma vez que cerca de 90% das previsões não sofrem qualquer tipo de estudo posterior e que as demandas possuem padrões diversos (tendência, sazonalidade, etc.), torna-se imperativo a utilização de um *software* que possua outros métodos quantitativos de previsão. Por exemplo, os métodos exponenciais, que de acordo com Lewis (1997), são considerados os mais adequados para a previsão de estoque. Por fim, um segundo aspecto importante refere-se ao processo de estudo e monitoramento dos erros de previsão. Através do processo supracitado, pode-se avaliar a acurácia e precisão das previsões.

### **3.2 Curva de Pareto do Estoque de Autopeças**

A determinação da amostra para a posterior coleta da série temporal foi estabelecida através da curva de Pareto, conforme descrito no item 2.6.4. A curva de Pareto foi obtida mediante a utilização de dois parâmetros. O primeiro relaciona-se com a quantidade de peças vendidas, ou seja, a demanda média dos últimos seis meses (05/2001, 06/2001, 07/2001, 08/2001, 09/2001 e 10/2001) – Grupo A (70% da demanda), Grupo B (20% da demanda) e Grupo C (10% da demanda). O segundo parâmetro, ao seu tempo, refere-se ao valor da demanda, isto é, o resultado da multiplicação da demanda média dos últimos seis meses pelo valor de reposição de cada item – Grupo X (70% do valor da demanda), Grupo Y (20% do valor da demanda) e Grupo Z (10% do valor da demanda).

Neste sentido, a amostra é composta pelas peças que possuem a classificação AX (maior demanda e maior investimento). É importante dizer que a curva de Pareto foi desenvolvida em outubro de 2001, pelo *software* da empresa.

Em relação à população da qual a amostra foi extraída, faz-se necessário ressaltar que a mesma possui 6.488 itens em estoque (posição em out/2001), sendo constituída somente pelas peças Volkswagen. Já a amostra, determinada pela curva

de Pareto possui 151 peças. Essas, ao seu tempo, caracterizam-se pelo maior giro financeiro e mais elevado valor de reposição. A classificação das peças originais Volkswagen encontra-se no anexo A.

Posteriormente ao processo de classificação através da curva de Pareto, a amostra selecionada foi agrupada de acordo com as categorias de cada peça:

1. Categoria 1 - Peças do Motor;
2. Categoria 2 - Peças do Eixo Dianteiro;
3. Categoria 3 - Peças do Eixo Traseiro;
4. Categoria 4 - Peças de Roda e Freio;
5. Categoria 5 - Peças do Chassi;
6. Categoria 6 - Peças da Carroceria;
7. Categoria 7 - Peças Elétricas;
8. Categoria 8 - Peças Normalizadas;
9. Categoria 9 - Acessório Original;
10. Categoria 10 - Peças Importadas.

Após a denominação das categorias presentes na amostra, o anexo B apresenta as categorias e o agrupamento de peças correspondente.

### **3.3 Série de Dados**

A coleta da série de dados da amostra teve como horizonte de tempo o período de janeiro de 1996 até dezembro de 2001. Em primeiro lugar, coletou-se os dados de todas as peças da amostra. Posteriormente, para se estabelecer os modelos de previsão, utilizou-se a demanda total das peças por categorias.

A demanda total das peças por categorias, de janeiro de 1996 à dezembro de 2001, encontra-se no anexo C. Para melhor visualização do comportamento da demanda histórica, os gráficos de cada categoria de peças são ilustrados no anexo D.

### 3.3.1 Análise Preliminar dos Dados

Neste momento, analisar-se-á, de modo preliminar, os padrões existentes na demanda das categorias, ou seja, tendência e sazonalidade. Em relação à tendência, nota-se a existência da mesma, em toda a série ou somente em alguns períodos, praticamente em todas as categorias. As exceções apresentam-se nas categorias 2 e 4.

Em se tratando do padrão de sazonalidade, advoga Arnold (1999, p.244), que “uma indicação útil do grau de variação sazonal para um produto é o índice sazonal. Trata-se de uma estimativa de quanto a demanda, durante um determinado período, será maior ou menor que a média do produto”. Neste sentido, a tabela 1 apresenta os índices sazonais, por trimestre, de todas as categorias de peças e de todo o período (janeiro de 96 ao mês de dezembro de 2001).

Tabela 1: Índices Sazonais

	Trimestre			
	1	2	3	4
	Índices Sazonais			
Categoria 1	1,06	0,93	0,96	1,05
Categoria 2	0,94	0,92	1,07	1,06
Categoria 3	0,92	0,91	1,01	1,15
Categoria 4	0,98	0,96	1,01	1,06
Categoria 5	1,23	0,88	0,91	0,98
Categoria 6	1,08	0,88	0,98	1,07
Categoria 7	1,03	0,89	1,03	1,06
Categoria 8	0,94	0,92	1,04	1,11
Categoria 9	0,86	0,94	1,09	1,11
Categoria 10	1,05	0,89	0,80	1,25

### 3.4 Obtenção, Comparação e Seleção dos Modelos de Previsão

O objetivo deste tópico é determinar o modelo de previsão com maior grau de acurácia para cada uma das 10 categorias de peças apresentadas anteriormente. Para tanto, utilizar-se-á os modelos exponenciais de previsão e as médias móveis (últimos 3, 6, 9 e 12 meses). Portanto, torna-se importante salientar que a série de dados a ser utilizada refere-se ao período de janeiro de 96 à setembro de 2001. Os meses de outubro, novembro e dezembro de 2001 serão utilizados como comparações entre os valores previstos e observados.

Os cálculos dos modelos exponenciais, bem como a escolha dos coeficientes, foram realizados mediante o uso de pacote estatístico. A escolha dos coeficientes, por sua vez, ocorreu pela minimização do erro percentual absoluto médio (MAPE). As médias móveis, ao seu tempo, foram calculadas através da utilização de planilhas eletrônicas.

Por fim, ressalta-se que a empresa em estudo utiliza como modelo de previsão a média móvel dos seis últimos meses. Neste sentido, considerações e comparações acerca do grau de acurácia do mesmo, em relação aos demais modelos apresentados, serão realizadas no decorrer desta subseção.

### 3.4.1 Categoria 1 - Peças do Motor

Nas tabelas 2 a 5 são apresentadas as medidas de erro e os coeficientes *alfa*, *beta*, e *gama* (atribuídos somente para os modelos exponenciais) para os 13 métodos de previsão aplicados em relação à categoria 1 – peças do motor.

Tabela 2: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 1

	Sem Tendência		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	8,39	36,82	13,46
Erro absoluto médio	181,55	181,81	171,57
Soma de quadrados dos erros	6.621.955,17	6.799.844,31	5.821.528,43
Erro quadrado médio	95.970,36	98.548,47	84.369,98
Erro percentual médio	(5,96)	(3,30)	(3,98)
Erro percentual absoluto médio	23,48	24,54	21,24
Alfa	0,508	0,232	0,557
Beta		0,313	
Gama			

Tabela 3: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 1

	Tendência Linear		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	16,83	22,69	1,41
Erro absoluto médio	165,76	179,18	160,34
Soma de quadrados dos erros	6.032.035,64	7.043.536,68	5.266.851,79
Erro quadrado médio	87.420,81	102.080,24	76.331,19
Erro percentual médio	(3,35)	(5,74)	(5,60)
Erro percentual absoluto médio	18,95	23,83	18,66
Alfa	0,289	0,107	0,310
Beta		0,343	
Gama		0,031	0,009

Tabela 4: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 1

	Tendência Exponencial		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	57,09	30,91	27,42
Erro absoluto médio	182,84	179,54	156,61
Soma de quadrados dos erros	6.958.143,84	6.772.522,49	5.373.280,38
Erro quadrado médio	100.842,66	98.152,50	77.873,63
Erro percentual médio	7,14	(1,16)	(1,37)
Erro percentual absoluto médio	20,63	22,86	<b>17,74</b>
Alfa	0,588	0,204	0,266
Beta		0,405	0,00
Gama	0,020	0,00	0,00

Tabela 5: Comparação entre médias móveis - categoria 1

	Média Móvel- 12 meses	Média Móvel- 9 meses	Média Móvel- 6 meses	Média Móvel- 3 meses
Erro médio	81,07	54,66	34,33	20,34
Erro absoluto médio	215,71	206,44	194,10	179,66
Soma de quadrados dos erros	8.505.810,31	7.910.086,05	6.925.438,56	6.469.738,00
Erro quadrado médio	141.763,51	125.556,92	104.930,89	93.764,32
Erro percentual médio	3,44	1,49	0,11	(1,13)
Erro percentual absoluto médio	22,71	22,44	21,03	19,79

Em relação ao processo de comparação e seleção dos modelos preditivos apresentados, torna-se imperativo ressaltar que o erro percentual absoluto médio (MAPE) será a estatística escolhida para a classificação e posterior seleção dos modelos. Em síntese, o método de previsão que obtiver o menor erro percentual absoluto médio será admitido como o mais preciso, ou seja, com maior grau de acurácia.

Neste sentido, tendo como base a proposição anterior, constata-se que o método exponencial caracterizado pela tendência exponencial e sazonalidade multiplicativa é o mais apropriado (MAPE = 17,74), dentre os modelos apresentados, para se gerar previsões para os dados pertencentes à categoria 1 – Peças do Motor.

Finalmente, em se tratando do modelo de previsão utilizado pela empresa em questão, média móvel dos 6 últimos meses, pode-se constatar que o mesmo classifica-se como o sexto melhor método (1º-exponencial com tendência exponencial e sazonalidade multiplicativa, 2º- exponencial com tendência linear e sazonalidade multiplicativa, 3º- exponencial com tendência linear e sem sazonalidade, 4º-média móvel dos 3 últimos meses e 5º- exponencial com tendência exponencial e sem sazonalidade). Esta classificação obedece ao mesmo critério utilizado na escolha do melhor modelo, ou seja, o valor do erro percentual absoluto médio (MAPE).

#### 3.4.2 Categoria 2 - Peças do Eixo Dianteiro

A seguir, serão apresentadas, nas tabelas 6 a 9, as medidas de erro e os coeficientes *alfa*, *beta*, e *gama* (atribuídos somente para os modelos exponenciais) para os 13 métodos de previsão aplicados em relação à categoria 2 – peças do eixo dianteiro.

Tabela 6: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 2

	Sem Tendência		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	7,05	5,01	3,00
Erro absoluto médio	58,45	49,86	49,38
Soma de quadrados dos erros	383.140,99	285.497,53	301.247,43
Erro quadrado médio	5.552,77	4.137,65	4.365,90
Erro percentual médio	(6,09)	(4,16)	(4,10)
Erro percentual absoluto médio	26,10	22,23	21,06
Alfa	0,133	0,212	0,228
Beta		0,00	0,00
Gama			

Tabela 7: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 2

	Tendência Linear		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	8,88	0,11	(2,44)
Erro absoluto médio	59,90	50,98	50,18
Soma de quadrados dos erros	417.604,48	291.416,97	308.040,59
Erro quadrado médio	6.052,24	4.223,43	4.464,36
Erro percentual médio	(4,90)	(6,71)	(6,27)
Erro percentual absoluto médio	26,28	23,27	21,79
Alfa	0,135	0,187	0,282
Beta		0,00	0,00
Gama	0,025	0,010	0,007

Tabela 8: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 2

	Tendência Exponencial		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	36,02	10,84	16,99
Erro absoluto médio	73,69	49,87	49,39
Soma de quadrados dos erros	553.455,86	283.828,18	316.680,68
Erro quadrado médio	8.021,10	4.113,45	4.589,58
Erro percentual médio	11,93	(0,59)	2,22
Erro percentual absoluto médio	30,72	21,68	<b>19,92</b>
Alfa	0,707	0,379	0,219
Beta		0,00	0,00
Gama	0,037	0,00	0,00

Tabela 9: Comparação entre médias móveis - categoria 2

	Média Móvel- 12 meses	Média Móvel- 9 meses	Média Móvel- 6 meses	Média Móvel- 3 meses
Erro médio	6,09	6,23	3,47	1,82
Erro absoluto médio	64,71	63,98	62,14	60,97
Soma de quadrados dos erros	427.776,06	413.492,49	402.055,06	391.152,11
Erro quadrado médio	7.129,60	6.563,37	6.091,74	5.668,87
Erro percentual médio	(7,83)	(6,86)	(7,26)	(6,80)
Erro percentual absoluto médio	29,10	28,69	28,01	27,53

Tendo como base o mesmo critério supracitado, isto é, o valor do erro percentual absoluto médio, verifica-se que o modelo com maior grau de certeza é o método exponencial caracterizado por possuir tendência exponencial e sazonalidade multiplicativa (MAPE = 19,92). Paralelamente, o método preditivo utilizado pela empresa (média móvel dos 6 últimos meses) classifica-se em décimo lugar em acurácia (1º-exponencial com tendência exponencial e sazonalidade multiplicativa, 2º-exponencial sem tendência e sazonalidade multiplicativa, 3º- exponencial com

tendência exponencial e sazonalidade aditiva, 4<sup>o</sup>-exponencial com tendência linear e sazonalidade multiplicativa, 5<sup>o</sup>-exponencial sem tendência e sazonalidade aditiva, 6<sup>o</sup>-exponencial com tendência linear e sazonalidade aditiva, 7<sup>o</sup>- exponencial sem tendência e sem sazonalidade, 8<sup>o</sup>-exponencial com tendência linear e sem sazonalidade e 9<sup>o</sup>-média móvel dos 3 últimos meses).

### 3.4.3 Categoria 3 - Peças do Eixo Traseiro

Nas tabelas 10 a 13 encontram-se as medidas de erro e os coeficientes *alfa*, *beta*, e *gama* (atribuídos somente para os modelos exponenciais) para os 13 modelos preditivos aplicados à categoria 3 – peças do eixo traseiro.

Tabela 10: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 3

	Sem Tendência		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	11,49	9,69	14,62
Erro absoluto médio	65,76	64,38	60,71
Soma de quadrados dos erros	621.071,65	540.348,54	580.533,99
Erro quadrado médio	9.001,04	7.831,14	8.413,54
Erro percentual médio	(23,23)	(18,04)	(18,66)
Erro percentual absoluto médio	45,00	42,12	40,22
Alfa	0,218	0,318	0,200
Beta		0,00	0,00
Gama			

Tabela 11: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 3

	Tendência Linear		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	(1,33)	(2,15)	(1,31)
Erro absoluto médio	65,08	58,49	60,30
Soma de quadrados dos erros	536.236,69	527.283,88	530.518,81
Erro quadrado médio	7.771,55	7.641,80	7.688,68
Erro percentual médio	(10,87)	(13,58)	(14,09)
Erro percentual absoluto médio	31,81	32,05	31,35
Alfa	0,153	0,107	0,219
Beta		0,00	0,00
Gama	0,00	0,156	0,054

Tabela 12: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 3

	Tendência Exponencial		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	-3,06758E+16	14,00	25,02
Erro absoluto médio	3,06758E+16	58,73	58,70
Soma de quadrados dos erros	4,32761E+35	510.014,37	554.213,17
Erro quadrado médio	6,27189E+33	7.391,51	8.032,07
Erro percentual médio	-7,80183E+15	(7,41)	(5,16)
Erro percentual absoluto médio	7,80183E+15	32,28	30,70
Alfa	0,216	0,126	0,145
Beta		0,00	0,00
Gama	0,057	0,025	0,00

Tabela 13: Comparação entre médias móveis - categoria 3

	Média Móvel- 12 meses	Média Móvel- 9 meses	Média Móvel- 6 meses	Média Móvel- 3 meses
Erro médio	27,38	21,32	15,13	9,29
Erro absoluto médio	72,96	70,34	69,18	71,97
Soma de quadrados dos erros	662.478,40	626.122,72	606.210,89	637.990,67
Erro quadrado médio	11.041,31	9.938,46	9.185,01	9.246,24
Erro percentual médio	0,03	(1,31)	(2,89)	(5,11)
Erro percentual absoluto médio	27,12	<b>27,09</b>	27,31	30,30

Em relação ao processo de classificação dos modelos referentes à categoria 3, verifica-se que o melhor método, de acordo com o erro percentual absoluto médio, é o das médias móveis dos 9 últimos meses. A média móvel dos 6 últimos meses, método utilizado pela empresa, foi o terceiro modelo melhor colocado em termos de grau de acurácia (1<sup>o</sup>-média móvel dos 9 últimos meses e 2<sup>o</sup>-média móvel dos 12 últimos meses).

#### 3.4.4 Categoria 4 - Peças de Roda e Freio

As tabelas 14 a 17 exibem os erros e os coeficientes *alfa*, *beta*, e *gama* (modelos exponenciais) para os 13 métodos preditivos da categoria 4 – peças de roda e freio.

Tabela 14: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 4

	Sem Tendência		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	0,27	0,42	0,56
Erro absoluto médio	12,42	11,27	11,16
Soma de quadrados dos erros	15.697,17	12.313,31	12.569,34
Erro quadrado médio	227,50	178,45	182,16
Erro percentual médio	(6,56)	(4,49)	(4,24)
Erro percentual absoluto médio	22,82	20,43	20,22
Alfa	0,007	0,073	0,037
Beta		0,00	0,00
Gama			

Tabela 15: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 4

	Tendência Linear		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	6,66	(0,71)	(1,03)
Erro absoluto médio	13,31	11,00	10,91
Soma de quadrados dos erros	18.631,80	11.890,14	12.400,70
Erro quadrado médio	270,03	172,32	179,72
Erro percentual médio	5,13	(5,53)	(6,02)
Erro percentual absoluto médio	21,95	19,98	<b>19,85</b>
Alfa	0,012	0,325	0,278
Beta		0,00	0,00
Gama	0,021	0,00	0,00

Tabela 16: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 4

	Tendência Exponencial		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	6,17	(1,56)	(1,82)
Erro absoluto médio	13,89	11,19	10,99
Soma de quadrados dos erros	20.675,45	12.302,01	13.133,09
Erro quadrado médio	299,64	178,29	190,33
Erro percentual médio	5,35	(6,85)	(7,15)
Erro percentual absoluto médio	23,14	20,52	20,09
Alfa	0,368	0,397	0,339
Beta			
Gama	0,033	0,004	0,035

Tabela 17: Comparação entre médias móveis - categoria 4

	Média Móvel- 12 meses	Média Móvel- 9 meses	Média Móvel- 6 meses	Média Móvel- 3 meses
Erro médio	(0,85)	(0,35)	0,29	0,43
Erro absoluto médio	13,06	13,17	12,62	13,91
Soma de quadrados dos erros	14.625,12	15.456,31	14.807,11	19.459,78
Erro quadrado médio	243,75	245,34	224,35	282,03
Erro percentual médio	(8,16)	(7,02)	(5,35)	(5,26)
Erro percentual absoluto médio	23,97	23,76	22,75	24,97

Baseando-se no valor do erro percentual absoluto médio como indicador para o processo e seleção dos modelos, constata-se que o método exponencial que apresenta a tendência linear e a sazonalidade multiplicativa (MAPE = 19,85) configura-se no mais apropriado, dentre os modelos apresentados, para se gerar previsões. O método utilizado pela organização em pauta (média móvel dos últimos 6 meses), de acordo com a mesma classificação, é considerado o oitavo melhor modelo preditivo (1º-exponencial com tendência linear e sazonalidade multiplicativa, 2º-exponencial com tendência linear e sazonalidade aditiva, 3º-exponencial com tendência exponencial e sazonalidade multiplicativa, 4º-exponencial sem tendência e sazonalidade multiplicativa, 5º-exponencial sem tendência e sazonalidade aditiva, 6º-exponencial com tendência exponencial e sazonalidade aditiva e 7º-exponencial com tendência linear sem sazonalidade)

#### 3.4.5 Categoria 5 - Peças do Chassi

A seguir, as tabelas 18 a 21 apresentam as medidas de erro e os coeficientes *alfa*, *beta*, e *gama* (atribuídos para os modelos exponenciais) em relação aos 13 modelos de previsão apresentados. Os mesmos são aplicados à categoria 5 – peças do chassi.

Tabela 18: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 5

	Sem Tendência		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	0,04	0,16	(0,01)
Erro absoluto médio	3,04	2,69	2,65
Soma de quadrados dos erros	1.110,89	907,38	898,36
Erro quadrado médio	16,10	13,15	13,02
Erro percentual médio	(34,58)	(32,18)	(30,44)
Erro percentual absoluto médio	66,02	60,35	56,16
Alfa	0,637	0,184	0,440
Beta		0,00	0,00
Gama			

Tabela 19: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 5

	Tendência Linear		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	(0,06)	0,10	(0,03)
Erro absoluto médio	2,93	2,68	2,68
Soma de quadrados dos erros	1.097,68	893,07	924,34
Erro quadrado médio	15,91	12,94	13,40
Erro percentual médio	(45,57)	(31,38)	(29,60)
Erro percentual absoluto médio	69,62	59,90	<b>55,78</b>
Alfa	0,132	0,207	0,385
Beta		0,00	0,00
Gama	0,00	0,00	0,054

Tabela 20: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 5

	Tendência Exponencial		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	(2,85)	(0,01)	(0,08)
Erro absoluto médio	5,73	2,68	2,64
Soma de quadrados dos erros	6.435,47	900,82	895,51
Erro quadrado médio	93,27	13,06	12,98
Erro percentual médio	(68,93)	(34,71)	(31,53)
Erro percentual absoluto médio	103,99	60,82	56,30
Alfa	0,776	0,184	0,435
Beta		0,00	0,00
Gama	0,748	0,00	0,00

Tabela 21: Comparação entre médias móveis - categoria 5

	Média Móvel- 12 meses	Média Móvel- 9 meses	Média Móvel- 6 meses	Média Móvel- 3 meses
Erro médio	(0,20)	0,09	0,07	(0,06)
Erro absoluto médio	2,94	3,14	3,01	3,21
Soma de quadrados dos erros	889,82	1.169,53	1.196,11	1.199,56
Erro quadrado médio	14,83	18,56	18,12	17,38
Erro percentual médio	(40,57)	(36,30)	(37,07)	(41,72)
Erro percentual absoluto médio	64,75	63,40	63,40	72,73

Primeiramente, torna-se importante salientar que os modelos apresentados possuem valores excessivamente altos em relação ao erro percentual absoluto médio. Esse fato compromete a qualidade e, conseqüentemente, a utilização das previsões geradas. Em segundo lugar, em termos de classificação dos métodos preditivos, o que obteve melhor colocação foi o exponencial com tendência linear e sazonalidade multiplicativa (MAPE = 55,78). Por fim, acerca do processo de previsão utilizado pela empresa, média móvel dos 6 últimos meses, verifica-se que o mesmo obteve o sétimo lugar em relação ao erro percentual absoluto médio (1º- exponencial com tendência linear com sazonalidade multiplicativa, 2º-exponencial sem tendência com sazonalidade multiplicativa, 3º-exponencial com tendência exponencial com sazonalidade multiplicativa, 4º-exponencial com tendência linear com sazonalidade aditiva, 5º-exponencial sem tendência com sazonalidade aditiva e 6º-exponencial com tendência exponencial com sazonalidade aditiva).

#### 3.4.6 Categoria 6 - Peças da Carroceria

As tabelas 22 a 25, exibidas a seguir, destacam as medidas de erro e os coeficientes *alfa*, *beta*, e *gama* (atribuídos somente para os modelos exponenciais). As mesmas, por seu turno, referem-se aos 13 modelos (9 exponenciais e 4 médias móveis), apresentados anteriormente, que aplicam-se na categoria 6 – peças da carroceria.

Tabela 22: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 6

	Sem Tendência		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	(0,14)	(0,01)	(0,35)
Erro absoluto médio	15,49	14,00	14,08
Soma de quadrados dos erros	26.929,63	24.407,92	24.482,35
Erro quadrado médio	390,28	353,74	354,82
Erro percentual médio	(11,21)	(10,73)	(11,97)
Erro percentual absoluto médio	29,70	28,54	29,05
Alfa	0,699	0,736	0,727
Beta		0,00	0,00
Gama			

Tabela 23: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 6

	Tendência Linear		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	0,48	(0,68)	(0,88)
Erro absoluto médio	14,48	12,91	12,56
Soma de quadrados dos erros	22.617,22	17.674,57	17.639,39
Erro quadrado médio	327,79	256,15	255,64
Erro percentual médio	(2,83)	(7,01)	(6,72)
Erro percentual absoluto médio	21,56	23,13	<b>21,08</b>
Alfa	0,385	0,490	0,421
Beta		0,00	0,00
Gama	0,00	0,00	0,00

Tabela 24: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 6

	Tendência Exponencial		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	(5,35)	18,16	(9,78)
Erro absoluto médio	17,34	19,93	15,90
Soma de quadrados dos erros	35.997,73	41.445,93	29.463,63
Erro quadrado médio	521,71	600,67	427,01
Erro percentual médio	(15,49)	19,34	(17,31)
Erro percentual absoluto médio	28,59	29,88	25,74
Alfa	0,868	0,750	0,336
Beta		0,00	0,00
Gama	0,241	0,001	0,00

Tabela 25: Comparação entre médias móveis - categoria 6

	Média Móvel- 12 meses	Média Móvel- 9 meses	Média Móvel- 6 meses	Média Móvel- 3 meses
Erro médio	3,01	2,75	1,60	0,64
Erro absoluto médio	19,59	19,08	16,65	14,70
Soma de quadrados dos erros	34.123,29	32.549,58	27.378,64	23.310,22
Erro quadrado médio	568,72	516,66	414,83	337,83
Erro percentual médio	(1,48)	(0,80)	(1,70)	(3,71)
Erro percentual absoluto médio	24,43	24,14	21,77	21,68

No que se refere ao processo de classificação dos modelos em questão, tendo como base o valor do erro percentual absoluto médio, pode-se considerar que o modelo exponencial com tendência linear e sazonalidade multiplicativa (MAPE = 21,08) gera previsões com maior grau de acurácia. Outrossim, torna-se necessário dizer que o método de previsão utilizado pela empresa (média móvel dos 6 últimos meses) pode ser admitido como o quarto modelo com maior precisão, de acordo com o mesmo critério estabelecido (1º-exponencial com tendência linear e sazonalidade multiplicativa; 2º-exponencial com tendência linear e sem sazonalidade e 3º-média móvel dos 3 últimos meses).

### 3.4.7 Categoria 7 - Peças Elétricas

Nesta etapa são apresentadas as tabelas 26 a 29. As mesmas ressaltam as medidas de erro e os coeficientes *alfa*, *beta*, e *gama* (atribuídos aos modelos exponenciais). Torna-se imperativo salientar que as estatísticas em questão referem-se aos 13 modelos, descritos anteriormente, aplicados à categoria 7—peças elétricas.

Tabela 26: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 7

	Sem Tendência		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	4,99	7,11	7,85
Erro absoluto médio	40,97	36,03	34,73
Soma de quadrados dos erros	187.568,72	162.815,88	164.063,40
Erro Quadrado médio	2.718,39	2.359,65	2.377,73
Erro percentual médio	(6,03)	(3,19)	(3,35)
Erro percentual absoluto médio	26,42	22,81	21,80
Alfa	0,367	0,308	0,276
Beta		0,006	0,00
Gama			

Tabela 27: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 7

	Tendência Linear		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	(0,40)	(0,38)	0,69
Erro absoluto médio	39,92	34,80	33,50
Soma de quadrados dos erros	181.826,12	140.638,15	148.629,71
Erro Quadrado médio	2.635,16	2.038,23	2.154,05
Erro percentual médio	(8,17)	(6,10)	(5,75)
Erro percentual absoluto médio	24,73	21,55	<b>20,14</b>
Alfa	0,260	0,344	0,249
Beta			
Gama	0,038	0,008	0,037

Tabela 28: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 7

	Tendência Exponencial		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	(0,63)	(0,84)	(0,88)
Erro absoluto médio	45,13	35,35	33,75
Soma de quadrados dos erros	214.823,41	142.143,76	142.133,75
Erro Quadrado médio	3.113,38	2.060,05	2.059,91
Erro percentual médio	(2,86)	(5,59)	(5,88)
Erro percentual absoluto médio	27,77	21,97	20,63
Alfa	0,524	0,387	0,345
Beta		0,00	0,00
Gama	0,168	0,00	0,00

Tabela 29: Comparação entre médias móveis - categoria 7

	Média Móvel- 12 meses	Média Móvel- 9 meses	Média Móvel- 6 meses	Média Móvel- 3 meses
Erro médio	17,52	13,20	9,31	4,57
Erro absoluto médio	48,60	46,10	43,19	43,36
Soma de quadrados dos erros	255.868,45	229.456,65	209.989,83	205.015,33
Erro Quadrado médio	4.264,47	3.642,17	3.181,66	2.971,24
Erro percentual médio	1,97	0,78	(0,60)	(3,24)
Erro percentual absoluto médio	24,55	23,98	23,30	24,61

O método com maior grau de precisão, no que tange a geração das previsões, é o exponencial com tendência linear e sazonalidade multiplicativa (MAPE = 20,14). O critério de avaliação, por sua vez, foi o erro percentual absoluto médio. Já o modelo da média móvel dos 6 últimos meses, utilizado pela empresa, foi o sétimo melhor colocado acerca do grau de acurácia (1º-exponencial com tendência linear com sazonalidade multiplicativa, 2º-exponencial com tendência exponencial com sazonalidade multiplicativa, 3º-exponencial com tendência linear com sazonalidade

aditiva, 4<sup>o</sup>- exponencial sem tendência e sazonalidade multiplicativa, 5<sup>o</sup>- exponencial com tendência exponencial e sazonalidade aditiva e 6<sup>o</sup>- exponencial sem tendência e sazonalidade aditiva).

### 3.4.8 Categoria 8 - Peças Normalizadas

Nas tabelas 30 a 33 são apresentadas as medidas de erro e os coeficientes *alfa*, *beta*, e *gama* (atribuídos somente para os modelos exponenciais) para os 13 métodos de previsão aplicados em relação à categoria 8 – peças normalizadas.

Tabela 30: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 8

	Sem Tendência		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	5,75	3,94	4,83
Erro absoluto médio	26,68	22,25	21,64
Soma de quadrados dos erros	87.763,67	53.694,60	54.888,69
Erro quadrado médio	1.271,94	778,18	795,49
Erro percentual médio	(1,19)	(0,65)	(0,22)
Erro percentual absoluto médio	15,77	13,14	12,77
Alfa	0,044	0,146	0,114
Beta		0,00	0,00
Gama			

Tabela 31: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 8

	Tendência Linear		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	6,54	0,07	(1,98)
Erro absoluto médio	25,17	20,90	19,98
Soma de quadrados dos erros	79.768,85	44.926,49	42.777,86
Erro quadrado médio	1.156,07	651,11	619,97
Erro percentual médio	(0,42)	(2,28)	(3,28)
Erro percentual absoluto médio	14,60	12,35	11,98
Alfa	0,007	0,008	0,001
Beta		0,00	0,00
Gama	0,00	0,672	1,00

Tabela 32: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 8

	Tendência Exponencial		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	1,27	5,13	1,66
Erro absoluto médio	29,45	20,48	21,18
Soma de quadrados dos erros	95.710,87	44.288,06	53.115,24
Erro quadrado médio	1.387,11	641,86	769,79
Erro percentual médio	(1,39)	0,56	(1,49)
Erro percentual absoluto médio	16,69	<b>11,83</b>	12,41
Alfa	0,454	0,00	0,029
Beta		0,00	0,00
Gama	0,173	0,199	0,612

Tabela 33: Comparação entre médias móveis - categoria 8

	Média Móvel- 12 meses	Média Móvel- 9 meses	Média Móvel- 6 meses	Média Móvel- 3 meses
Erro médio	6,89	6,32	5,59	2,96
Erro absoluto médio	26,08	27,18	27,85	27,86
Soma de quadrados dos erros	58.310,83	65.770,22	73.050,83	82.951,67
Erro quadrado médio	971,85	1.043,97	1.106,83	1.202,20
Erro percentual médio	1,30	1,02	0,74	(0,91)
Erro percentual absoluto médio	13,57	14,30	14,77	15,54

Em relação aos modelos apresentados, pode-se perceber que aquele possui o maior grau de acurácia, de acordo com o valor do erro percentual absoluto médio, é o exponencial com tendência exponencial e sazonalidade aditiva (MAPE = 11,83). O modelo utilizado pela empresa (média móvel dos 6 últimos meses) pode ser admitido como o décimo em termos de precisão na geração das previsões (1º-exponencial com tendência exponencial e sazonalidade aditiva, 2º- exponencial com tendência linear e sazonalidade multiplicativa, 3º-exponencial com tendência linear e sazonalidade aditiva, 4º-exponencial com tendência exponencial e sazonalidade multiplicativa, 5º-exponencial sem tendência e sazonalidade multiplicativa, 6º- exponencial sem tendência e sazonalidade aditiva, 7º-média móvel dos 12 últimos meses, 8º- média móvel dos 9 últimos meses e 9º-exponencial com tendência linear e sem sazonalidade).

#### 3.4.9 Categoria 9 - Acessório Original

Neste momento, serão apresentadas as tabelas 34 a 37. As mesmas, por sua vez, mostram os valores dos erros e dos coeficientes *alfa*, *beta*, e *gama* (atribuídos

somente para os modelos exponenciais). Esses erros e coeficientes são conseqüentes da aplicação dos 13 modelos de previsão supracitados aos dados da demanda histórica de peças pertencentes à categoria 9 – acessório original.

Tabela 34: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 9

	Sem Tendência		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	0,53	0,88	0,87
Erro absoluto médio	6,57	6,14	6,40
Soma de quadrados dos erros	6.632,78	5.808,89	7.318,42
Erro quadrado médio	96,13	84,19	106,06
Erro percentual médio	(24,79)	(17,92)	(20,93)
Erro percentual absoluto médio	52,62	48,53	48,68
Alfa	0,628	0,492	0,450
Beta		0,00	
Gama			

Tabela 35: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 9

	Tendência Linear		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	0,25	0,42	(0,38)
Erro absoluto médio	6,28	5,99	5,91
Soma de quadrados dos erros	5.446,55	5.389,33	7.207,75
Erro quadrado médio	78,94	78,11	104,46
Erro percentual médio	(16,08)	(14,92)	(15,54)
Erro percentual absoluto médio	42,42	42,92	40,62
Alfa	0,274	0,424	0,178
Beta		0,00	
Gama	0,111	0,00	0,530

Tabela 36: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 9

	Tendência Exponencial		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	(2,59)	(1,48)	(3,48)
Erro absoluto médio	9,00	6,16	6,67
Soma de quadrados dos erros	11.297,02	5.943,61	8.733,07
Erro quadrado médio	163,72	86,14	126,57
Erro percentual médio	(38,52)	(23,38)	(40,80)
Erro percentual absoluto médio	64,21	46,71	53,59
Alfa	0,378	0,323	0,282
Beta			0,00
Gama	0,906	0,097	0,00

Tabela 37: Comparação entre médias móveis - categoria 9

	Média Móvel- 12 meses	Média Móvel- 9 meses	Média Móvel- 6 meses	Média Móvel- 3 meses
Erro médio	3,84	2,74	1,76	0,98
Erro absoluto médio	8,23	7,47	6,78	7,03
Soma de quadrados dos erros	7.124,40	6.219,36	5.437,94	6.646,78
Erro quadrado médio	118,74	98,72	82,39	96,33
Erro percentual médio	0,45	(2,90)	(7,65)	(11,30)
Erro percentual absoluto médio	41,21	39,23	<b>38,75</b>	41,66

Mediante ao processo de análise dos modelos de previsão, adotando como critério de avaliação o valor do erro percentual absoluto médio, constata-se que o método com mais elevado grau de acurácia é o da média móvel dos 6 últimos meses (MAPE = 38,75). Outrossim, torna-se de singular importância destacar que o método supracitado é o mesmo utilizado pela empresa em pauta para a geração das previsões. Neste sentido, constata-se que para essa categoria de peças a organização está fazendo uso do modelo preditivo com maior grau de precisão, dentre os 13 apresentados.

#### 3.4.10 Categoria 10 - Peças Importadas

As tabelas 38 a 41, exibidas a seguir, destacam as medidas de erro e os coeficientes *alfa*, *beta*, e *gama* (atribuídos somente para os modelos exponenciais). As mesmas referem-se aos 13 modelos (9 exponenciais e 4 médias móveis), apresentados anteriormente, que aplicam-se na categoria 10 – peças importadas.

Tabela 38: Comparação entre os modelos sem tendência - categoria 10

	Sem Tendência		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	(0,01)	0,25	(0,29)
Erro absoluto médio	11,52	8,45	9,74
Soma de quadrados dos erros	13.915,87	8.496,60	11.386,66
Erro quadrado médio	201,68	123,14	165,02
Erro percentual médio	(48,36)	(48,52)	(48,26)
Erro percentual absoluto médio	80,77	79,03	77,86
Alfa	0,751	0,499	0,686
Beta		0,00	0,00
Gama			

Tabela 39: Comparação entre os modelos com tendência linear - categoria 10

	Tendência Linear		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	0,63	(0,74)	(1,02)
Erro absoluto médio	9,60	7,45	7,97
Soma de quadrados dos erros	11.219,92	6.558,75	7.776,27
Erro quadrado médio	162,61	95,05	112,70
Erro percentual médio	(31,56)	(32,86)	(37,07)
Erro percentual absoluto médio	57,20	57,19	56,49
Alfa	0,162	0,198	0,113
Beta		0,00	0,00
Gama	0,00	0,00	0,00

Tabela 40: Comparação entre os modelos com tendência exponencial - categoria 10

	Tendência Exponencial		
	Sazonalidade		
	Sem	Aditiva	Multiplicativa
Erro médio	2,84	(3,54)	(3,27)
Erro absoluto médio	9,54	8,97	9,63
Soma de quadrados dos erros	11.748,29	9.075,91	10.521,19
Erro quadrado médio	170,27	131,53	152,48
Erro percentual médio	(16,72)	(42,43)	(40,94)
Erro percentual absoluto médio	49,62	63,10	59,60
Alfa	0,164	0,173	0,161
Beta		0,00	0,00
Gama	0,00	0,166	0,354

Tabela 41: Comparação entre médias móveis - categoria 10

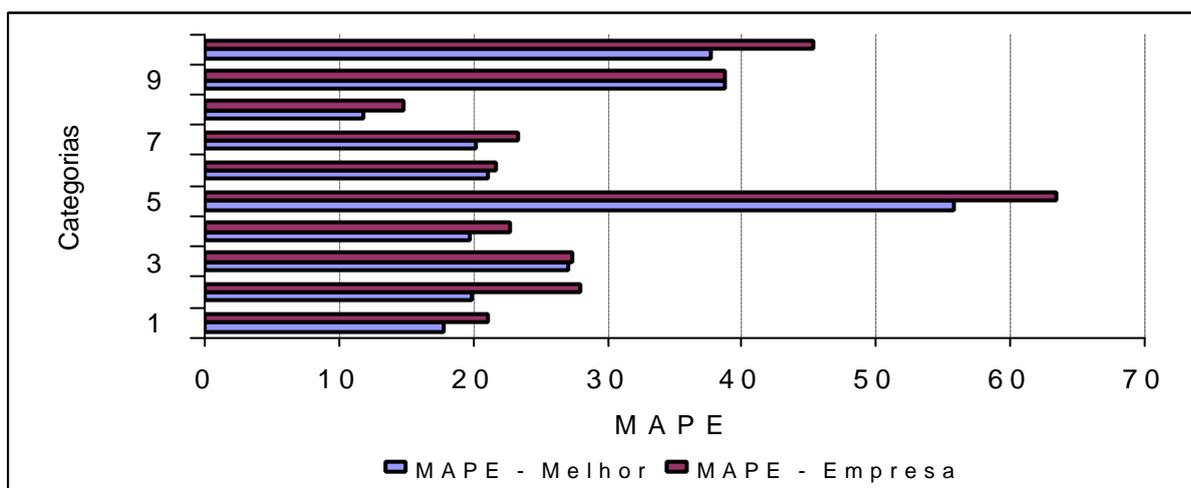
	Média Móvel- 12 meses	Média Móvel- 9 meses	Média Móvel- 6 meses	Média Móvel- 3 meses
Erro médio	2,13	1,92	1,15	0,82
Erro absoluto médio	10,86	11,04	10,42	10,08
Soma de quadrados dos erros	11.627,72	12.936,79	12.236,50	11.339,00
Erro quadrado médio	193,80	205,35	185,40	164,33
Erro percentual médio	(8,02)	(8,58)	(18,10)	(23,05)
Erro percentual absoluto médio	<b>37,69</b>	39,68	45,30	52,18

De acordo com o erro percentual absoluto médio, o modelo com maior grau de acurácia é o das médias móveis dos 12 últimos meses. O método utilizado pela empresa, média móvel dos 6 últimos meses, pode ser considerado o terceiro mais preciso dentre os 13 apresentados (1º- médias móveis dos 12 últimos meses e 2º- médias móveis dos 9 últimos meses).

### 3.4.11 Resumo dos Resultados

A figura 7 compara, em relação às 10 categorias de peças, os valores do MAPE dos modelos de previsão com maior grau de acurácia, com os valores do MAPE do método preditivo utilizado pela empresa, ou seja, média móvel dos 6 últimos meses.

Figura 7: Melhor MAPE x MAPE do método utilizado pela empresa



Constata-se, através da análise da figura 7, que o modelo aplicado à categoria 5 é o que possui menor grau de acurácia. A categoria 8 possui o menor MAPE, ou seja, gera previsões com o maior grau de precisão.

### 3.5 Previsões Geradas

Neste momento, apresentar-se-á as previsões geradas pelos modelos, selecionados anteriormente, com maior grau de acurácia. Faz-se necessário salientar que as séries de dados utilizadas compreendem o período de janeiro de 1996 até setembro de 2001. As demandas dos meses 10, 11 e 12 de 2001 serão utilizadas como parâmetros entre valores previstos e observados. Por fim, torna-se importante destacar que, para os modelos exponenciais, foram geradas previsões do mês 10 de 2001 ao mês 06 de 2002. Para os métodos baseados nas médias móveis, ao seu tempo, as previsões foram geradas para os meses 10, 11 e 12 de 2001 e 01 de 2002.

### 3.5.1 Previsões: Categoria 1 - Peças do Motor

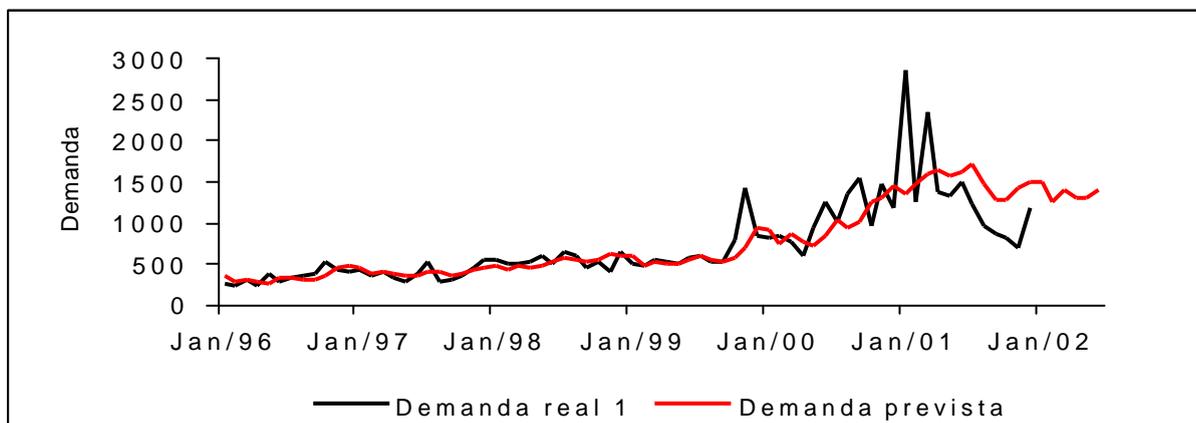
A tabela 42 apresenta as demandas previstas e observadas, calculadas pelo modelo exponencial com tendência exponencial e sazonalidade multiplicativa para outubro de 2001 a junho de 2002. A figura 8, ao seu tempo, representa graficamente as demandas reais (janeiro de 1996 a dezembro de 2001) e previstas (janeiro de 1996 à junho de 2002) para o modelo preditivo supracitado.

Tabela 42: Previsão de demanda para categoria 1

Período	Demanda Real	Demanda Prevista	Erro
Out/01	827	1.272,99	(445,99)
Nov/01	708	1.424,48	(716,48)
Dez/01	1197	1.509,91	(312,91)
Jan/02		1.502,77	
Fev/02		1.257,40	
Mar/02		1.408,35	
Abr/02		1.298,08	
Mai/02		1.297,36	
Jun/02		1.397,25	

$S_0 = 325,4; T_0 = 1,011$

Figura 8: Previsão de demanda para categoria 1



A figura 8 ressalta que o modelo utilizado mostrou-se ineficiente na previsão dos três mais elevados períodos de vendas: novembro de 1.999 (1.434 unidades), janeiro de 2.001 (2.857 unidades) e março de 2.001 (2.342 unidades).

### 3.5.2 Previsões: Categoria 2 - Peças do Eixo Dianteiro

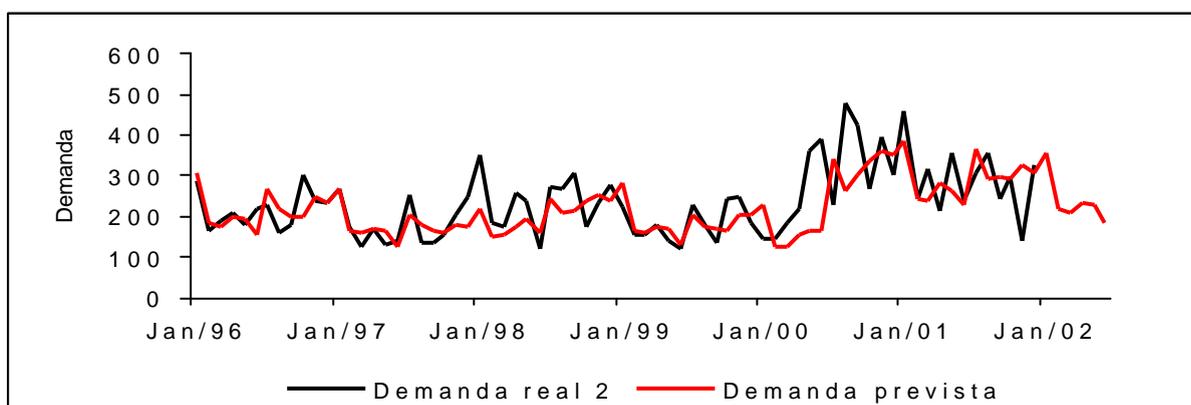
A tabela 43 apresenta as demandas reais e previstas, determinadas pelo modelo exponencial com tendência exponencial e sazonalidade multiplicativa para outubro de 2001 a junho de 2002. A figura 9, por sua vez, representa graficamente as demandas reais (janeiro de 1996 a dezembro de 2001) e previstas (janeiro de 1996 a junho de 2002) para o modelo de previsão supracitado.

Tabela 43: Previsão de demanda para categoria 2

Período	Demanda Real	Demanda Prevista	Erro
Out/01	298	291,08	6,92
Nov/01	142	326,04	(184,04)
Dez/01	328	309,47	18,53
Jan/02		354,89	
Fev/02		216,41	
Mar/02		211,04	
Abr/02		233,81	
Mai/02		229,12	
Jun/02		183,77	

$S_0 = 238.2$ ;  $T_0 = 0,9841$

Figura 9: Previsão de demanda para categoria 2



Os valores previstos, representados na figura 9, não conseguiram antever com exatidão elevações e decréscimos acentuados de vendas. Em alguns períodos, no entanto, os valores previstos e observados possuem diferenças mínimas.

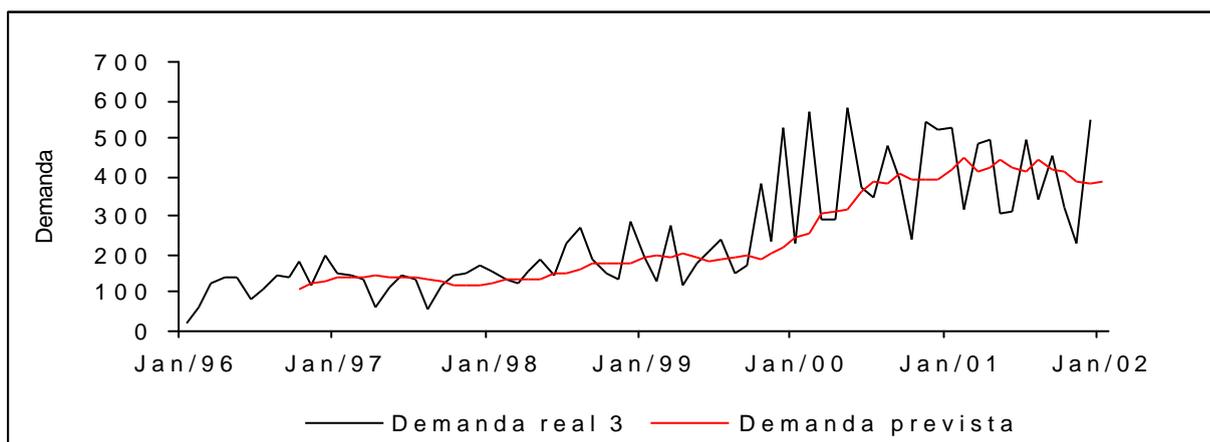
### 3.5.3 Previsões: Categoria 3 - Peças do Eixo Traseiro

A tabela 44 exhibe as demandas reais e a demanda previstas, calculada pelo modelo da média móvel dos 9 últimos meses. A figura 10, por sua vez, faz a representação gráfica das demandas reais (01/1996 a 12/2001) e previstas (10/1996 a 01/2002) para o modelo de previsão supracitado.

Tabela 44: Previsão de demanda para categoria 3

Período	Demanda Real	Demanda Prevista	Erro
Out/01	318	415,56	(97,56)
Nov/01	230	392,33	(162,33)
Dez/01	551	382,67	168,33
Jan/02		389,89	

Figura 10: Previsão de demanda para categoria 3



As previsões geradas e apresentadas na figura 10 possuem menor variabilidade que a demanda real. Esse fato ocorre devido ao método preditivo utilizado para a geração das previsões, ou seja, média móvel dos últimos 9 meses.

### 3.5.4 Previsões: Categoria 4 - Peças de Roda e Freio

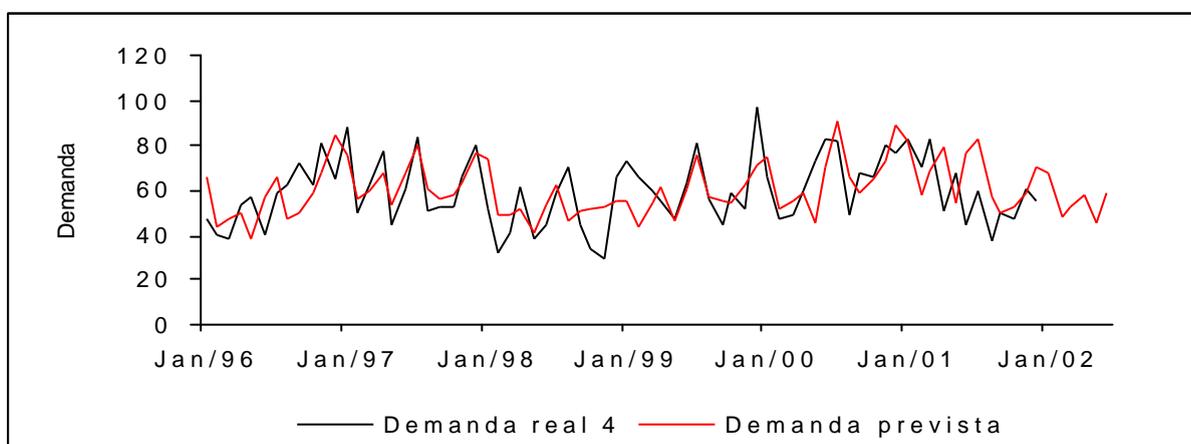
A seguir, a tabela 45 apresenta as demandas reais e previstas, determinada pelo modelo exponencial com tendência linear e a sazonalidade multiplicativa. A figura 11 representa, em termos gráficos, as demandas reais (01/1996 a 12/2001) e previstas (01/1996 a 06/2002) para o modelo relatado anteriormente.

Tabela 45: Previsão de demanda para categoria 4

Período	Demanda Real	Demanda Prevista	Erro
Out/01	47	52,60	(5,60)
Nov/01	61	59,03	1,97
Dez/01	55	70,21	(15,21)
Jan/02		67,40	
Fev/02		48,02	
Mar/02		53,07	
Abr/02		58,40	
Mai/02		44,78	
Jun/02		58,69	

$S_0 = 55,61$ ;  $T_0 = 0,2031$

Figura 11: Previsão de demanda para categoria 4



O método utilizado para o cálculo das previsões, que são apresentadas na figura 11, possui  $MAPE = 19,85$ . Constata-se que a demanda prevista consegue acompanhar, de modo satisfatório, as elevações e decréscimos acentuados das vendas.

### 3.5.5 Previsões: Categoria 5 - Peças do Chassi

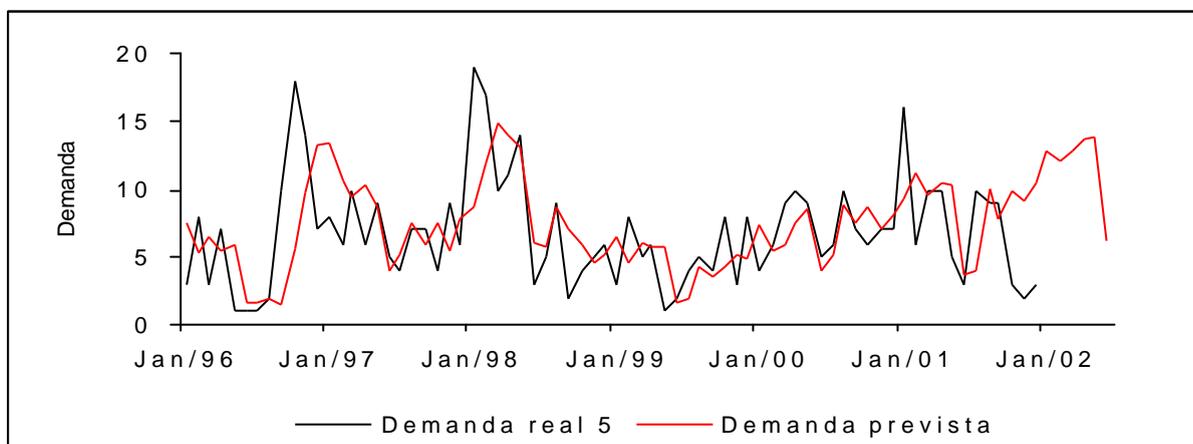
A tabela 46 apresenta as demandas reais e as demandas previstas, calculada pelo modelo exponencial com tendência linear e a sazonalidade multiplicativa. A figura 12, por sua vez, exhibe graficamente as demandas reais (01/1996 a 12/2001) e previstas (01/1996 a 06/2002) para o modelo supracitado.

Tabela 46: Previsão de demanda para categoria 5

Período	Demanda Real	Demanda Prevista	Erro
Out/01	3	9,87	(6,87)
Nov/01	2	9,13	(7,13)
Dez/01	3	10,47	(7,47)
Jan/02		12,83	
Fev/02		12,04	
Mar/02		12,77	
Abr/02		13,71	
Mai/02		13,96	
Jun/02		6,26	

$S_0 = 6,135$ ;  $T_0 = 0,0191$

Figura 12: Previsão de demanda para categoria 5



As previsões apresentadas na figura 12 apresentam o menor grau de precisão dentre as demais categorias analisadas (MAPE = 55,78). A demanda prevista consegue acompanhar tendências de alta e queda da demanda real. No entanto, no período de setembro de 2001 até dezembro de 2001, os valores previstos apresentam comportamento contrário em relação aos valores reais.

### 3.5.6 Previsões: Categoria 6 - Peças da Carroceria

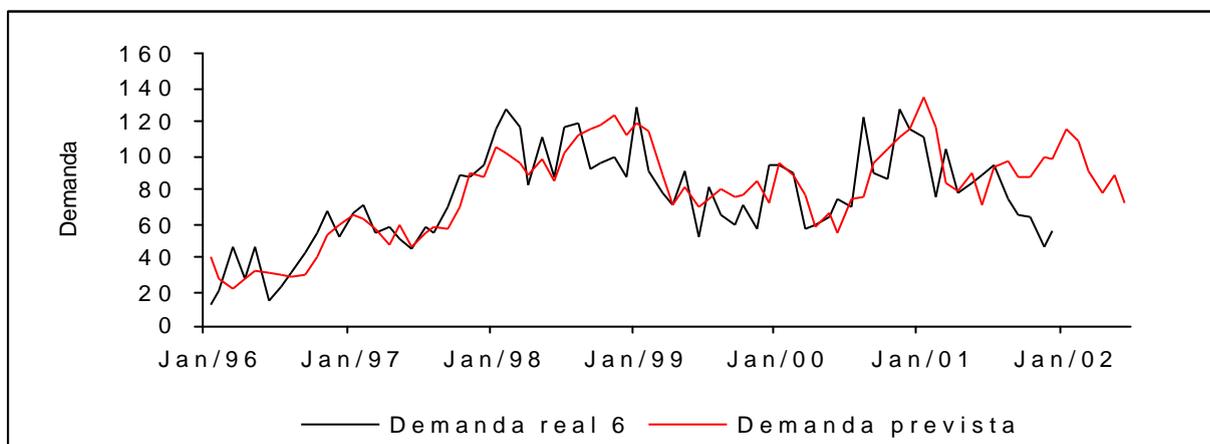
A tabela 47 exibe as demandas reais e as demandas previstas, computada pelo modelo exponencial com tendência linear e a sazonalidade multiplicativa. Na figura 13, por sua vez, encontra-se a representação gráfica das demandas reais (01/1996 a 12/2001) e previstas (01/1996 a 06/2002) para o modelo supracitado.

Tabela 47: Previsão de demanda para categoria 6

Período	Demanda Real	Demanda Prevista	Erro
Out/01	64	87,58	(23,58)
Nov/01	46	99,91	(53,91)
Dez/01	56	98,52	(42,52)
Jan/02		115,00	
Fev/02		107,49	
Mar/02		91,00	
Abr/02		77,21	
Mai/02		88,29	
Jun/02		72,92	

$S_0 = 30,15$ ;  $T_0 = 1,059$

Figura 13: Previsão de demanda para categoria 6



A demanda prevista, apresentada na figura 13, tem a capacidade de acompanhar os padrões de crescimento e decréscimo da demanda real. No entanto, possui baixo grau de precisão no que se refere aos períodos de elevação e queda acentuada das vendas.

### 3.5.7 Previsões: Categoria 7 - Peças Elétricas

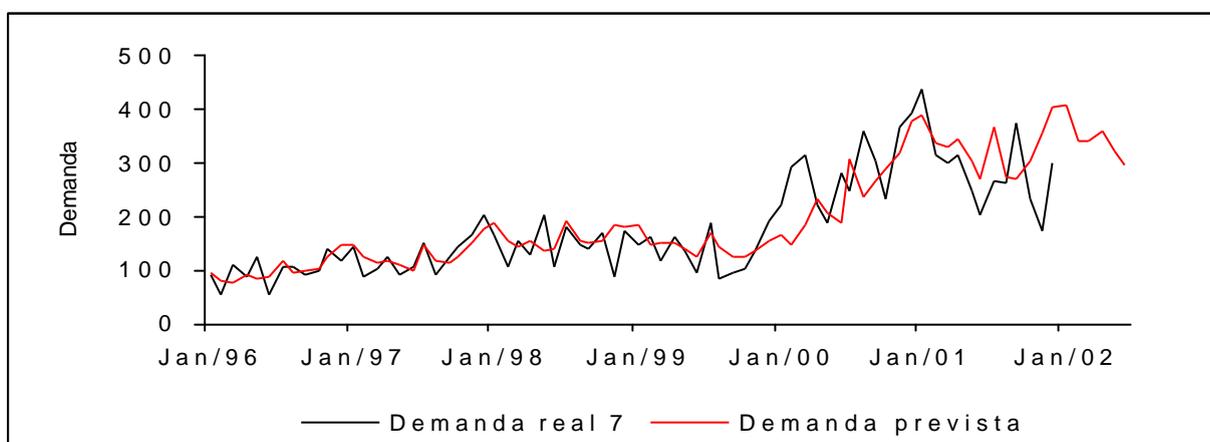
A tabela 48 apresenta as demandas previstas e observadas, calculada pelo modelo exponencial com tendência linear e a sazonalidade multiplicativa. A figura 14, ao seu tempo, representa graficamente as demandas reais (01/1996 a 12/2001) e previstas (01/1996 a 06/2002) para o mesmo modelo preditivo.

Tabela 48: Previsão de demanda para categoria 7

Período	Demanda Real	Demanda Prevista	Erro
Out/01	230	304,99	(74,99)
Nov/01	174	353,44	(179,44)
Dez/01	300	404,00	(104,00)
Jan/02		409,17	
Fev/02		339,86	
Mar/02		339,63	
Abr/02		358,94	
Mai/02		323,54	
Jun/02		297,13	

$S_0 = 75,52$ ;  $T_0 = 3,885$

Figura 14: Previsão de demanda para categoria 7



A figura 14 apresenta as demandas reais e previstas com  $MAPE = 20,14$ . Consta-se que os valores previstos têm a capacidade de acompanhar o padrão de comportamento dos valores observados (período constante e período de elevação das vendas).

### 3.5.8 Previsões: Categoria 8 - Peças Normalizadas

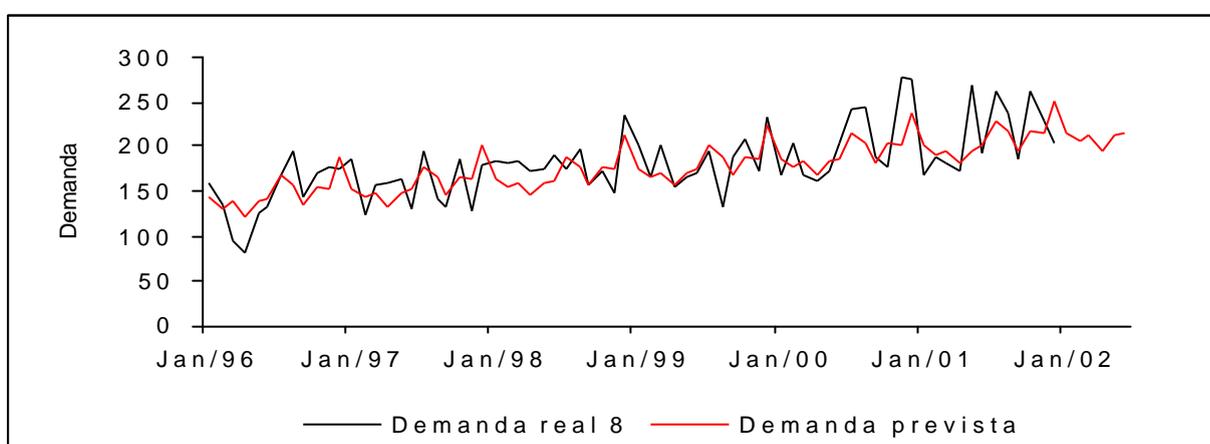
A tabela 49 exibe as demandas reais e previstas, determinada pelo modelo exponencial com tendência exponencial e a sazonalidade aditiva. A figura 15, ao seu tempo, representa o gráfico das demandas reais (01/1996 a 12/2001) e previstas (01/1996 a 06/2002) para o mesmo modelo.

Tabela 49: Previsão de demanda para categoria 8

Período	Demanda Real	Demanda Prevista	Erro
Out/01	262	217,13	44,87
Nov/01	228	214,02	13,98
Dez/01	203	251,93	(48,93)
Jan/02		214,57	
Fev/02		205,43	
Mar/02		211,61	
Abr/02		197,15	
Mai/02		211,78	
Jun/02		215,47	

$S_0 = 142,2$ ;  $T_0 = 1,006$

Figura 15: Previsão de demanda para categoria 8



A figura 15 apresenta as previsões geradas pelo método que possui maior grau de precisão dentre os utilizados nas demais categorias (MAPE = 11,83). Nota-se que a demanda prevista acompanha, de modo satisfatório, o padrão da demanda real.

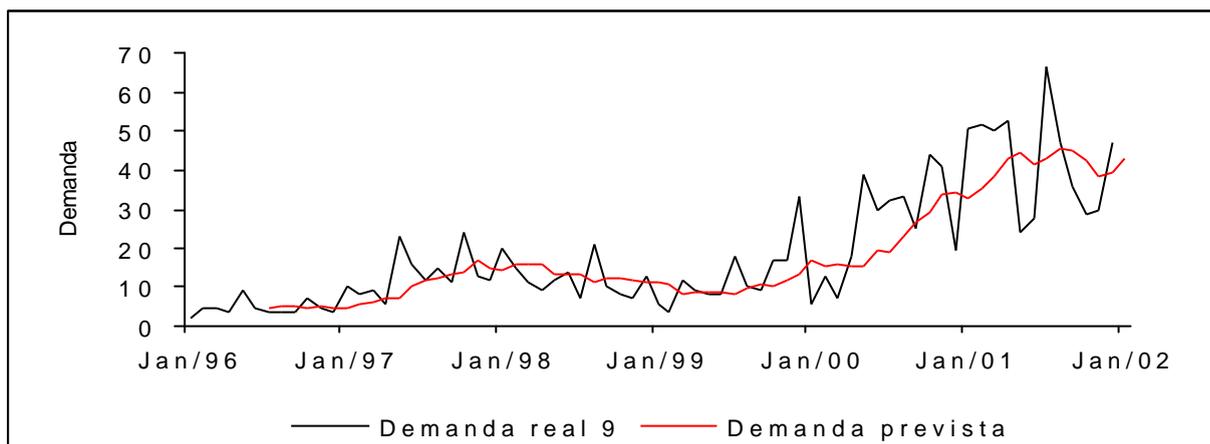
### 3.5.9 Previsões: Categoria 9 - Acessório Original

A tabela 50 exibe as demandas reais e as demandas previstas, calculada pelo modelo da média móvel dos 6 últimos meses. A figura 16, por sua vez, faz a representação gráfica das demandas reais (01/1996 a 12/2001) e previstas (07/1996 a 01/2002) para o modelo de previsão supracitado.

Tabela 50: Previsão de demanda para categoria 9

Período	Demanda Real	Demanda Prevista	Erro
Out/01	29	42,33	(13,33)
Nov/01	30	38,33	(8,33)
Dez/01	47	39,33	7,67
Jan/02		42,50	

Figura 16: Previsão de demanda para categoria 9



A figura 16 apresenta a demanda prevista, para um método com MAPE = 38,75. Nota-se que a mesma acompanha a tendência da demanda real. Entretanto, possui uma variabilidade menor.

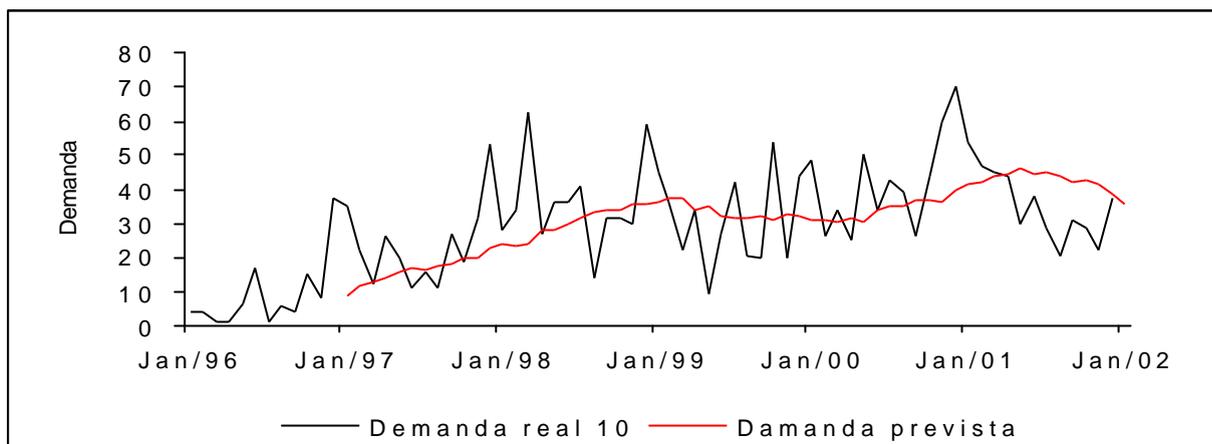
### 3.5.10 Previsões: Categoria 10 - Peças Importadas

A tabela 51 apresenta as demandas reais e previstas, computada pelo modelo da média móvel dos 12 últimos meses. A figura 17, ao seu tempo, representa graficamente das demandas reais (01/1996 a 12/2001) e previstas (01/1997 a 01/2002) para o modelo de previsão supracitado.

Tabela 51: Previsão de demanda para categoria 10

Período	Demanda Real	Demanda Prevista	Erro
Out/01	29	42,75	(13,75)
Nov/01	22	41,50	(19,50)
Dez/01	37	38,33	(1,33)
Jan/02		35,58	

Figura 17: Previsão de demanda para categoria 10



A demanda prevista, mostrada na figura 17, apresenta duas características evidentes: possui menor variabilidade em relação aos dados reais e consegue acompanhar a tendência dos mesmos.

### 3.6 Gestão e Monitoramento dos Erros de Previsão

Posteriormente ao estabelecimento dos modelos de previsão com mais elevado grau de acurácia, torna-se de singular importância o monitoramento das previsões para se confirmar sua validade. Esse monitoramento, ao seu tempo, dá-se através do cálculo e acompanhamento do erro de previsão. O subsídio para este monitoramento será o valor do erro percentual absoluto médio (MAPE). Isto é, a referida estatística atestará acerca do grau de acurácia do método de previsão.

A tabela 52 apresenta os valores do MAPE do melhor método selecionada para cada categoria (2º coluna) e o MAPE para o método de previsão utilizado pela empresa (3º coluna) para o mês janeiro de 1996 até setembro de 2001. A Quarta coluna, mostra os valores do MAPE apenas para outubro, novembro e dezembro de 2001.

Tabela 52: Valores do MAPE

Categoria	Melhor MAPE	MAPE (empresa)	MAPE (10, 11 e 12/2001)
1	17,74	21,03	60,42
2	19,92	28,01	45,86
3	27,09	27,31	43,94
4	19,85	22,75	14,27
5	55,78	63,40	278,24
6	21,08	21,77	76,65
7	20,14	23,30	56,80
8	11,83	14,77	15,79
9	38,75	38,75	30,02
10	37,69	45,30	46,55

A tabela anterior demonstra, em primeiro lugar, a ineficiência do método utilizado pela empresa, frente aos demais métodos analisados. Em somente uma categoria, dentre as 10, o modelo utilizado pela Dama S/A apresenta-se como o mais preciso. Outrossim, de acordo com Lewis (1997), constata-se que em 40% das categorias as previsões mostraram-se potencialmente boas. Em 30% das categorias as previsões mostraram-se potencialmente razoáveis. Por fim, as previsões, nos 30% das categorias restantes, apresentaram-se potencialmente inexatas. Por fim, a tabela mostra também que as previsões referentes a categoria 05 são as que possuem o menor grau de acurácia.

### 3.7 Custos de se Manter Estoques

Nesta etapa serão analisados alguns aspectos, de maneira sintética, referentes aos custos envolvidos com a manutenção dos estoques. Os mesmos possuem funções de singular importância, entretanto o seu excesso pode acarretar resultados indesejáveis para a empresa. Neste sentido, os estoques devem ser vistos como instrumentos para a geração de lucros. Esta proposição ocorre de duas maneiras. A primeira relaciona-se com a concretização das vendas e, conseqüentemente, a geração de receita e lucro.

A segunda maneira, enfoque principal deste tópico, refere-se, á luz de Shingo (1996), ao aumento da taxa de giro do capital, ou seja, aumentar os lucros através da redução de estoques. Compartilhando de opinião semelhante, Padoveze (1997), destaca que a organização deve manter seu estoque o mais baixo possível. Essa

medida tem por objetivo reduzir os impactos financeiros de investimentos no capital de giro e reduzir os desperdícios futuros com obsolescência tecnológica dos itens.

Com base nas considerações supracitadas, torna-se importante a apresentação de uma estimativa em relação aos custos dos estoques para a Dama S/A. Utilizou-se para a elaboração dessa estimativa duas situações distintas, real e ideal, para o cálculo do montante investido nesse ativo. A primeira refere-se ao cálculo do montante de recursos investidos, em relação às peças da amostra, do mês de outubro de 2001. O valor investido nos estoques foi de R\$ 30.950,00. O mesmo foi encontrado mediante a multiplicação da quantidade de cada item pelo seu respectivo valor de reposição unitário.

A segunda situação, considerada ideal ou otimizada, parte do princípio que a empresa tenha condições de manter estoques zero, ou seja, os itens estocados são suficientes apenas para atender a demanda mensal. Neste caso, o valor investido foi de R\$17.789,02. O mesmo foi encontrado através da multiplicação da demanda mensal de cada item da amostra, do mês de outubro de 2001, pelo seu respectivo valor de reposição unitário. Comparando-se os dois montantes de investimentos, isto é, situação real e ideal, concluí-se que a empresa poderia diminuir o investimento em estoque de R\$ 30.950,00 para R\$ 17.789,02. Isto é, redução de R\$ 13.160,98. Este montante, investido inadequadamente, poderia ser revertido para um outro ativo com maior rentabilidade e/ou menor risco. Por fim, torna-se necessário ressaltar que os cálculos supracitados encontram-se no anexo E.

### **3.8 Gerência do Problema**

O gerenciamento do problema deve basear-se em três ações complexas, porém vitais para a melhoria do processo de previsão de demanda utilizado pela organização em estudo. A primeira ação diz respeito a necessidade de inclusão de novos métodos quantitativos de previsão no *software* CNP revenda *system* v.9.1, desenvolvido pela empresa CNP Engenharia de Sistemas S/A. A proposição supracitada justifica-se nos diferentes padrões de comportamentos existentes nas peças em estoque. Neste sentido, torna-se evidente a impossibilidade e inviabilidade da utilização de um único modelo para diferentes itens estocados. Propõe-se, neste caso, a inclusão dos 13 modelos analisados nesta dissertação. Este procedimento possui elevado grau de importância pois proporcionaria maior qualidade, ou seja,

acurácia e precisão, nas previsões geradas pelo *software*. Isto é, as mesmas seriam mais precisas, uma vez que seriam fruto de comparações, com base no MAPE, entre 13 modelos quantitativos.

Para tanto, é necessário o cumprimento de um procedimento padrão da Dama S/A, relacionado ao estudo e análise da possibilidade de implantação de novas rotinas no *software*. Primeiramente, a empresa deve convencer-se da importância e necessidade da mudança. Isso pode acontecer mediante o estudo dos benefícios gerados pelo novo procedimento, ou seja, diminuição de custos ou otimização da gestão dos estoques. O segundo passo, ao seu tempo, diz respeito ao perfeito entendimento do novo processo, por parte dos responsáveis pela empresa em questão. Neste caso, os mesmos deverão ter, mesmo que de forma simplificada, o conhecimento acerca da aplicação dos métodos exponenciais e dos baseados em médias. Com isso, terão capacidade e conhecimento para a compreensão dos resultados.

Por fim, torna-se imperativo um trabalho conjunto entre a Dama S/A e a CNP Engenharia de Sistemas S/A, no sentido de viabilizar a modificação supracitada. A primeira empresa deve responsabilizar-se pela explicação e indicação dos métodos quantitativos de previsão, bem como do parâmetro de comparação entre eles. A segunda empresa, ao seu tempo, tem como tarefa analisar os modelos quantitativos de previsão indicados, seus respectivos processos de cálculos e disponibilizar essas modificações no *software* CNP revenda *system* v.9.1.

A segunda ação supracitada requer uma mudança na cultura e comportamento organizacionais, ou seja, relaciona-se com a necessidade de uma postura mais analítica em relação aos erros de previsão. Em outros termos, torna-se necessário o monitoramento dos mesmos, com o intuito de atestar a precisão dos modelos utilizados. Para tanto, pode-se efetuar um procedimento comparativo entre os valores previstos e observados ou o estudo da quantidade de peças em estoque. Neste caso, uma elevada quantidade estocada ou falta de estoque configuram-se em evidências de que as previsões não possuem elevada acurácia. Por fim, esta análise em relação ao nível de estoque, deve ser acompanhada de estudos relativos aos custos. Isto é, custos de oportunidade, custos de manter estoques, riscos, diminuição do poder aquisitivo, não concretização de vendas e conseqüente perda de clientes.

Por fim, a terceira ação diz respeito ao gerenciamento do processo de previsão. Este, ao seu tempo, deve proporcionar condições para a utilização conjunta das previsões quantitativas e qualitativas. De acordo com Makridakis (1998), o desafio dos responsáveis pela previsão é evitar as limitações do método qualitativo mediante a combinação com os melhores aspectos do método quantitativo. Outrossim, de acordo com o mesmo autor, o julgamento humano configura-se em alternativa viável para detectar possíveis mudanças, quando as mesmas ocorrerão e quais suas implicações no processo preditivo.

Em termos práticos, o estoquista, devido às limitações da memória humana, não tem condições de armazenar todas as informações sobre os dados passados e, com base nos mesmos, estabelecer previsões. Neste caso, é extremamente importante o uso de métodos quantitativos e estatísticos de previsão. Os mesmos, ao seu tempo, possuem condições de, com base nos padrões passados (sazonalidade, tendência, etc.), estabelecer modelos preditivos com elevado grau de acurácia.

No entanto, o julgamento subjetivo, com base no conhecimento e sensibilidade em relação ao mercado do estoquista, é mais eficaz na percepção de situações inesperadas que possam ter efeito direto sobre as vendas. Em casos de peças de novos modelos de automóveis, por exemplo, torna-se imprescindível o uso dos métodos qualitativos de previsão. Neste caso, pelo fato da peça não possuir nenhum histórico de vendas, uma vez que se trata de um novo item, o julgamento subjetivo configura-se em alternativa viável e eficaz de previsão.

Assim, a empresa deve utilizar os meios quantitativos e qualitativos de previsão de modo combinado. Esse procedimento, por seu turno, contribui de modo decisivo para a elevação da precisão e do grau de acurácia do processo preditivo.

Em suma, concluí-se que a adoção das três ações supracitadas são decisivas e imprescindíveis no que tange a implantação e utilização de processos eficazes e eficientes de gerenciamento da função de previsão de demanda.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

### 4.1 Considerações Finais

A utilização de métodos de previsão de demanda pelas empresas ressalta sua preocupação com a otimização do processo de gestão dos estoques. No entanto, para se alcançar o padrão de gestão supracitado, as organizações devem destinar especial atenção ao grau de acurácia do método preditivo utilizado e na adoção de sistemas de monitoramento dos erros de previsão. Este último aspecto é importante para a tomada de ações corretivas, quando necessário.

Neste sentido, diante da proposição acima, o objetivo deste trabalho, ou seja, estabelecer o modelo de previsão quantitativo mais adequado para se efetuar previsões de autopeças em uma concessionária de veículos, configura-se em condição fundamental para o estabelecimento de níveis adequados de estoque. Procedendo desta forma, as organizações criam condições para a melhoria da competitividade. Esta alavancagem competitiva, ao seu tempo, acontece devido a diminuição da probabilidade de falta ou excesso de estoques e, conseqüentemente, dos problemas correlacionados.

Em relação aos resultados obtidos, torna-se necessário salientar que dentre os modelos testados, exponenciais e baseados em médias móveis, os primeiros mostraram-se mais precisos para a geração das previsões em 70% das categorias de peças. O erro percentual absoluto médio, estatística escolhida para selecionar o modelo com mais elevado grau de acurácia, obteve seu melhor resultado quando aplicado na categoria 08 (MAPE = 11,83%). Nas demais categorias, os valores do MAPE variaram de 17,74% a 55,78%.

De acordo com Lewis (1997), os valores do erro percentual absoluto médio podem ser relacionados com a potencialidade das previsões: MAPE < 10% - previsão é potencialmente muito boa, MAPE < 20% - previsão é potencialmente boa, MAPE < 30% - previsão é potencialmente razoável e MAPE > 30% - previsão é potencialmente inexata. Neste sentido, à luz do autor supracitado, constata-se que em 40% das categorias as previsões mostraram-se potencialmente boas. Em 30% das categorias, ao seu tempo, as previsões mostraram-se potencialmente razoáveis.

Por fim, as previsões, nos 30% das categorias restantes, apresentaram-se potencialmente inexatas.

Finalmente, em relação ao modelo de previsão utilizado pela empresa, faz-se necessário salientar que o mesmo mostrou-se inadequado para a geração de previsões com elevado grau de precisão. Dentre as 10 categorias analisadas, o modelo supracitado apresentou o maior grau de acurácia (menor MAPE) somente em uma categoria (categoria 09). Em termos percentuais, 1% das estudadas.

## **4.2 Recomendações**

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se o estudo e posterior utilização de um modelo de previsão multivariado. Um exemplo de uma outra variável a ser considerada é a quantidade de peças em estoque. Por esta análise, o valor da previsão final será o resultado do valor previsto por um determinado modelo menos a quantidade de peças em estoque. Uma segunda variável, ao seu tempo, diz respeito ao nível do estoque de segurança que a empresa deseja manter. O mesmo, por sua vez, deve basear-se no tempo de espera entre o pedido e a entrega dos estoques.

Outrossim, a elaboração de um estudo que apurasse o custo de previsões com baixo grau de acurácia configura-se em uma informação gerencial de singular importância para as empresas.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de Materiais: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 1999.

ASSAF NETO, Alexandre; SILVA, César A. Tibúrcio. **Administração do Capital de Giro**. 2º ed. São Paulo: Atlas, 1997.

BOX, George E. P.; JENKINS, Gwilym M.; REINSEL, Gregory C. **Time Series Analysis: forecasting and control**. 3º ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1994.

CHARNET, Reinaldo et al. **Análise de modelos de regressão linear com aplicações**. Campinas: Editora da Unicamp, 1999.

CHING, Hong Y. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada**. São Paulo: Atlas, 1999.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção – MRPII/ERP – 3ª ed.** São Paulo: Atlas, 2000.

DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B. **Fundamentos da administração da produção**. 3.ed. Porto Alegre : Bookman Editora, 2001.

DIAS, George Paulus Pereira. **Proposta de Processo de Previsão de Vendas para Bens de Consumo**. In: XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Rio de Janeiro: **Anais**, 1999. 1 CD-ROM.

FABRIS, Alberto Angelo. **Estratégia para Previsão e Acompanhamento da Demanda de Carnes no Mercado de Frangos de Corte**. Florianópolis, 2000. 85p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

FRIZZO, Micheline, et al. **Previsão de Vendas como Suporte na Programação e Controle da produção em uma Empresa de Alimentos - Um Estudo de Caso**. In: XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. São Paulo: **Anais**, 2000. 1 CD-ROM.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira: essencial**. 2º ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

KOTLER, Philip; ARMSTRONG, Gary. **Princípios de Marketing**. 7º ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1998.

LEVINE, David M.; BERENSON, Mark L. STEPHAN, David. **Estatística: Teoria e Aplicações**. usando o Microsoft Excel em português. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

LEWIS, Colin D. **Demand Forecasting and Inventory Control**. New York: Wiley, 1997.

MAKRIDAKIS, Spyros; WHEELWRIGHT, Steven C; HYNDMAN, Rob J. **Forecasting: methods and applications**. 3º ed. New York: Wiley, 1998.

MARTINS, Petrônio Garcia. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2000.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. São Paulo : Saraiva, 1999.

MENTZER, John T.; BIENSTOCK, Carol C. **Sales Forecasting Management**. California: Sage, 1998.

MILONE, Giuseppe; ANGELINI, Flávio. **Estatística Aplicada**. São Paulo: Atlas, 1995.

MORETIN, Pedro A.; TOLOI, Clélia M. **Séries Temporais**. 2 ed. São Paulo: Atual, 1987. (Métodos Quantitativos).

MORETTIN, Pedro Alberto; TOLOI, Clélia Maria de Castro. Modelos para Previsão de Séries Temporais. In : 13º Colóquio Brasileiro de Matemática. Rio de Janeiro : [s.n.], 1981.

PADOVEZE, Clóvis Luís. **Contabilidade Gerencial**: um enfoque em sistema de informação contábil. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1997.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Econometric Models and Econometric Forecasts**. 3º ed. New York: McGraw-Hill, 1991.

SCHWITZKY, Marcelo. **Acurácia dos Métodos de Previsão e a sua Relação com o Dimensionamento dos Estoques de Produtos Acabados**. Florianópolis, 2001. 122p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

SLACK, Nigel, et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SHINGO, Shingeo. **Sistemas de Produção com Estoque Zero**: o sistema shingeo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

TUBINO, Dálvio F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2º ed. São Paulo: Atlas, 2000.

## ANEXO A – CURVA DE PARETO DO ESTOQUE DE AUTOPEÇAS

	<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Valor Reposição</b>	<b>Valor Venda</b>
1	1	Vedador Haste	1.018,30	2.287,50
2	15	Transformador	711,23	1.350,00
3	9	Vela Ignição	690,47	1.386,72
4	5	Retentor	539,46	1.211,76
5	1	Correia Dentada	534,47	845,40
6	1	Carcaça Motor	528,73	1.080,00
7	8	Tampa Dianteira	524,35	1.184,22
8	8	Cobertura do pára-choque	477,17	1.059,52
9	1	Filtro Óleo	476,46	762,40
10	1	Filtro Óleo	471,58	1.059,27
11	1	Cabeçote do Motor	469,39	958,80
12	1	Disco Embreagem	452,38	908,50
13	11	Kit Frisos	419,06	719,67
14	8	Painel Inferior Dianteiro	415,55	1.275,40
15	1	Platô Embreagem	393,23	788,50
16	11	Roda 15 X 6	387,45	672,00
17	9	Jogo (Atuador)	374,85	846,60
18	4	Coxim Superior	372,06	760,00
19	8	Cobertura do pára-choque	358,28	795,55
20	1	Disco Embreagem	353,82	710,56
21	1	Retentor	353,26	793,50
22	1	Rolamento da embreagem	351,70	558,96
23	8	Tampa Dianteira	349,56	789,48
24	6	Disco Freio	344,65	704,00
25	11	Arco Tubular	328,66	742,28
26	1	Platô Embreagem	325,90	514,72
27	1	Junta Cabeçote	318,07	643,95
28	8	Pára-Lama Dianteiro	307,11	693,60
29	8	Pára-Lama Dianteiro	307,11	693,60
30	1	Filtro	298,08	669,56
31	15	Correia Trapezoidal	284,16	479,79
32	1	Disco Embreagem	282,83	567,12
33	5	Coroa Pinhão	279,48	631,20
34	15	Jogo Coifas	279,45	528,05
35	4	Amortecedor	266,43	534,24
36	1	Retentor	265,36	424,60
37	9	Farol Simples	260,90	523,95
38	1	Platô Embreagem	257,65	516,64
39	8	Cobertura do pára-choque	245,58	545,30
40	1	Polia Tensora	239,00	533,22
41	1	Polia Tensora	235,86	475,93
42	4	Rolamento	231,52	441,54
43	8	Tampa Dianteira	228,86	516,88
44	4	Rolamento	226,08	359,31
45	6	Jogo Pastilha	222,14	446,11
46	4	Coxim Metal	219,91	496,65
47	1	Vedador Traseiro	219,12	492,20
48	5	Amortecedor	208,50	395,15
49	8	Painel Inferior Dianteiro	207,77	637,70
50	9	Sensor Temperatura	205,45	466,70

51	1	Correia Dentada	204,64	454,40
52	1	Junta Tampa de válvulas	203,95	420,75
53	4	Rolamento	202,79	386,76
54	8	Porta Esquerda	197,01	604,65
55	1	Elemento	195,30	396,76
56	4	Amortecedor	192,21	385,42
57	15	Bomba Combustível	191,95	433,52
58	8	Para-choque	191,52	391,20
59	8	Canaleta Esquerda	190,91	427,35
60	1	Junta Tampa de válvulas	189,70	363,00
61	4	Amortecedor	185,37	371,70
62	8	Cobertura do pára-choque	185,18	371,88
63	8	Acionamento	181,82	410,63
64	4	Amortecedor	181,78	364,50
65	1	Elemento	180,85	289,38
66	15	Rolamento da embreagem	180,70	400,62
67	1	Junta Tampa de válvulas	178,60	368,45
68	1	Válvula Térmica	177,11	400,00
69	4	Mancal Metal	171,24	349,80
70	9	Farol Esquerdo	170,76	342,93
71	4	Mancal Eixo	170,52	383,04
72	1	Correia Dentada	168,89	375,00
73	4	Braço Transversal	167,15	377,50
74	8	Peça de Fechamento	163,78	369,90
75	1	Junta Cabeçote	160,66	359,64
76	6	Roda 5jx13h2	160,01	326,84
77	1	Flange Traseira	158,08	355,08
78	6	Jogo Pastilha	157,10	315,50
79	15	Filtro Combustível	155,90	266,28
80	8	Coifa Preto	155,30	266,70
81	5	Amortecedor	153,86	308,52
82	9	Vela Ignição	145,92	324,00
83	9	Palheta Limpadora	141,70	314,64
84	11	Frisos Preto	141,57	243,12
85	1	Radiador	140,60	287,20
86	15	Correia Dentada	137,87	261,69
87	15	Vela Ignição	136,75	230,89
88	1	Bomba de Água	135,80	262,18
89	8	Cobertura do pára-choque	135,13	271,38
90	8	Grade de Ventilação	134,90	304,68
91	1	Eixo de Desembreagem	134,48	298,15
92	1	Válvula Escapamento	131,72	297,50
93	15	Retentor	131,57	224,73
94	8	Cobertura do pára-choque	130,93	262,94
95	8	Cobertura do pára-choque	130,93	262,94
96	8	Ventilador	129,39	292,23
97	15	Flange Interna	128,49	246,72
98	1	Junta Cabeçote	126,70	256,50
99	9	Relê Potência	126,00	284,57
100	6	Disco Freio	118,90	229,56
101	5	Ponta Eixo	118,49	267,60
102	8	Válvula Aquecedora	117,99	266,49
103	6	Cilindro	117,02	239,03
104	15	Correia Trapezoidal	116,07	220,32

105	9	Farol	114,80	230,54
106	4	Bucha Metal	114,76	259,20
107	8	Tampa Porta	110,76	250,15
108	1	Reservatório	109,46	243,06
109	1	Junta do Cabeçote	107,97	222,74
110	6	Cilindro do freio	107,95	220,50
111	8	Tampa Porta-luvas	105,87	239,10
112	7	Suporte para alavanca	104,58	236,20
113	4	Prato do Mancal	102,60	231,72
114	1	Tampa Reservatório	102,01	230,40
115	9	Reservatório	101,54	229,32
116	1	Cárter de Óleo	97,90	189,00
117	15	Elemento	97,89	188,98
118	8	Cobertura do pára-choque	96,15	213,50
119	10	Anel Vedação	95,62	216,00
120	11	Extintor de Incêndio	95,43	152,70
121	1	Filtro Combustível	95,15	213,72
122	8	Suporte pára-choque	94,84	214,20
123	5	Tampa Protetora	94,26	212,91
124	6	Jogo Pastilha	94,26	189,30
125	4	Barra Transversal	93,49	211,14
126	8	Cobertura do pára-choque	93,34	207,26
127	1	Cárter de Óleo	92,98	210,00
128	5	Coroa Pinhão	92,77	209,52
129	6	Cilindro	89,90	183,64
130	9	Correia Trapezoidal	89,33	141,30
131	1	Junta Cabeçote	88,20	197,44
132	4	Coroa Pinhão	88,07	198,90
133	15	Comutador da partida	87,98	167,00
134	1	Cárter de Óleo	86,93	196,32
135	9	Vela Ignição	84,91	170,52
136	9	Pinhão do Motor	83,44	167,56
137	1	Platô Embreagem	83,00	131,08
138	5	Anel Vedação	82,80	187,00
139	9	Suporte de Fixação	82,65	186,66
140	8	Maçaneta Interna	82,27	185,80
141	8	Canaleta Direita	81,82	183,15
142	1	Bomba de Óleo	81,36	183,74
143	9	Palheta Limpadora	80,00	126,54
144	1	Retentor	79,49	161,48
145	4	Coroa Pinhão	79,15	178,75
146	9	Sensor Velocidade	77,46	172,00
147	9	Buzina Tom	75,92	168,57
148	6	Disco Freio	75,78	154,80
149	5	Jogo Reparo	74,51	168,28
150	1	Polia Tensora	73,49	163,96
151	8	Pára-Choque	73,16	165,24

## ANEXO B – PEÇAS POR CATEGORIA

	<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
1	Categoria 01	Vedador Haste
2	Categoria 01	Correia Dentada
3	Categoria 01	Carcaça Motor
4	Categoria 01	Filtro Óleo
5	Categoria 01	Filtro Óleo
6	Categoria 01	Cabeçote do Motor
7	Categoria 01	Disco Embreagem
8	Categoria 01	Platô Embreagem
9	Categoria 01	Disco Embreagem
10	Categoria 01	Retentor
11	Categoria 01	Rolamento da embreagem
12	Categoria 01	Platô Embreagem
13	Categoria 01	Junta Cabeçote
14	Categoria 01	Filtro
15	Categoria 01	Disco Embreagem
16	Categoria 01	Retentor
17	Categoria 01	Platô Embreagem
18	Categoria 01	Polia Tensora
19	Categoria 01	Polia Tensora
20	Categoria 01	Vedador Traseiro
21	Categoria 01	Correia Dentada
22	Categoria 01	Junta Tampa de válvulas
23	Categoria 01	Elemento
24	Categoria 01	Junta Tampa de válvulas
25	Categoria 01	Elemento
26	Categoria 01	Junta Tampa de válvulas
27	Categoria 01	Válvula Térmica
28	Categoria 01	Correia Dentada
29	Categoria 01	Junta Cabeçote
30	Categoria 01	Flange Traseira
31	Categoria 01	Radiador
32	Categoria 01	Bomba de Água
33	Categoria 01	Eixo de Desencerrarem
34	Categoria 01	Válvula Escapamento
35	Categoria 01	Junta Cabeçote
36	Categoria 01	Reservatório
37	Categoria 01	Junta do Cabeçote
38	Categoria 01	Tampa Reservatório
39	Categoria 01	Cárter de Óleo
40	Categoria 01	Filtro Combustível
41	Categoria 01	Cárter de Óleo
42	Categoria 01	Junta Cabeçote
43	Categoria 01	Cárter de Óleo
44	Categoria 01	Platô Embreagem
45	Categoria 01	Bomba de Óleo
46	Categoria 01	Retentor
47	Categoria 01	Polia Tensora
48	Categoria 02	Coxim Superior
49	Categoria 02	Amortecedor
50	Categoria 02	Rolamento
51	Categoria 02	Rolamento
52	Categoria 02	Coxim Metal
53	Categoria 02	Rolamento
54	Categoria 02	Amortecedor
55	Categoria 02	Amortecedor
56	Categoria 02	Amortecedor
57	Categoria 02	Mancal Metal

58	Categoria 02	Mancal Eixo
59	Categoria 02	Braço Transversal
60	Categoria 02	Bucha Metal
61	Categoria 02	Prato do Man
62	Categoria 02	Barra Transversal
63	Categoria 02	Coroa Pinhão
64	Categoria 02	Coroa Pinhão
65	Categoria 03	Retentor
66	Categoria 03	Coroa Pinhão
67	Categoria 03	Amortecedor
68	Categoria 03	Amortecedor
69	Categoria 03	Ponta Eixo
70	Categoria 03	Tampa Protetora
71	Categoria 03	Coroa Pinhão
72	Categoria 03	Anel Vedação
73	Categoria 03	Jogo Reparo
74	Categoria 04	Disco Freio
75	Categoria 04	Jogo Pastilha
76	Categoria 04	Roda 5jx13h2
77	Categoria 04	Jogo Pastilha
78	Categoria 04	Disco Freio
79	Categoria 04	Cilindro
80	Categoria 04	Cilindro do freio
81	Categoria 04	Jogo Pastilha
82	Categoria 04	Cilindro
83	Categoria 04	Disco Freio
84	Categoria 05	Suporte para alavanca
85	Categoria 06	Tampa Dianteira
86	Categoria 06	Cobertura
87	Categoria 06	Painel Inferior Dianteiro
88	Categoria 06	Cobertura do pára-choque
89	Categoria 06	Tampa Dianteira
90	Categoria 06	Pára-Lama dianteiro
91	Categoria 06	Pára-Lama dianteiro
92	Categoria 06	Cobertura do pára-choque
93	Categoria 06	Tampa Dianteira
94	Categoria 06	Painel Inferior Dianteiro
95	Categoria 06	Porta Esquerda
96	Categoria 06	Para-choque
97	Categoria 06	Canaleta Esquerda
98	Categoria 06	Cobertura
99	Categoria 06	Acionamento
100	Categoria 06	Peça de Fechamento
101	Categoria 06	Coífa Preto
102	Categoria 06	Cobertura
103	Categoria 06	Grade de Ventilação
104	Categoria 06	Cobertura
105	Categoria 06	Cobertura
106	Categoria 06	Ventilador
107	Categoria 06	Válvula Aquecedora
108	Categoria 06	Tampa Porta
109	Categoria 06	Tampa Porta-luvas
110	Categoria 06	Cobertura do pára-choque
111	Categoria 06	Suporte do pára-choque
112	Categoria 06	Cobertura
113	Categoria 06	Maçaneta Interna
114	Categoria 06	Canaleta Direita
115	Categoria 06	Pára-Choque
116	Categoria 07	Vela Ignição
117	Categoria 07	Jogo (Atuador)

118	Categoria 07	Farol Simples
119	Categoria 07	Sensor Temperatura
120	Categoria 07	Farol Esquerdo
121	Categoria 07	Vela Ignição
122	Categoria 07	Palheta Limpadora
123	Categoria 07	Relê Potência
124	Categoria 07	Farol
125	Categoria 07	Reservatório
126	Categoria 07	Correia Trapezoidal
127	Categoria 07	Vela Ignição
128	Categoria 07	Pinhão do Motor
129	Categoria 07	Suporte de Fixação
130	Categoria 07	Palheta Limpadora
131	Categoria 07	Sensor Velocidade
132	Categoria 07	Buzina Tom
133	Categoria 08	Anel Vedação
134	Categoria 09	Kit Frisos
135	Categoria 09	Roda 15 X 6
136	Categoria 09	Arco Tubular
137	Categoria 09	Frisos Preto
138	Categoria 09	Extintor de Incêndio
139	Categoria 10	Transformador
140	Categoria 10	Correia Trapezoidal
141	Categoria 10	Jogo Coifas
142	Categoria 10	Bomba Combustível
143	Categoria 10	Rolamento da embreagem
144	Categoria 10	Filtro Combustível
145	Categoria 10	Correia Dentada
146	Categoria 10	Vela Ignição
147	Categoria 10	Retentor
148	Categoria 10	Flange Interna
149	Categoria 10	Correia Trapezoidal
150	Categoria 10	Elemento
151	Categoria 10	Comutador da partida

## ANEXO C - DEMANDA TOTAL DAS PEÇAS POR CATEGORIA

Categorias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Período										
Jan/96	261	286	19	47	3	12	92	160	2	4
Fev/96	227	165	62	41	8	21	55	136	5	4
Mar/96	303	191	122	39	3	46	110	94	5	1
Abr/96	239	208	137	54	7	28	87	81	4	1
Mai/96	395	182	140	57	1	46	122	128	9	7
Jun/96	277	218	88	41	1	15	54	135	5	17
Jul/96	337	231	106	59	1	23	107	168	4	1
Ago/96	347	158	142	63	2	31	109	197	4	6
Set/96	386	180	139	72	10	42	91	144	4	4
Out/96	545	303	181	63	18	54	101	171	7	15
Nov/96	443	239	120	81	14	68	140	177	5	8
Dez/96	401	236	199	65	7	52	118	175	4	37
Jan/97	443	267	147	88	8	67	143	188	10	35
Fev/97	347	174	144	50	6	71	90	125	8	22
Mar/97	401	125	132	63	10	55	102	158	9	12
Abr/97	331	168	63	78	6	58	122	159	6	26
Mai/97	293	132	112	44	9	51	91	163	23	20
Jun/97	376	141	145	61	5	45	108	132	16	11
Jul/97	542	254	133	84	4	58	151	197	12	16
Ago/97	289	136	59	51	7	55	92	140	15	11
Set/97	323	138	119	53	7	70	123	133	11	27
Out/97	357	156	142	53	4	89	143	186	24	19
Nov/97	463	204	148	66	9	87	167	130	13	32
Dez/97	559	248	170	80	6	94	204	180	12	53
Jan/98	557	350	156	52	19	115	164	185	20	28
Fev/98	496	186	133	32	17	127	108	183	15	34
Mar/98	497	177	124	42	10	116	152	184	11	62
Abr/98	523	261	154	62	11	83	127	172	9	27
Mai/98	596	237	186	39	14	110	204	176	12	36
Jun/98	510	123	145	44	3	87	106	191	14	36
Jul/98	644	273	232	59	5	116	180	176	7	41
Ago/98	606	270	265	70	9	119	146	198	21	14
Set/98	464	310	188	44	2	92	137	156	10	32
Out/98	523	177	151	34	4	96	169	174	8	32
Nov/98	413	236	131	30	5	100	87	148	7	30
Dez/98	644	276	283	66	6	87	175	236	13	59
Jan/99	500	222	195	73	3	128	147	200	6	45
Fev/99	492	156	129	66	8	91	162	166	4	36
Mar/99	561	156	273	60	5	78	118	201	12	22
Abr/99	524	178	120	55	6	71	160	155	9	34
Mai/99	506	141	174	47	1	91	133	167	8	9
Jun/99	583	121	206	64	2	52	98	171	8	27
Jul/99	596	227	240	81	4	81	189	196	18	42
Ago/99	536	179	152	56	5	66	83	134	10	21
Set/99	535	133	172	44	4	59	98	189	9	20

Out/99	793	245	385	59	8	72	105	208	17	54
Nov/99	1434	247	236	52	3	57	135	172	17	20
Dez/99	855	183	528	97	8	94	192	233	33	44
Jan/00	830	145	231	66	4	94	223	168	6	48
Fev/00	834	143	573	47	6	90	293	202	13	26
Mar/00	764	185	287	49	9	57	315	168	7	34
Abr/00	605	217	288	60	10	59	224	161	18	25
Mai/00	950	358	584	73	9	64	189	173	39	50
Jun/00	1259	390	376	83	5	74	281	203	30	34
Jul/00	1006	228	350	82	6	70	248	242	32	43
Ago/00	1361	478	480	49	10	122	359	245	33	39
Set/00	1551	426	396	67	7	90	304	189	25	26
Out/00	973	269	240	66	6	86	231	178	44	44
Nov/00	1480	396	545	80	7	127	364	276	41	60
Dez/00	1178	300	524	77	7	115	393	274	19	70
Jan/01	2857	460	527	83	16	110	439	169	51	54
Fev/01	1264	245	317	70	6	75	316	190	52	47
Mar/01	2342	316	486	83	10	104	300	183	50	45
Abr/01	1378	216	499	51	10	78	317	172	53	44
Mai/01	1339	355	304	67	5	84	246	267	24	30
Jun/01	1510	239	312	44	3	89	203	194	28	38
Jul/01	1240	306	497	60	10	94	267	262	66	29
Ago/01	962	357	342	38	9	74	263	237	47	21
Set/01	873	241	456	50	9	65	373	186	36	31
Out/01	827	298	318	47	3	64	230	262	29	29
Nov/01	708	142	230	61	2	46	174	228	30	22
Dez/01	1197	328	551	55	3	56	300	203	47	37

## ANEXO D – COMPORTAMENTO DA DEMANDA POR CATEGORIA

Figura 18: Comportamento da demanda - Categoria 1

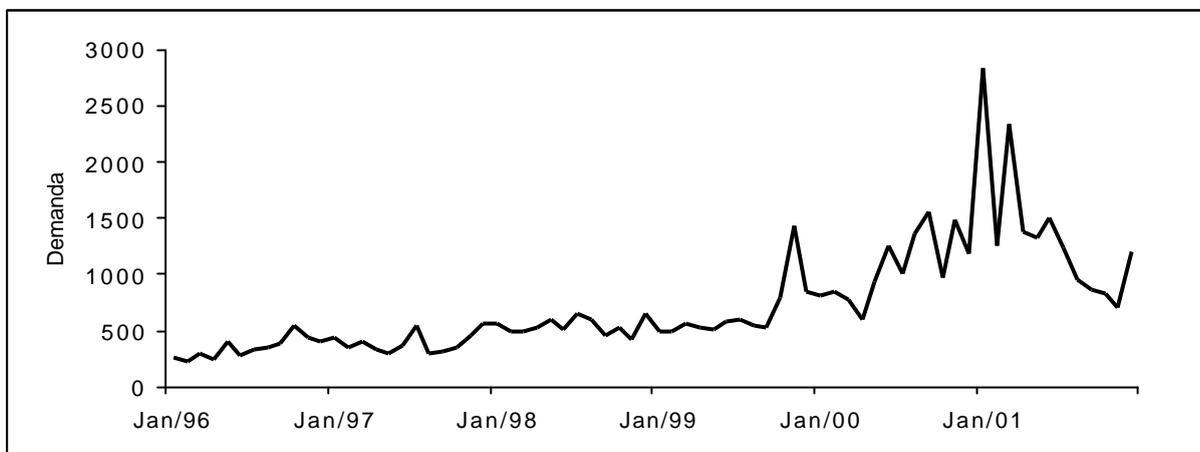


Figura 19: Comportamento da demanda – Categoria 2

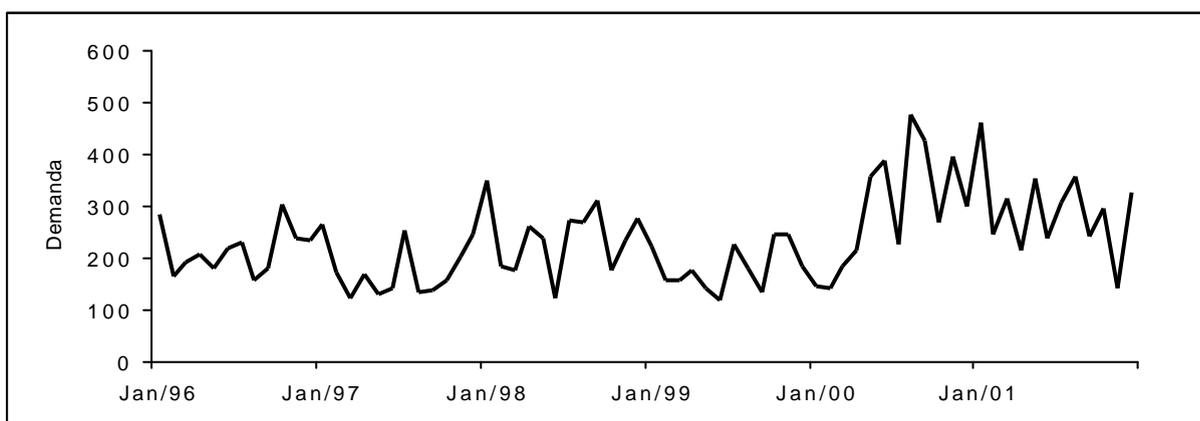


Figura 20: Comportamento da demanda – Categoria 3

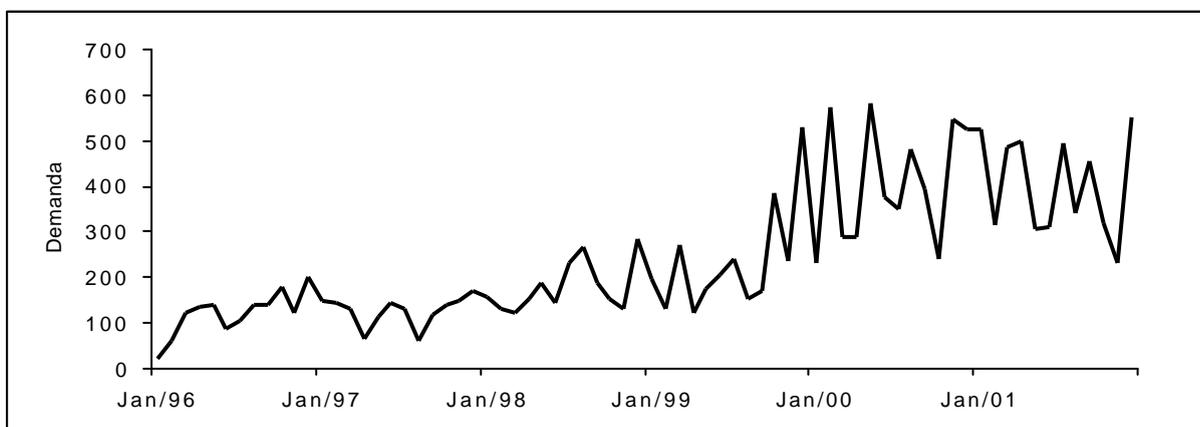


Figura 21: Comportamento da demanda – Categoria 4

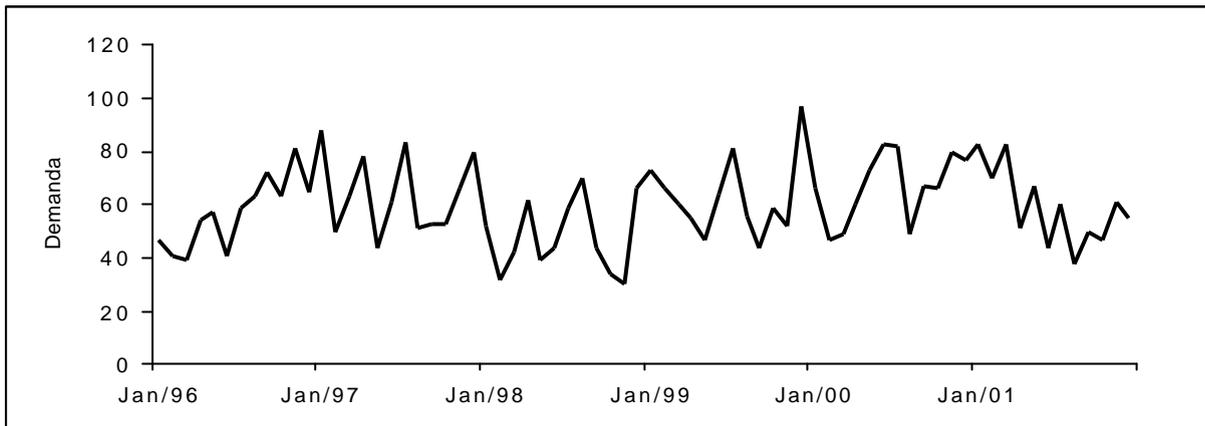


Figura 22: Comportamento da demanda – Categoria 5

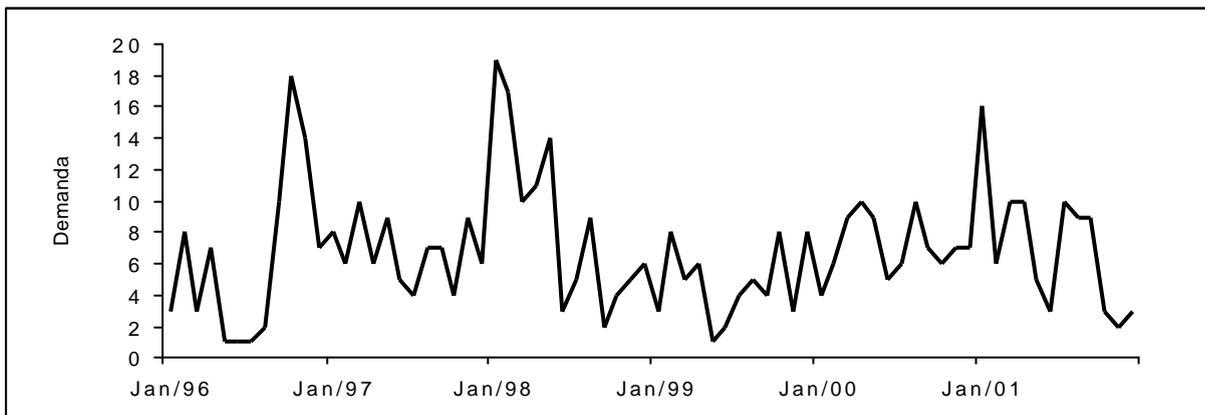


Figura 23: Comportamento da demanda – Categoria 6

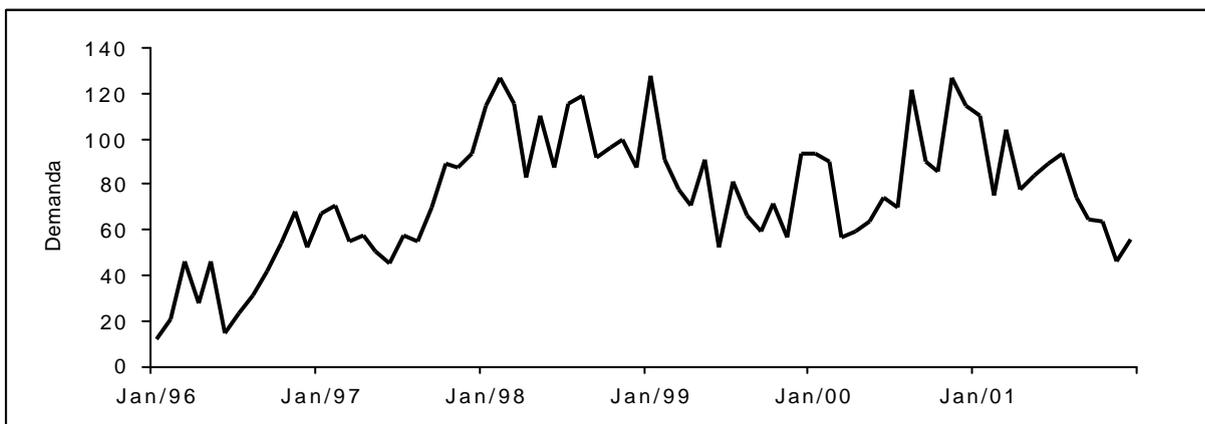


Figura 24: Comportamento da demanda – Categoria 7

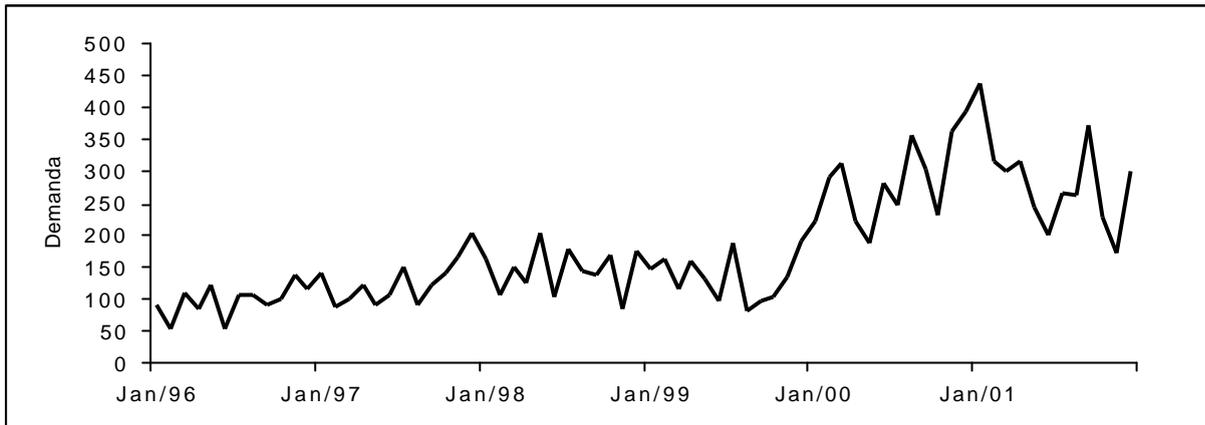


Figura 25: Comportamento da demanda – Categoria 8

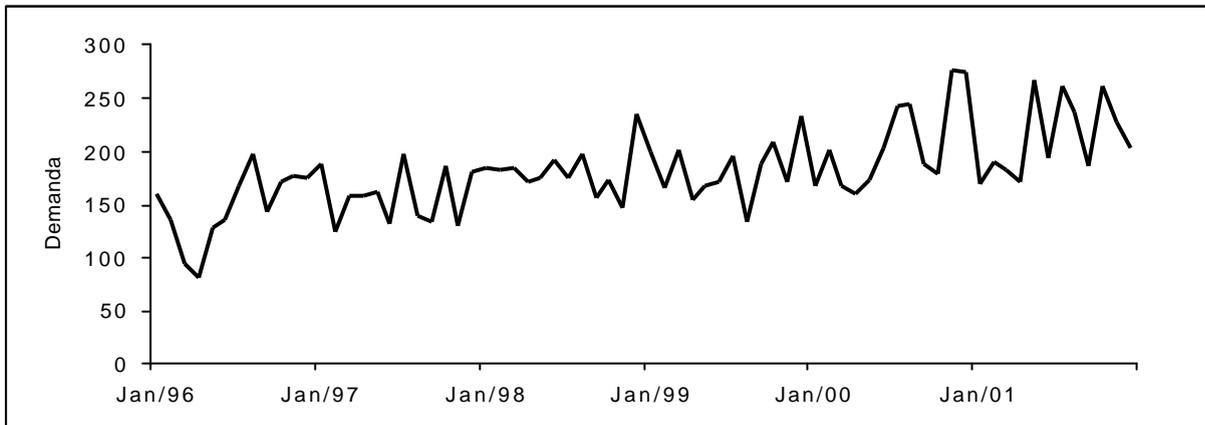


Figura 26: Comportamento da demanda – Categoria 9

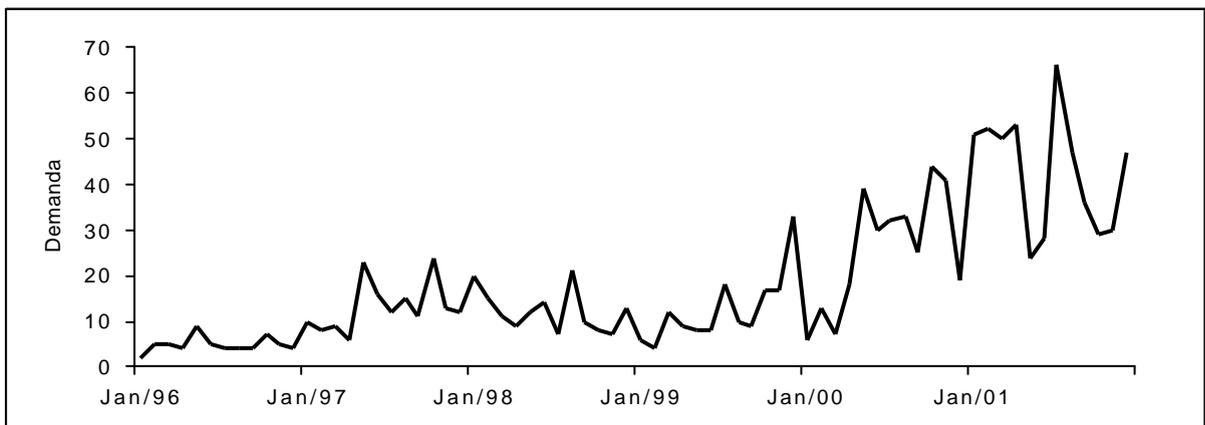
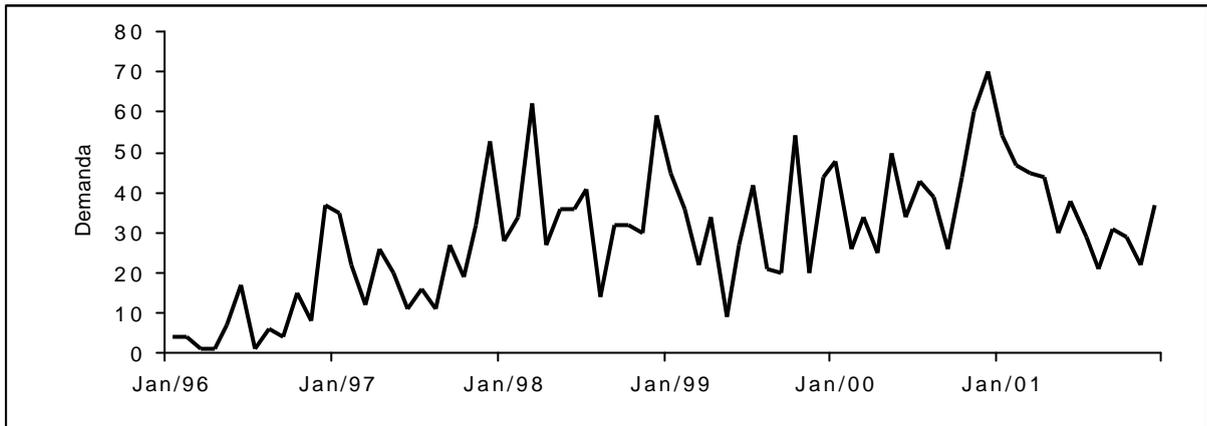


Figura 27: Comportamento da demanda - Categoria 10



## ANEXO E – CUSTOS DE MANUTENÇÃO DOS ESTOQUES

Categoria	Descrição	Valor Reposição	Quantidade	Valor Unitário	Demanda	Valor Ideal
1	Vedador Haste	1.018,30	915	1,11	154	171,39
1	Correia Dentada	534,47	15	35,63	1	35,63
1	Carcaça Motor	528,73	2	264,37	0	0,00
1	Filtro Óleo	476,46	80	5,96	60	357,35
1	Filtro Óleo	471,58	67	7,04	86	605,31
1	Cabeçote do Motor	469,39	4	117,35	0	0,00
1	Disco Embreagem	452,38	10	45,24	7	316,67
1	Platô Embreagem	393,23	10	39,32	8	314,58
1	Disco Embreagem	353,82	8	44,23	4	176,91
1	Retentor	353,26	115	3,07	82	251,89
1	Rolamento da embreagem	351,7	17	20,69	13	268,95
1	Platô Embreagem	325,9	8	40,74	4	162,95
1	Junta Cabeçote	318,07	53	6,00	20	120,03
1	Filtro	298,08	38	7,84	37	290,24
1	Disco Embreagem	282,83	8	35,35	7	247,48
1	Retentor	265,36	22	12,06	13	156,80
1	Platô Embreagem	257,65	8	32,21	7	225,44
1	Polia Tensora	239	3	79,67	3	239,00
1	Polia Tensora	235,86	13	18,14	8	145,14
1	Vedador Traseiro	219,12	46	4,76	40	190,54
1	Correia Dentada	204,64	10	20,46	13	266,03
1	Junta Tampa de válvulas	203,95	25	8,16	23	187,63
1	Elemento	195,3	28	6,98	15	104,63
1	Junta Tampa de válvulas	189,7	60	3,16	48	151,76
1	Elemento	180,85	26	6,96	25	173,89
1	Junta Tampa de válvulas	178,6	5	35,72	2	71,44
1	Válvula Térmica	177,11	32	5,53	42	232,46
1	Correia Dentada	168,89	3	56,30	8	450,37
1	Junta Cabeçote	160,66	18	8,93	15	133,88
1	Flange Traseira	158,08	4	39,52	4	158,08
1	Radiador	140,6	2	70,30	0	0,00
1	Bomba de Água	135,8	2	67,90	0	0,00
1	Eixo de Desembreagem	134,48	5	26,90	1	26,90
1	Válvula Escapamento	131,72	14	9,41	0	0,00
1	Junta Cabeçote	126,7	9	14,08	7	98,54
1	Reservatório	109,46	6	18,24	5	91,22
1	Junta do Cabeçote	107,97	14	7,71	8	61,70
1	Tampa Reservatório	102,01	36	2,83	20	56,67
1	Cárter de Óleo	97,9	3	32,63	0	0,00
1	Filtro Combustível	95,15	4	23,79	2	47,58
1	Cárter de Óleo	92,98	5	18,60	4	74,38
1	Junta Cabeçote	88,2	16	5,51	5	27,56
1	Cárter de Óleo	86,93	3	28,98	8	231,81
1	Platô Embreagem	83	2	41,50	1	41,50
1	Bomba de Óleo	81,36	2	40,68	2	81,36
1	Retentor	79,49	22	3,61	12	43,36
1	Polia Tensora	73,49	1	73,49	3	220,47
4	Coxim Superior	372,06	20	18,60	17	316,25
4	Amortecedor	266,43	7	38,06	2	76,12

4	Rolamento	231,52	9	25,72	6	154,35
4	Rolamento	226,08	29	7,80	12	93,55
4	Coxim Metal	219,91	35	6,28	27	169,64
4	Rolamento	202,79	22	9,22	7	64,52
4	Amortecedor	192,21	7	27,46	6	164,75
4	Amortecedor	185,37	6	30,90	6	185,37
4	Amortecedor	181,78	3	60,59	2	121,19
4	Mancal Metal	171,24	110	1,56	111	172,80
4	Mancal Eixo	170,52	48	3,55	47	166,97
4	Braço Transversal	167,15	5	33,43	1	33,43
4	Bucha Metal	114,76	48	2,39	36	86,07
4	Prato do Mancal	102,6	12	8,55	12	102,60
4	Barra Transversal	93,49	3	31,16	0	0,00
4	Coroa Pinhão	88,07	1	88,07	4	352,28
4	Coroa Pinhão	79,15	1	79,15	2	158,30
5	Retentor	539,46	324	1,67	205	341,33
5	Coroa Pinhão	279,48	3	93,16	2	186,32
5	Amortecedor	208,5	7	29,79	8	238,29
5	Amortecedor	153,86	4	38,47	2	76,93
5	Ponta Eixo	118,49	4	29,62	5	148,11
5	Tampa Protetora	94,26	141	0,67	60	40,11
5	Coroa Pinhão	92,77	1	92,77	0	0,00
5	Anel Vedação	82,8	34	2,44	36	87,67
5	Jogo Reparo	74,51	2	37,26	0	0,00
6	Disco Freio	344,65	16	21,54	4	86,16
6	Jogo Pastilha	222,14	7	31,73	3	95,20
6	Roda 5jx13h2	160,01	4	40,00	2	80,01
6	Jogo Pastilha	157,1	10	15,71	6	94,26
6	Disco Freio	118,9	6	19,82	4	79,27
6	Cilindro	117,02	11	10,64	2	21,28
6	Cilindro do freio	107,95	15	7,20	9	64,77
6	Jogo Pastilha	94,26	6	15,71	13	204,23
6	Cilindro	89,9	4	22,48	0	0,00
6	Disco Freio	75,78	4	18,95	4	75,78
7	Suporte para alavanca	104,58	10	10,46	3	31,37
8	Tampa Dianteira	524,35	3	174,78	4	699,13
8	Cobertura do pára-choque	477,17	4	119,29	0	0,00
8	Painel Inferior Dianteiro	415,55	4	103,89	0	0,00
8	Cobertura do pára-choque	358,28	7	51,18	1	51,18
8	Tampa Dianteira	349,56	2	174,78	1	174,78
8	Pára-Lama Dianteiro	307,11	4	76,78	0	0,00
8	Pára-Lama Dianteiro	307,11	4	76,78	2	153,56
8	Cobertura do pára-choque	245,58	5	49,12	3	147,35
8	Tampa Dianteira	228,86	2	114,43	0	0,00
8	Painel Inferior Dianteiro	207,77	2	103,89	0	0,00
8	Porta Esquerda	197,01	1	197,01	0	0,00
8	Para-choque	191,52	8	23,94	4	95,76
8	Canaleta Esquerda	190,91	7	27,27	4	109,09
8	Cobertura do pára-choque	185,18	2	92,59	1	92,59
8	Acionamento	181,82	11	16,53	5	82,65
8	Peça de Fechamento	163,78	10	16,38	6	98,27
8	Coifa Preto	155,3	5	31,06	0	0,00

8	Cobertura do pára-choque	135,13	2	67,57	1	67,57
8	Grade de Ventilação	134,9	4	33,73	1	33,73
8	Cobertura do pára-choque	130,93	2	65,47	1	65,47
8	Cobertura do pára-choque	130,93	2	65,47	1	65,47
8	Ventilador	129,39	3	43,13	1	43,13
8	Válvula Aquecedora	117,99	9	13,11	3	39,33
8	Tampa Porta	110,76	5	22,15	7	155,06
8	Tampa Porta-luvas	105,87	5	21,17	1	21,17
8	Cobertura do pára-choque	96,15	2	48,08	0	0,00
8	Suporte pára-choque	94,84	2	47,42	0	0,00
8	Cobertura do pára-choque	93,34	2	46,67	3	140,01
8	Maçaneta Interna	82,27	10	8,23	11	90,50
8	Canaleta Direita	81,82	3	27,27	2	54,55
8	Para-Choque	73,16	3	24,39	1	24,39
9	Vela Ignição	690,47	214	3,23	129	416,22
9	Jogo (Atuador)	374,85	5	74,97	4	299,88
9	Farol Simples	260,9	3	86,97	0	0,00
9	Sensor Temperatura	205,45	13	15,80	4	63,22
9	Farol Esquerdo	170,76	3	56,92	0	0,00
9	Vela Ignição	145,92	40	3,65	24	87,55
9	Palheta Limpadora	141,7	24	5,90	21	123,99
9	Relê Potência	126	11	11,45	8	91,64
9	Farol	114,8	2	57,40	0	0,00
9	Reservatório	101,54	14	7,25	5	36,26
9	Correia Trapezoidal	89,33	18	4,96	11	54,59
9	Vela Ignição	84,91	21	4,04	16	64,69
9	Pinhão do Motor	83,44	2	41,72	0	0,00
9	Suporte de Fixação	82,65	3	27,55	1	27,55
9	Palheta Limpadora	80	19	4,21	4	16,84
9	Sensor Velocidade	77,46	4	19,37	3	58,10
9	Buzina Tom	75,92	3	25,31	0	0,00
10	Anel Vedação	95,62	240	0,40	262	104,39
11	Kit Frisos	419,06	23	18,22	18	327,96
11	Roda 15 X 6	387,45	4	96,86	4	387,45
11	Arco Tubular	328,66	2	164,33	1	164,33
11	Frisos Preto	141,57	8	17,70	5	88,48
11	Extintor de Incêndio	95,43	6	15,91	1	15,91
15	Transformador	711,23	3	237,08	1	237,08
15	Correia Trapezoidal	284,16	3	94,72	3	284,16
15	Jogo Coifas	279,45	5	55,89	0	0,00
15	Bomba Combustível	191,95	1	191,95	0	0,00
15	Rolamento da embreagem	180,7	11	16,43	8	131,42
15	Filtro Combustível	155,9	7	22,27	1	22,27
15	Correia Dentada	137,87	3	45,96	1	45,96
15	Vela Ignição	136,75	11	12,43	0	0,00
15	Retentor	131,57	9	14,62	10	146,19
15	Flange Interna	128,49	1	128,49	1	128,49
15	Correia Trapezoidal	116,07	4	29,02	0	0,00
15	Elemento	97,89	2	48,95	1	48,95
15	Comutador da partida	87,98	2	43,99	3	131,97
		<b>30.950,00</b>				<b>17.789,02</b>