

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

CLAUDIMAR PEREIRA DA VEIGA

**ANÁLISE DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DE DEMANDA:
ESTUDO COMPARATIVO E DESEMPENHO FINANCEIRO**

CURITIBA

2009

CLAUDIMAR PEREIRA DA VEIGA

**ANÁLISE DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DE DEMANDA:
ESTUDO COMPARATIVO E DESEMPENHO FINANCEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Guilherme Ernani Vieira, Ph.D.

CURITIBA

2009

CLAUDIMAR PEREIRA DA VEIGA

**ANÁLISE DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DE DEMANDA:
ESTUDO COMPARATIVO E DESEMPENHO FINANCEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

Curitiba, 24 de setembro de 2009

Prof. Edson Pinheiro de Lima, Ph.D.
Coordenador

Banca Examinadora:

Prof. Guilherme Ernani Vieira, Ph.D
Orientador

Prof. Leandro dos Santos Coelho, Dr
1º. Examinador

Prof. Humberto Xavier de Araújo, Dr
2º. Examinador

DEDICATÓRIA

A Cássia, minha esposa e amiga, vivenciando prazos, viagens, aulas, provas, notas, faltas, reuniões, artigos e suportando minha ausência nas mais diversas ocasiões, participando dos dias nervosos, felizes e de comemorações. Seu suporte é sempre fundamental para que eu consiga produzir. Tem participação de destaque neste trabalho.

Ao meu pai, Joaquim Pereira da Veiga Filho (*in memorian*), com sua forma simples de educar. Sempre acreditou e motivou investimentos em minha educação.

À minha mãe, Maria Auxiliadora da Veiga, com muito amor e carinho.

À minha filha Ana Clara.

A todos os autores e pesquisadores citados e referenciados neste trabalho. Sem a pesquisa de vocês, não teria alcançado resultados neste trabalho e contribuído com a continuidade da pesquisa no Brasil e no exterior.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela graça da vida e pela oportunidade de aprender e crescer.

Ao meu orientador, prof. Dr. Guilherme Ernani Vieira, com sua visão de mundo acadêmico e empresarial e pelo seu perfil prático e de realização que muito ajudou a focar este trabalho e a conseguir terminá-lo.

Ao Edgar Leite dos Santos filho, pelas valiosas dicas. “Existem amigos mais chegados que irmãos”.

À Prof. Dra. Kárem Cristina de Souza Ribeiro, pelo incentivo, motivação e credibilidade.

À Prof. Dra. Patrícia Alcântara Cardoso, por participar de todo início desta pesquisa e também pelas dicas.

Ao prof. Dr. Leandro dos Santos Coelho, pela ajuda e excelentes contribuições.

Ao Prof. Dr. Wesley Vieira da Silva, pela prontidão e auxílio.

Ao prof. Dr. Edson Mello Junior, pelo apoio inicial nesta etapa da minha vida.

Ao prof. Dr. Humberto Xavier de Araújo, pelo projeto inicial desta pesquisa.

Ao Nomaston Mota, que mesmo a distância pode contribuir para realização deste sonho.

Ao amigo José Alberto Matheus Duarte, pelo compartilhamento de dados, apoio, credibilidade e confiança nesta pesquisa.

Ao Amigo do mestrado Junior Ribeiro.

E são tantas as pessoas que, das mais diferentes formas, participaram desta história. A elas, o meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

VEIGA, Claudimar Pereira da. **Análise de métodos quantitativos de previsão de demanda: estudo comparativo e desempenho financeiro**. 2009. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, PUCPR, Curitiba, PR.

Para alcançar vantagem competitiva em um ambiente de flutuações, a organização deve tomar decisões certas, em tempo adequado e baseados em informações de qualidade. Neste contexto, a previsão de demanda é a base para muitas decisões estratégicas e de planejamento em uma cadeia de suprimentos já que fornece subsídios para os planos de capacidade, vendas, fluxo de caixa, estoque, mão-de-obra e compras. A qualidade da previsão tem influência direta no nível de serviço oferecido ao consumidor bem como no planejamento orçamentário das empresas. Na indústria de alimentos, em especial, um bom sistema de previsão pode trazer vantagens estratégicas devido ao curto período de vida útil dos produtos. Dentro deste contexto, este trabalho apresenta um estudo de caso em uma unidade de negócio de uma empresa de alimentos com a finalidade de resolver dois problemas: (i) investigar o modelo quantitativo de previsão de demanda de maior acurácia em comparação ao método utilizado pela empresa em estudo e (ii) verificar a influência dos erros de previsão de demanda no desempenho financeiro de uma empresa de alimentos. Trata-se de uma pesquisa descritiva *ex-post fact* com corte temporal seccional em que foram utilizados dados históricos de demanda de cinco grupos de produto, no período de 2004 a 2008. Para uma análise comparativa profunda com o método de previsão utilizado pela empresa em estudo, foram analisados sete modelos quantitativos de previsão de demanda: média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial simples, modelo de Holt, modelo de Winter, ARIMA (auto regressivo integrado de médias móveis) e redes neurais. O modelo quantitativo de maior acuracidade foi utilizado para calcular o nível de serviço para atendimento de demanda através do *fill rate*. Este procedimento possibilitou investigar a influência dos erros de previsão no desempenho financeiro da empresa em estudo. Os resultados encontrados sugerem que o assunto ainda não foi esgotado. Há necessidade de novas pesquisas investigativas em previsão devido à complexidade do processo e à sua aplicabilidade em situações diversas.

Palavras-chave: Previsão de demanda, métodos quantitativos, séries temporais, *fill rate*, desempenho financeiro.

ABSTRACT

VEIGA, Claudimar Pereira da. **An analysis of quantitative methods for demand forecasting:** comparative study and financial performance. 2009. 152f. Dissertation (Masters in Engeneering and Production Systems) – Postgraduate Program in Engeneering and Production Systems, Pontific Catholic University, PUCPR, Curitiba, Brazil.

In order to gain a competitive advantage in an environment marked by change, an organization must make the right decisions, within an adequate timeframe and based on quality information. In this scenario, demand forecasting becomes key to all strategic and planning decisions in a chain of supplies as it offers the basis for capacity, sales, cash flow, stock, labor and purchasing planning. The reliability of a forecasting has a direct influence on both the level of service offered to consumers as well as on a company's budget planning. Because of the strategic importance of demand forecasting to different organizations, various methods have been studied thus far and are available for use in a variety of situations. In the foods industry, especially, a good forecasting system may yield strategic advantages as one considers the short life cycle of products. Drawing from such concerns, this inquiry presents the case study of a business unit of a foods company in order to engage two research problems: (i) to identify the most accurate quantitative model of demand forecasting in comparison with the method currently used by the company in question and (ii) to verify the influence of errors in demand forecasting on the financial performance of a foods company. This is an *ex-post facto* descriptive inquiry with a time series in which we made use of historical data from five groups of products from 2004 to 2008. For an in-depth comparative analysis of the forecasting method used by the company under discussion, seven different quantitative models of demand forecasting were examined, as follows: Simple Moving Average, Weighted Moving Average, Simple Exponential Smoothing, Holt Model, Winter Model, ARIMA and Neural Networks. The most accurate quantitative model was used to calculate the level of service required to meet demand by means of a fill rate. This made it possible to access the influence of forecasting errors on the financial performance of the company under consideration. The results seem to suggest that this problematic must be further explored. New investigative research on forecasting is still lacking due to the complexity of the process and to its applicability in diverse situations.

Keywords: Demand forecasting, quantitative methods, time series, fill rate, financial performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Processo integrado da cadeia de suprimentos entre níveis e escalões.....	26
Figura 2: Visão estrutural de um sistema de medida de desempenho da cadeia de suprimentos.....	30
Figura 3: Etapas do processo científico de previsão.....	44
Figura 4: Representação esquemática da metodologia ARIMA para modelagens de séries temporais.....	61
Figura 5: Rede neural <i>feedforward</i> com uma camada escondida.....	69
Figura 6: Etapas para o agrupamento de dados.....	77
Figura 7: Taxonomia da classificação dos agrupamentos.....	78
Figura 8: Análise dos dados de demanda dos produtos do grupo A entre 2004 e 2008.....	99
Figura 9: Análise dos dados de demanda dos produtos dos grupos B, C, D e E entre 2004 e 2008.....	100
Figura 10: Previsão de demanda dos produtos do grupo A entre 2004 e 2008.....	105
Figura 11: Previsão de demanda dos produtos do grupo B entre 2004 e 2008.....	107
Figura 12: Previsão de demanda dos produtos do grupo C entre 2004 e 2008.....	109
Figura 13: Previsão de demanda dos produtos do grupo D entre 2004 e 2008.....	111
Figura 14: Previsão de demanda dos produtos do grupo E entre 2004 e 2008.....	113
Figura 15: Análise geral do MAPE para os modelos quantitativos em estudo.....	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Método atual de previsão de demanda da empresa em análise.....	102
Tabela 2: Valores das constantes de suavização e número de parâmetros utilizados nos modelos de previsão de demanda.....	104
Tabela 3: Resultado das medidas de desempenho dos modelos de previsão para os produtos do grupo A.....	105
Tabela 4: Previsão de demanda realizada pelos métodos quantitativos para os produtos do grupo A no período de 2008.....	106
Tabela 5: Resultados das medidas de desempenho dos modelos de previsão para os produtos do grupo B.....	107
Tabela 6: Previsão de demanda realizada pelos métodos quantitativos para os produtos do grupo B no período de 2008.....	108
Tabela 7: Resultados das medidas de desempenho dos modelos de previsão para os produtos do grupo C.....	109
Tabela 8: Previsão de demanda realizada pelos métodos quantitativos para os produtos do grupo C no período de 2008.....	110
Tabela 9: Resultados das medidas de desempenho dos modelos de previsão para os produtos do grupo D.....	111
Tabela 10: Previsão de demanda realizada pelos métodos quantitativos para os produtos do grupo D no período de 2008.....	112
Tabela 11: Resultados das medidas de desempenho dos modelos de previsão para os produtos do grupo E.....	113
Tabela 12: Previsão de demanda realizada pelos métodos quantitativos para os produtos do Grupo E no período de 2008.....	114
Tabela 13: Análise <i>fill rate</i> para previsão da empresa e dos modelos de maior acuracidade.....	115
Tabela 14: Análise do desempenho financeiro em função do <i>fill rate</i>	116

LISTA DE SIGLAS

AGN	Algoritmo Gauss Newton
ARIMA	Auto Regressivo Integrado de Média Móveis
CRP	Programa Reposição Automática (<i>continuous replenishment program</i>)
DAM	Desvio Absoluto Médio
DC	Definição constitutiva
DO	Definição operacional
EDA	Análise Exploratória dos Dados (<i>exploratory data analysis</i>)
ES	Número de <i>stockouts</i> esperados por ciclo
EWMA	Media móvel ponderada exponencialmente
FR	Índice de resposividade no atendimento de demanda (<i>Fill rate</i>)
IA	Inteligência Artificial
LMA	Análise Levenberg-Marquardt
LTD	Tempo de condução (<i>Lead time</i>)
MAPE	Erro Absoluto Médio Percentual
MH	Método de Holter
MIMIC	Modelo de Múltiplos Indicadores e Múltiplas Causas
MMS	Média Móvel Simples
MMP	Média Móvel Ponderada
MPS	Programa Mestre de Produção (<i>master production scheduling</i>)
MW	Método de Winter
REQM	Raiz Quadrada do Erro Médio Quadrático
RCAs	Representantes Comerciais Autônomos
RCs	Representantes Comerciais

RN	Redes Neurais
RNA	Redes Neurais Artificiais
RNFLM	Rede Neural <i>feedforward</i> treinada com algoritmo de Levenberg-Marquardt
SCM	Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos) (<i>supply chain management</i>)
SES	Suavização Exponencial Simples
SKU	Unidade de Manutenção de Estoque (<i>stock keeping unit</i>)
SQE	Soma dos erros quadráticos
TC	Custo total de inventário por ano
TS	Razão de viés
VMI	Estoque Gerenciado pelo Fornecedor (<i>Vendor Managed Inventory</i>)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 OBJETIVO GERAL.....	20
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.3 JUSTIFICATIVAS TEÓRICA E PRÁTICA.....	21
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-EMPÍRICA.....	24
2.1 GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	25
2.2 MEDIDAS DE DESEMPENHO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	28
2.3 QUALIDADE DA INFORMAÇÃO E EFEITO CHICOTE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	33
2.4 IMPORTÂNCIA DA PREVISÃO DE DEMANDA.....	38
2.5 CARACTERÍSTICAS E ETAPAS DO PROCESSO DE PREVISÃO.....	42
2.6 MÉTODOS DE PREVISÃO.....	45
2.6.1 Métodos qualitativos.....	45
2.6.2 Método de previsão estático.....	46
2.6.3 Métodos causais.....	47
2.6.4 Métodos de simulação.....	47
2.6.5 Métodos quantitativos baseados em séries temporais.....	48
2.6.5.1 Método baseado em média móveis simples (MMS).....	51
2.6.5.2 Método baseado em médias ponderadas (MMP).....	53
2.6.5.3 Método de suavização exponencial simples (SES).....	53
2.6.5.4 Método de suavização exponencial com tendência (Modelo de Holt).....	55
2.6.5.5 Método de suavização exponencial com tendência e com variação de estação (Modelo de Winter).....	56
2.6.5.6 Método de Box-Jenkins (modelo ARIMA).....	60

2.6.5.7 Métodos baseados em inteligência artificial, rede neural, lógica <i>fuzzy</i>	64
2.6.5.7.1 <i>Feedforward</i> treinada com o algoritmo de Levenberg- Marquardt.....	72
2.7 AGRUPAMENTO DE SÉRIES TEMPORAIS.....	74
2.7.1 Conceito e importância do planejamento agregado na cadeia de suprimentos.....	75
2.7.2 Preparação dos dados.....	76
2.7.3 Etapas do planejamento agregado.....	77
2.7.4 Classificação do agrupamento de dados.....	78
2.8 MEDIDAS DE ERRO DAS PREVISÕES.....	81
2.9 EFETIVIDADE E SELEÇÃO DO MÉTODO DE PREVISÃO.....	84
2.10 PREVISÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS.....	89
3 METODOLOGIA CIENTÍFICA.....	90
3.1 ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	90
3.1.2 Definições constitutiva (DC) e operacional (DO) das variáveis.....	91
3.1.3 Definição constitutiva de termos importantes para o contexto da pesquisa.....	93
3.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	94
3.2.1 Delineamento de pesquisa.....	95
3.2.2 Dados: tipos, coleta e tratamento.....	96
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	100
4.1 MÉTODO ATUAL DE PREVISÃO DE DEMANDA.....	100
4.2 APLICAÇÃO DOS MODELOS QUANTITATIVOS E AVALIAÇÃO DOS ERROS DE PREVISÃO.....	101
4.2.1 Resultados da aplicação dos modelos quantitativos para o grupo A.....	103
4.2.2 Resultados da aplicação dos modelos quantitativos para o grupo B.....	105
4.2.3 Resultados da aplicação dos modelos quantitativos para o grupo C.....	107
4.2.4 Resultados da aplicação dos modelos quantitativos para o grupo D.....	109
4.2.5 Resultados da aplicação dos modelos quantitativos para o grupo E.....	111

4.3 APLICAÇÃO DO <i>FILL RATE</i> NA AVALIAÇÃO FINANCEIRA DA EMPRESA.....	113
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
APÊNDICE A – AJUSTAMENTO DAS PREVISÕES PARA OS PRODUTOS DO GRUPO A NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	128
APÊNDICE B – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO PARA OS MODELOS MW, MH, SES E EMPRESA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008.....	129
APÊNDICE C – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO A PARA OS MODELOS MMS, MMP E ARIMA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008.....	130
APÊNDICE D – AJUSTAMENTO DAS PREVISÕES REALIZADAS PARA OS PRODUTOS DO GRUPO B NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	131
APÊNDICE E – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO B PARA OS MODELOS MW, MH, SES E EMPRESA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008.....	132
APÊNDICE F – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO B PARA OS MODELOS MMS, MMP E ARIMA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008.....	133
APÊNDICE G – AJUSTAMENTO PREVISÃO DE DEMANDA PARA OS PRODUTOS DO GRUPO C NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	134
APÊNDICE H – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO C PARA OS MODELOS MW, MH, SES E EMPRESA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008.....	135
APÊNDICE I – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO C PARA OS MODELOS MMS, MMP E ARIMA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008.....	136
APÊNDICE J – AJUSTAMENTO DAS PREVISÕES REALIZADAS PELOS MÉTODOS PARA OS PRODUTOS DO GRUPO D NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	137

APÊNDICE K – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO D PARA OS MODELOS MW, MH, SES E EMPRESA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008.....	138
APÊNDICE L – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO D PARA OS MODELOS MMS, MMP E ARIMA NO PERÍODO DE 2004 A 2008.....	139
APÊNDICE M – AJUSTAMENTO DAS PREVISÕES REALIZADAS PELOS MÉTODOS PARA OS PRODUTOS DO GRUPO E NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	140
APÊNDICE N – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO E PARA OS MODELOS MW, MH, SES E EMPRESA NO PERÍODO DE 2004 A 2008.....	141
APÊNDICE O – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO E PARA OS MODELOS MMS, MMP E ARIMA NO PERÍODO DE 2004 A 2008.....	142
APÊNDICE P – AJUSTAMENTO DA PREVISÃO RN, METODOLOGIA EMPRESA E ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO PARA PRODUTOS DO GRUPO A NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	143
APÊNDICE Q – PREVISÃO DE DEMANDA E MEDIDAS DE DESEMPENHO RN E METODOLOGIA EMPRESA PARA PRODUTOS DO GRUPO A NO ANO DE 2008.....	143
APÊNDICE R – AJUSTAMENTO DA PREVISÃO RN, METODOLOGIA EMPRESA E MEDIDAS DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO PARA PRODUTOS DO GRUPO B NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	144
APÊNDICE S – PREVISÃO DE DEMANDA E MEDIDAS DE DESEMPENHO RN E METODOLOGIA EMPRESA PARA PRODUTOS DO GRUPO B NO ANO DE 2008.....	144
APÊNDICE T – AJUSTAMENTO DA PREVISÃO RN, METODOLOGIA EMPRESA E MEDIDAS DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO PARA PRODUTOS DO GRUPO C NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	145

APÊNDICE U – PREVISÃO DE DEMANDA E MEDIDAS DE DESEMPENHO RN E METODOLOGIA EMPRESA PARA PRODUTOS DO GRUPO C NO ANO DE 2008.....	145
APÊNDICE V – AJUSTAMENTO DA PREVISÃO RN, METODOLOGIA EMPRESA E MEDIDAS DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO PARA PRODUTOS DO GRUPO D NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	146
APÊNDICE W – PREVISÃO DE DEMANDA E MEDIDAS DE DESEMPENHO RN E METODOLOGIA EMPRESA PARA PRODUTOS DO GRUPO D NO ANO DE 2008.....	146
APÊNDICE X – AJUSTAMENTO DA PREVISÃO RN, METODOLOGIA EMPRESA E MEDIDAS DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO PARA PRODUTOS DO GRUPO E NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	147
APÊNDICE Y – PREVISÃO DE DEMANDA E MEDIDAS DE DESEMPENHO RN E METODOLOGIA DA EMPRESA PARA PRODUTOS DO GRUPO E NO ANO DE 2008.....	147
APÊNDICE Z – TESTE DE NÍVEL PARA OS PRODUTOS DO GRUPO A NO ANO DE 2004 A 2007.....	148
APÊNDICE AA – TESTE DE SAZONALIDADE PRODUTOS DO GRUPO A NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	148
APÊNDICE AB – TESTE DE TENDÊNCIA PARA PRODUTOS DO GRUPO A NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	148
APÊNDICE AC – TESTE DE NÍVEL PARA PRODUTOS DO GRUPO B, NO PERÍODO DE 2004 A 2008.....	149
APÊNDICE AD – TESTE DE SAZONALIDADE PARA PRODUTOS DO GRUPO B.....	149
APÊNDICE AE – TESTE DE TENDÊNCIA PARA PRODUTOS DO GRUPO B, NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	149
APÊNDICE AF – TESTE DE SAZONALIDADE PARA PRODUTOS DO GRUPO C, NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	150

APÊNDICE AG – TENDÊNCIA E CRESCIMENTO PARA PRODUTOS DO GRUPO C, NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	150
APÊNDICE AH – GRÁFICO DE NÍVEL PARA PRODUTOS DO GRUPO D, NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	150
APÊNDICE AI – TESTE DE TENDÊNCIA PARA PRODUTOS DO GRUPO D, NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	151
APÊNDICE AJ – TESTE DE SAZONALIDADE PARA PRODUTOS DO GRUPO E, NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	151
APÊNDICE AK – TESTE DE NÍVEL PARA PRODUTOS DO GRUPO E, NO PERÍODO DE 2004 A 2007.....	151

1 INTRODUÇÃO

Algumas alterações ocorridas no âmbito econômico e político no Brasil, nas últimas décadas, obrigaram as empresas a explorarem soluções geradoras de renda, essenciais para a manutenção do próprio negócio.

No setor agropecuário brasileiro, em especial, as barreiras para se atingir o desempenho financeiro esperado são muitas. Assim como em outros setores, as diferenças sociais e econômicas são significativas em distintas regiões do Brasil. Um número considerável de pequenos produtores atua praticamente para subsistência com situação sanitária precária e, em algumas poucas empresas, é possível alcançar uma produtividade comparável àquela atingida por países que são referência no assunto. A competição por maiores participações no mercado brasileiro ocorre, portanto, entre um número pequeno de grandes empresas. Grande parte das empresas que prosperam neste mercado competitivo são aquelas que se adaptam às mudanças de demanda de consumo e que inovam constantemente na produção pela adoção de novas tecnologias.

Além da competição entre as empresas nacionais, a abertura da economia brasileira e a implantação do MERCOSUL aumentaram acentuadamente a disputa por parcelas do mercado brasileiro. Como consequência, a indústria nacional passou por diversas adequações a fim de aumentar a eficiência do processo produtivo e a qualidade dos produtos ofertados (BLAYNEY; GEHLHAR, 2005).

Os investimentos diretos que ultrapassam fronteiras já têm alterado a competição no mercado de alimentos. As empresas multinacionais reconhecem os benefícios potenciais do fornecimento de alimentos em diferentes países. Por isso, têm se reposicionado para múltiplas localizações com a finalidade de direcionar o crescimento de demanda.

A globalização tem manifestado pressão sobre as indústrias de alimentos a fim de que todos se adaptem às mudanças nas relações de mercado. Os mercados globais que limitam a competição estrangeira se tornam menos relevantes já que políticas protecionistas prejudicam o crescimento do país pelo desperdício de novas oportunidades. Nesse contexto, as empresas devem competir agressivamente por uma parte da receita do mercado de alimentos e por recursos e investimentos.

Outra alteração política e econômica no cenário brasileiro que modificou o processo competitivo entre as empresas foi a implantação do Plano Real. Este reduziu o processo inflacionário, estabilizou a economia brasileira e permitiu investimentos de longo prazo mais seguros e estratégicos.

Pós Plano Real houve também alteração nos canais de comercialização de produtos alimentícios lácteos. Durante a década de 1990, cada vez mais padarias e pontos de vendas menores e mais próximos da residência do consumidor adquiriram maior importância. Como consequência destas mudanças nos hábitos de vida do consumidor, o mercado de alimentos lácteos foi conduzido a alterações na sua cadeia de suprimentos no que tange aos canais de distribuição e na forma de comercialização. Nota-se, então, que os processos da cadeia de suprimentos podem ser acionados em resposta aos pedidos dos clientes, à antecipação aos pedidos, ou ainda, como um processo reativo ou especulativo à demanda. Independente do processo, a cadeia de suprimentos de uma empresa precisa se adequar às mudanças de mercado a fim de atender as necessidades de um cliente por um produto.

Para alcançar vantagem competitiva em um ambiente de constantes flutuações, a organização deve tomar decisões certas, em tempo adequado e baseada em informações de qualidade. Dentro deste contexto, a previsão de demanda representa, no atual cenário brasileiro, uma ferramenta gerencial estratégica para tomada de decisão.

Toda organização precisa, de alguma forma, saber dimensionar suas capacidades produtivas de modo que estas se encaixem de modo perfeito com as demandas. O papel das previsões, entre elas a previsão de demanda, é fornecer subsídios para o planejamento estratégico da organização. Os planos de capacidade, vendas, fluxo de caixa, estoques, mão-de-obra e compras são baseados na previsão de demanda. Esta permite que os administradores das organizações antecipem o futuro e planejem de forma mais conveniente suas ações (TUBINO, 2000).

Não basta, entretanto, ter um sistema de previsão de demanda na organização. É a qualidade da informação obtida por este sistema que capacita a organização a obter melhor planejamento de operações. Para Kuo e Xue (1999), obter uma previsão de demanda precisa é o ponto crítico da qualidade do processo decisório. A previsão tenta calcular e prever uma circunstância futura providenciando a melhor avaliação da informação comercial. A previsão sempre representa um papel proeminente no sistema de suporte à tomada de decisão.

A qualidade da previsão tem uma influência direta no nível de serviço oferecido ao consumidor e no nível de estoque de segurança. Se uma previsão é mais acurada significa que a produção pode antecipar melhor a demanda do cliente. Elementos de serviço ao cliente podem ser melhorados como um todo. Além disso, uma melhor qualidade de previsão pode reduzir os investimentos em inventário, já que haverá menor incerteza na demanda futura (VAN DER MEIJDEN; VAN NUNEN; RAMONDT, 1994).

Pode-se concluir, resumidamente, que a acuracidade da previsão de demanda influencia diretamente no custo da cadeia de suprimentos. Uma previsão inadequada de demanda poderá comprometer os resultados de uma cadeia de suprimentos e gerar três situações: *stockouts* (não atendimento de demanda), *backlogs* (demanda atendida com atraso) e/ou excesso de estoque. Estas situações, além de aumentar os custos do produto, comprometem o fluxo de caixa e a rentabilidade do negócio.

Queiroz e Cavalheiro (2003) descrevem que a indústria de alimentos constitui um setor representativo na economia nacional e, como em outros segmentos, precisa planejar sua produção, cujos produtos são sensíveis à sazonalidade de oferta e de demanda, perecíveis e de acentuada diversidade. O mercado de alimentos, por sua vez, apresenta planos de vendas irregulares (flutuações sazonais), demanda influenciada por muitos fatores, uso freqüente de atividades promocionais, muitos intermediários no processo, diversidade de clientes e alto nível de serviço exigido pelo consumidor. A associação entre as incertezas causadas pelas características intrínsecas de produtos alimentícios e as características extrínsecas relacionadas ao mercado torna o sistema de previsão de demanda viável e necessário para o planejamento estratégico e competitivo em uma empresa de alimentos (VAN DER MEIJDEN; VAN NUNEN; RAMONDT, 1994). Devido a isso, é conveniente utilizar métodos de previsão que considerem o efeito das flutuações sazonais na demanda, pois quanto mais informações se tiverem sobre o comportamento de demanda de um produto, mais acurada será a previsão e, conseqüentemente, as decisões baseadas nesta previsão.

Cada empresa apresenta determinada sensibilidade quanto à previsão de demanda. É difícil mensurar os custos gerados pelo erro de previsão, assim como encontrar no mercado um modelo que assimile adequadamente as particularidades do funcionamento de cada empresa. Surgem, neste ponto, as duas preocupações centrais deste estudo:

- a) qual o modelo quantitativo de previsão de demanda de maior acurácia em comparação ao método utilizado pela empresa em estudo, em cinco grupos de produtos do seu portfólio, em uma unidade de negócio, no período de 2004 a 2008?

b) qual a influência dos erros de previsão de demanda no desempenho financeiro de uma empresa de alimentos, em cinco grupos de produtos do seu portfólio, em uma unidade de negócio, no período de 2004 a 2008?

1.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo visa aplicar sete modelos quantitativos de previsão de demanda: média móvel simples (MMS), média móvel ponderada (MMP), suavização exponencial simples (SES), modelo de Holt (MH), modelo de Winter (MW), modelo auto-regressivo integrado de médias móveis (ARIMA) e redes neurais (RN) e compará-los com a metodologia de previsão utilizada pela empresa de alimentos em estudo e, ao mesmo tempo, investigar a influência dos erros de previsão de demanda na rentabilidade desta empresa, em cinco grupos de produtos do seu portfólio, em uma unidade de negócio, no período de 2004 a 2008.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os principais objetivos específicos deste trabalho são descritos a seguir:

- a) analisar as séries temporais de cinco grupos de produtos do portfólio de uma empresa de alimentos, em uma unidade de negócio, no período de 2004 a 2008, mediante a aplicação de sete métodos quantitativos de previsão de demanda: (MMS), (MMP), (SES), (MH), (MW), (ARIMA) e (RN);
- b) comparar os resultados obtidos pelos métodos MMS, MMP, SES, MH, MW, ARIMA e RN, para cada um dos cinco grupos de produtos;

- c) seleccionar o método quantitativo de previsão de demanda de maior grau de acurácia, baseado nos menores valores de erro percentual absoluto médio (MAPE), para cada um dos cinco grupos de produtos;
- d) analisar e comparar o índice de responsividade de atendimento de demanda (*fill rate*) do método quantitativo de previsão de demanda de maior grau de acurácia, baseado no menor valor do MAPE, para cada um dos cinco grupos de produtos;
- e) analisar o impacto financeiro causado pelos erros de previsão de demanda, para cada um dos cinco grupos de produtos, baseado nos resultados do índice de responsividade no atendimento de demanda (*fill rate*) obtido pelo método quantitativo de previsão de demanda de maior grau de acurácia, em comparação com o *fill rate* na empresa em estudo.

1.3 JUSTIFICATIVAS TEÓRICA E PRÁTICA

O trabalho proposto oferecerá uma visão próxima da realidade da cadeia de suprimentos do mercado de alimentos no Brasil e da importância da previsão de demanda como ferramenta gerencial e estratégica para este segmento.

O problema de pesquisa do trabalho em questão foi determinado por razões de ordem prática e de ordem intelectual (GIL, 2002). Pode-se considerar como de interesse prático e teórico a avaliação da acuracidade do método de previsão de demanda utilizado na empresa de alimentos em estudo, bem como a influência dos erros de previsão no desempenho financeiro da cadeia de suprimentos em questão. O interesse intelectual ou teórico reside na contribuição que o estudo pretende trazer à expansão desse conhecimento, seja ao demonstrar o método de previsão de demanda de maior grau de acurácia na situação em estudo, seja ao investigar em que dimensão os erros de previsão de demanda contribuem para a perda de rendimentos e/ou faturamento.

O Instituto Internacional de Previsões foi estabelecido há aproximadamente 30 anos atrás e tem a função de avaliar o progresso de previsões realizadas em séries temporais. Dentro deste período, vários métodos quantitativos de previsão de demanda foram aplicados e

comparados em situações diversas, em produtos e mercados específicos. Embora diversos estudos comparativos tenham sido descritos na literatura, algumas conclusões não respondem a todas as perguntas em relação às condições que tornam um método melhor do que outro. Por isso, situações complexas e específicas, como ocorrem no mercado de alimentos, ainda exigem estudos investigativos sobre o método de previsão mais adequado para cada condição de estudo.

É interessante ressaltar também que a grande maioria dos trabalhos científicos apresentados emprega, geralmente, de 1 a 3 métodos quantitativos para aplicação dos dados empíricos e comparação na precisão dos resultados. O estudo em questão se propõe a analisar 7 métodos quantitativos de previsão de demanda, assim como a selecionar o método de maior grau de acurácia dentro das limitações espacial e temporal propostas (cinco grupos de produtos do portfólio de uma empresa de alimentos, em uma unidade, no período de 2004 a 2008).

Os trabalhos publicados referentes à previsão de demanda já analisaram diversos produtos, tais como cerveja (CALÔBA; CALÔBA; SALIBY, 2002), leite fresco (DOGANIS et al, 2006) e outros produtos perecíveis (HIGUCHI, 2006), varejo de alimentos (ZOTTERI; KALCHSCHMIDT; CANIATO, 2005), assinante de *wireless* (VENKATESAN; KUMAR, 2002), vendas em supermercados (TAYLOR, 2007), número de nascimentos (SOUTO; BALDEON; RUSSO, 2006), produtos plásticos (PELLEGRINI; FOGLIATTO, 2000), previsão de preço (MEDEIROS et al, 2006), análise de indicadores do mercado de ações (FARIA et al, 2008), entre outros.

Para a indústria de alimentos, em especial, poucos estudos foram publicados até agora. Além disso, a maioria destes trabalhos envolve uma análise do mercado de alimentos em outros países, tais como a Austrália (CALÔBA; CALÔBA; SALIBY, 2002), Holanda (DEKKER; VAN DONSELAAR; OUWEHAND, 2004), China (KUO, 2001), Reino Unido (TAYLOR, 2007), Estados Unidos (ZENG, 2000), Grécia (DOGANIS et al, 2006), Itália (ZOTTERI; KALCHSCHMIDT; CANIATO, 2005), entre outros.

O mercado brasileiro de produtos alimentícios tem sido objeto de pesquisa apenas nos últimos anos (QUEIROZ; CAVALHEIRO, 2006; HIGUCHI, 2006; MEDEIROS et al, 2006). Estes trabalhos científicos, no entanto, não conseguiram explorar toda a complexidade que este segmento apresenta.

Com relação ao objetivo geral, os trabalhos científicos publicados sobre previsão de demanda geralmente investigam o grau de acurácia dos métodos empregados, a robustez, nível de estoque de segurança, capacidade de produção limitada (ZENG, 2000; CAMARGO; AMARANTE, 1999, VIEIRA; FAVARETTO, 2006), controle de inventário (SNYDER et al, 2004; SNYDER; KOEHLER; ORD, 2002), nível de serviço oferecido ao consumidor (MOORI; MARCONDES; ÁVILA, 2002), previsão de preço (MEDEIROS et al, 2006; ARCINIEGAS; RUEDA, 2008), redução de *lead time* (LAWRENCE; O'CONNOR, 2000) padrões de reconhecimento (KUO; XUE, 1999), processo de seleção de fornecedores (LEE; OU-YANG, 2008), investigação do comportamento de novos produtos (KHAN, 2002) etc. Nenhum estudo científico, entretanto, mostrou a influência dos erros de previsão de demanda sobre a rentabilidade da empresa. Esta informação representa uma ferramenta gerencial para estimular reduções nos custos da cadeia de suprimentos e melhorias na responsividade do cliente, muitas vezes essenciais para a manutenção do próprio negócio.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-EMPÍRICA

Este capítulo está dividido em 10 seções. A primeira seção fornece uma compreensão conceitual do gerenciamento da cadeia de suprimentos. Descrevem-se questões ligadas aos objetivos da cadeia de suprimentos, à configuração de sua rede estrutural, à integração dos processos e sua contribuição na tomada de decisão.

A seção 2 identifica as medidas de desempenho da cadeia de suprimentos. Dentre elas, destaca-se a responsividade do cliente como uma metodologia eficaz de avaliar a eficácia e integração dos processos da cadeia de suprimentos.

A seção 3 discute a importância da qualidade da informação em decisões estratégicas e decisões ambientais para explorar complacência, consenso e consistência do processo de tomada de decisão, em diferentes contextos.

A seção 4 mostra a previsão de demanda como uma ferramenta estratégica que permite aos administradores das organizações anteciparem o futuro e planejar de forma mais conveniente suas ações.

As seções seguintes fornecem, em detalhes e na visão de diversos autores, uma compreensão conceitual da previsão de demanda. Inicialmente, descrevem-se as características e etapas do processo de previsão (seção 5), os métodos qualitativos e quantitativos de previsão de demanda (seção 6) e os agrupamentos de séries temporais (seção 7).

Em seguida, diante de diferentes possibilidades de métodos de previsão, discute-se e identifica-se por índices de desempenho qual a metodologia mais adequada para cada caso. Para tanto, na seção 8, descrevem-se medidas de desempenho dos métodos de previsão pela estimativa e utilização do erro de previsão e na seção 9, a seleção dos métodos de previsão.

Para finalizar, a seção 10 descreve a importância de estudos científicos sobre previsão de demanda em indústrias de alimentos.

2.1 GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Segundo Chopra e Meindl (2003), uma cadeia de suprimentos engloba todos os estágios envolvidos direta ou indiretamente, no atendimento do pedido do cliente e abrange desenvolvimento de novos produtos, *marketing*, operações, distribuição, finanças, serviço de atendimento ao cliente, entre outras funções.

Cooper, Lambert e Pagh (1997) usam a definição de SCM desenvolvida pelos membros do Centro Internacional de Excelência Competitiva (1994), em que este pode ser definido como a integração dos processos de negócios do usuário final diretamente com os fornecedores que entregam produtos, serviços e informações, processos estes que acrescentam valor para os clientes.

De acordo com Holmberg (1998), a cadeia de suprimentos pode ser vista como um número de organizações, pelo menos três, trabalhando cooperativamente com alguns objetivos compartilhados. Para haver total interação entre estas empresas, a cadeia de suprimentos deve ser uma entidade única, não fragmentada em áreas funcionais.

Lambert, Cooper e Pagh (1998) mostram que o SCM oferece a oportunidade para capturar e gerenciar a sinergia da integração intra e inter-empresa. Citam também o *Council of Logistics Management* de 1998 que modificou a definição de logística para indicar que este processo é um subgrupo de SCM e que os dois termos não são sinônimos. A logística passou a ser definida como a parte do gerenciamento da cadeia de suprimentos responsável pelo planejamento, implantação e controle, de modo eficiente e eficaz, do fluxo e armazenagem de produtos (bens e serviços) e informações relacionadas, do ponto de consumo, com vistas ao atendimento das necessidades dos clientes.

A cadeia de suprimentos pode ainda ser definida como um processo integrado no qual a matéria-prima é manufaturada a produto final e então entregue aos clientes via distribuidor, varejista ou ambos. Conforme ilustrado na Figura 1, a cadeia de suprimentos contém quatro escalões: suprimentos, produção, distribuição e consumo. O que determina a complexidade da cadeia de suprimentos são os números de escalões e o número de facilidades dentro de cada nível (BEAMON, 1999).

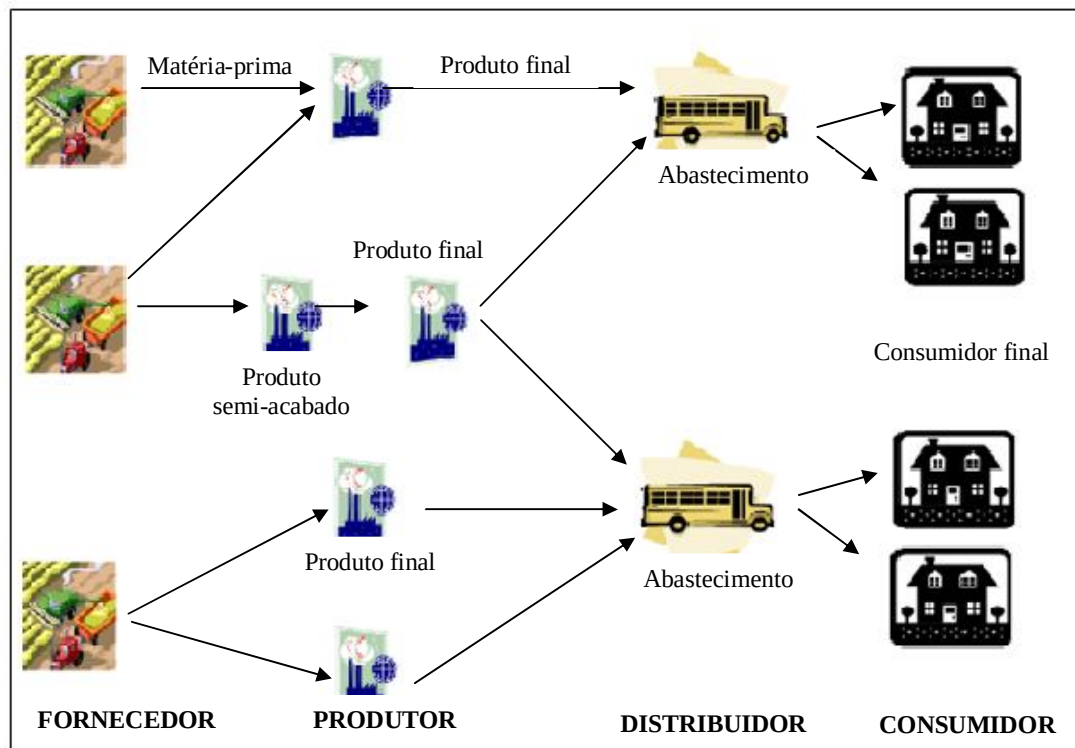


Figura 1: Processo integrado da cadeia de suprimentos entre níveis e escalões.
Fonte: Adaptado de Beamon (1999).

Neste mesmo contexto, a cadeia de suprimentos pode ser visualizada como uma sequência de processos e fluxos que acontecem dentro e entre diferentes estágios da cadeia, e que se combina para atender à necessidade de um cliente por um produto. Os processos realizados na cadeia de suprimentos podem apresentar visão cíclica ou visão empurrado/puxado (*push/pull*). Na visão cíclica os processos em uma cadeia de suprimento são divididos em uma série de ciclos, cada um realizado na interface entre dois estágios sucessivos de uma cadeia de suprimentos. Na visão empurrado/puxado (*push/pull*), o processo da cadeia de suprimentos pode ser acionado em resposta aos pedidos dos clientes (*pull*) ou em antecipação aos pedidos dos clientes (*push*). Os processos *pull* também podem ser definidos como processos reativos porque reagem à demanda do cliente. Os processos *push* também podem ser definidos como processos especulativos porque respondem a uma especulação (ou previsão) e não a uma demanda real (CHOPRA; MEINDL, 2003).

A cadeia de suprimentos também pode representar um processo de fluxo de informações. Mason-Jones e Towill (1999) destacam pelo menos duas fontes de informações: a informação do pedido é transferida do ponto de vendas diretamente para o fornecedor de matéria-prima; e o produto transfere informação da matéria-prima para o cliente final. A

produção é determinada pelas informações de demanda. Conseqüentemente a velocidade e a fidelidade da transferência de dados dos pedidos são cruciais para determinar uma boa dinâmica da cadeia de suprimentos.

O objetivo da cadeia de suprimentos é maximizar o valor global gerado, ou seja, aumentar a diferença entre o valor do produto final para o cliente e o esforço realizado pela cadeia de suprimentos para atender ao seu pedido. Alguns autores sugerem objetivos secundários que suportam esta idéia principal tais como sincronização dos pedidos dos clientes com o fluxo de material dos fornecedores, redução de investimentos em inventários e aumento do nível de serviço oferecido ao cliente ou criação de vantagem competitiva (COOPER, LAMBERT; PAGH, 1997).

Os objetivos estratégicos da organização para a cadeia de suprimentos envolvem, segundo Beamon (1999), elementos chaves que incluem:

- a) medidas de recursos: inclui custo total, custo de produção, custo de distribuição, nível de inventário, necessidades pessoais, utilização de equipamentos, energia usada e retorno sobre o investimento. Os recursos são geralmente medidos em termos de necessidades mínimas ou uma medida eficiente composta. Um dos objetivos de análise da cadeia de suprimentos é minimizar os recursos;
- b) medidas de saídas: inclui responsividade do cliente, qualidade e quantidade de produtos finais entregues. Estão diretamente relacionados com os objetivos estratégicos da organização e com os valores e necessidades dos clientes;
- c) flexibilidade: mede a habilidade da cadeia de suprimentos em acomodar variações de volume e programações de fornecedores, produtores e clientes. É vital para a cadeia de suprimentos que se encontra em um ambiente de incertezas. Pode ser classificada em flexibilidade de volume, flexibilidade de entrega, flexibilidade na composição mix de produto e flexibilidade de novo produto.

O atingimento destes objetivos estratégicos está diretamente relacionado com o desempenho da cadeia de suprimentos, assunto descrito na próxima seção.

2.2 MEDIDAS DE DESEMPENHO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

O interesse em gerenciar cadeias de suprimento está crescendo rapidamente entre companhias por acreditarem que o trabalho cooperativo pode gerar vantagem competitiva. Holmberg (1998) mostra, entretanto, que coordenar as atividades da cadeia de suprimentos é um processo difícil devido à complexidade inerente ao grande número de associados e atividades interdependentes. O ponto crucial deste processo seria entender todas as relações de interdependências e a complexa relação causal na cadeia de suprimentos.

Holmberg (1998) também propõe que as atividades de medidas de desempenho da cadeia de suprimentos não sejam realizadas por um único sistema, mas por vários sistemas independentes através da adoção do pensamento sistêmico. A idéia do sistema é geralmente expressa como inclusão de componentes inter-relacionados separados de seus ambientes pelo sistema de fronteiras. Este sistema de análise ajuda a descrever o sistema real mundial pelo uso de construção de modelos. A idéia geral é definir os componentes (papéis, políticas, fenômenos, máquinas, pessoas etc.), decidir que componentes devem ser incluídos e como estes se relacionam.

Vieira e Favaretto (2006) sugerem como medidas de desempenho da cadeia de suprimentos as seguintes características: nível de serviço, nível de inventário, horas extras, chance de ocorrência de indisponibilidade e tempo de instalação. Estes autores descrevem aspectos comuns, parâmetros, objetivos e decisões envolvidas no complexo processo de criação de um programa mestre de produção (MPS, *Master Production Scheduling*). Segundo os autores, o tempo de instalação na linha de produção deve ser minimizado, pois não acrescenta valor para o produto, enquanto que economias em inventário podem aumentar ou manter os lucros marginais da companhia. Para alcançar estes objetivos, a produção precisa ser programada, isto é, devem-se definir quais produtos serão produzidos, quando, onde, e quantas unidades serão necessárias. Através de uma produção planejada, a cadeia de suprimentos pode atingir o desempenho desejado, já que, é possível, atender a demanda com máximo nível de serviço e custo mínimo de inventário.

Beamon (1999) apresenta algumas características que podem ser utilizadas para avaliar a eficácia da cadeia de suprimentos. Estas características incluem:

- a) inclusividade (*inclusiviness*): representa a medida de todos os aspectos pertinentes;
- b) universalidade (*universality*): permite comparações sob várias condições operacionais;
- c) mensurabilidade (*measurability*): os dados devem ser mensuráveis quantitativamente;
- d) consistência (*consistency*): as medidas devem ser consistentes com os objetivos da organização.

Apesar de existirem vários trabalhos que descrevem métodos e parâmetros para avaliar a cadeia de suprimentos, alguns importantes problemas quanto à medida de desempenho foram detectados por Holmberg (1998):

- a) estratégia e medidas não estão relacionadas: as medidas de desempenho e as atividades mensuradas podem estar focadas em funções internas ao invés de considerar o desempenho da companhia e as necessidades dos clientes;
- b) foco baseado sobre medidas financeiras: muitas companhias ainda utilizam parâmetros financeiros como indicador chave de desempenho, o que seria mais bem utilizado para demonstrar resultados de ações já praticadas do que para avaliar desempenho futuro;
- c) os problemas no contexto da cadeia de suprimentos: problemas similares ao que acontece em organizações simples ocorrem e geram efeitos negativos sobre as ações de gerenciamento da cadeia de suprimentos. As atividades de medidas de desempenho da cadeia de suprimentos não devem ser realizadas por um único sistema.

Um modelo do sistema de medidas de desempenho da cadeia de suprimentos sugerido por Beamon (1999) é apresentado na Figura 2. Na visão estrutural proposta pela Figura 2, há três componentes básicos no desempenho da cadeia de suprimentos: as medidas, a necessidade de alinhar métodos de medida com os objetivos da organização e o desenvolvimento do modelo de desempenho. Estes três componentes devem ser vistos como parte de um mesmo sistema.

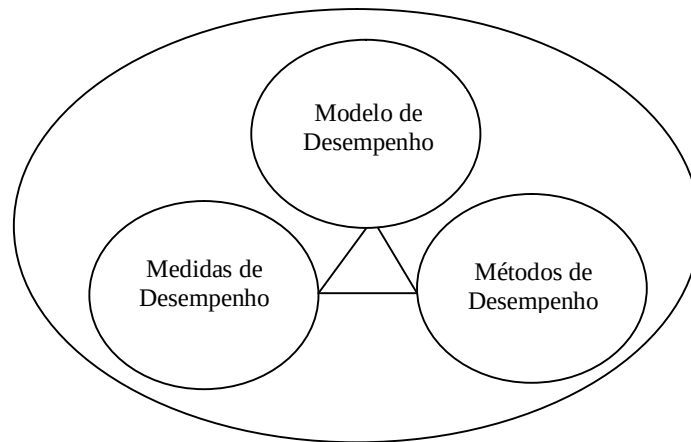


Figura 2: Visão estrutural de um sistema de medida de desempenho da cadeia de suprimentos.

Fonte: Beamon (1999)

O avanço em tecnologia de informação e técnicas de database têm sido utilizados para desenvolver novas soluções em métodos de medidas de desempenho. Uma das áreas mais difíceis da seleção de medidas de desempenho é o desenvolvimento do próprio sistema de medidas. Algumas questões citadas por Beamon (1999) podem ajudar na escolha do melhor método:

- a) o que medir?
- b) como integrar medidas individuais múltiplas dentro do sistema de medidas?
- c) qual a frequência das medidas?
- d) como e quando reavaliar as medidas?

Embora todas as idéias importantes para avaliar o sistema de medidas já tenham sido aplicadas, a dificuldade do processo reside em criar o melhor sistema de medida possível compatível com os interesses da cadeia de suprimentos da empresa. Beamon (1999) descreve e avalia os vários tipos de medidas de desempenho e discute a aplicabilidade destas medidas.

As cadeias de suprimentos têm utilizado predominantemente duas diferentes medidas de desempenho: (1) custo e (2) uma combinação de custo e resposta de atendimento do cliente. Os custos podem incluir custos com inventário e custos operacionais. A medida de resposta de atendimento do cliente inclui tempo de condução (*lead time*), probabilidade de indisponibilidade (*stockout*) e índice de atendimento de demanda (*fill rate*). Outras medidas de desempenho utilizadas para avaliar a cadeia de suprimentos são tempo de atividade e

flexibilidade. Estes parâmetros podem ser avaliados isoladamente ou em conjunto. O sistema de medida isolado é atrativo por causa da simplicidade, entretanto, pode não avaliar adequadamente o processo, principalmente por não ser inclusivo, por ignorar importantes interações existentes na cadeia de suprimentos e os aspectos críticos dos objetivos estratégicos da organização. Cuidado especial também deve ser tomado ao se avaliar o desempenho da cadeia de suprimentos considerando-se primordialmente o parâmetro custo. Esta medida não é inclusiva, freqüentemente se mostra inconsistente com os objetivos estratégicos da organização e, finalmente, não considera os efeitos da incerteza.

A medida da responsividade do cliente representa uma metodologia eficaz de avaliar o desempenho da cadeia de suprimentos. Recentemente, o serviço prestado ao consumidor tem sido considerado um dos mais importantes fatores para a sobrevivência e crescimento da empresa. Por isso, freqüentemente, as empresas investem em estoque de segurança com o objetivo de manter um nível adequado de serviço ao cliente. Zeng (2000) e Snyder, Koehler e Ord (2002) apresentaram a possibilidade de utilizar uma medida do nível de serviço como parte do processo de tomada de decisão em inventários. Nesse sentido, uma das medidas mais largamente utilizada é o índice de responsabilidade de atendimento de demanda (*fill rate* FR), que pode ser definido como o percentual de demanda satisfeita diretamente do ponto de venda durante um ciclo de reabastecimento. Com base nesta definição, FR pode ser numericamente calculada pela seguinte equação:

$$FR = 1 - \frac{\text{número de } stockouts \text{ esperados por ciclo}}{\text{número de unidades exigidas por ciclo}}. \quad (1)$$

O número total de unidades exigidas é simplesmente de ordem quantitativa. O cálculo teórico do número de *stockouts* esperados (ES) durante um ciclo de reabastecimento depende de reposições e da distribuição probabilística de demanda durante o tempo de condução (*lead time* LTD).

A distribuição de LTD pode ser obtida por, pelo menos, dois caminhos distintos. O primeiro caminho se baseia na observação do registro de um grupo de dados reais de LTD e, então, usar uma distribuição probabilística que se adapte aos dados. O outro caminho é efetuado pela co-evolução das distribuições respectivas de demanda e *lead time* obtidos pelos dados reais. Nessa situação, assume-se que a distribuição de LTD é dada com parâmetros pertinentes. De fato, um número de distribuições tem sido utilizado na teoria e na prática para

descrever LTD. A distribuição padrão de LTD é largamente aceita, especialmente para itens de rápida movimentação.

Para uma distribuição padrão com os seguintes parâmetros conhecidos: μ = média e α = desvio padrão, o *fill rate* (FR) e o número esperado de *stockout* por ciclo (ES) podem ser descritos como a seguir:

$$FR = 1 - \frac{\alpha G_{\mu}(K)}{Q} \quad (2)$$

$$ES = \alpha G_{\mu}(K) \quad (3)$$

onde

K = fator de segurança, e

$G_{\mu}(K)$ = função de unidade padrão perdida (produto pedido e não entregue).

Se os valores de FR e do desvio padrão de LTD são dados, a determinação do fator de segurança, K , depende do pedido quantitativo, Q , que pode ser também uma decisão variável. As variáveis K e Q podem ser determinadas por diferentes caminhos. O método mais usual entre os pesquisadores para determinar simultaneamente K e Q é a minimização de custo. O custo de inventário total relevante (TC) por ano é a soma de poucos componentes dados, como na equação descrita a seguir:

$$TC \text{ anual} = \text{custo do pedido} + \text{custo de segurança} + \text{custo pedido anterior} \quad (4)$$

Cada componente pode ser escrito como uma função de duas decisões variáveis (K , Q). Se for impossível obter o custo da unidade do pedido anterior, um nível de serviço predeterminado, como medido pelo *fill rate*, é usado como uma restrição.

A solução resultante para uma distribuição LTD padrão deve ser escrita em um par de equações estruturais que providenciem valores convergentes de K e Q que podem ser encontradas através de aproximações iterativas. Além disso, valores tabulados de $G_{\mu}(K)$ devem ser usados no método iterativo para encontrar os valores finais de (K , Q). É perceptível que o método de otimização de custo é de difícil implantação em computadores ou limitada para poucas distribuições probabilísticas que permitam simplificação computacional.

Waller, Dabholkar e Gentry (2000) demonstram que *postponement*, customização de produto e gerenciamento orientado para o mercado aumentam a competitividade da empresa uma vez que permite às companhias oferecerem um nível elevado de serviços com custo reduzido, mesmo diante das variações do mercado. Estas estratégias aumentam a flexibilidade da empresa e aumentam o desempenho da cadeia de suprimentos.

Schwarz e Weng (2000) utilizam como medidas de desempenho da cadeia de suprimentos os parâmetros *lead time*, nível de inventário, estoque de segurança e nível de serviço. Eles descrevem que existe um compromisso entre o nível de serviço desejado e os custos associados. Estes autores consideram, ainda, que o gerenciamento da cadeia de suprimentos não deve focar componentes isolados uma vez que existem interações importantes entre os diferentes parâmetros que afetam o desempenho da cadeia de suprimentos e os custos.

2.3 QUALIDADE DA INFORMAÇÃO E EFEITO CHICOTE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

O estudo sistemático da qualidade dos dados e da informação é um fenômeno relativamente novo. Chengalur-Smith, Ballou e Pazer (1999) descrevem que o caminho para pensar sobre qualidade dos dados é via atributos ou dimensões tais como acuracidade, temporalidade, completude, consistência, confiabilidade e assim por diante. Estes autores empregaram combinações de qualidade da informação, decisões estratégicas e decisões ambientais para explorar complacência, consenso e consistência do processo de tomada de decisão, em diferentes contextos. Eles concluíram que a qualidade da informação impacta diretamente no processo de tomada de decisão.

Van Der Meijden, Van Nunes e Ramondt (1994) afirmam que quanto maior for a acuracidade da previsão de venda, menores serão os impactos no nível de atendimento e custos na cadeia de suprimentos. Por outro lado, se as variações forem elevadas, poderão comprometer drasticamente os resultados de uma cadeia, podendo gerar três situações: *stockouts* (não atendimento de demanda), *backlogs* (demanda atendida com atraso) e/ou

excesso de estoque. Essas situações, além de aumentar os custos do produto, comprometem o fluxo de caixa e a lucratividade do negócio.

Segundo Furtado e Carvalho (2005), o sucesso das atividades da cadeia de suprimentos depende da coordenação dos fluxos de informação, material e decisão entre as empresas, um problema que se mostra complexo por causa da dimensão da cadeia, das possíveis formas de gestão do negócio entre parceiros, e das tecnologias de comunicação utilizadas. Um exemplo de problema associado à falta de coordenação na cadeia de suprimentos é o fenômeno da distorção da informação de demanda. Este fenômeno, conhecido como efeito chicote (LEE, PADMANABHAN, WHANG, 1997) começou a ser estudado na década de 60 por Forrester, que chegou à seguinte conclusão: quando a demanda de um produto é transmitida ao longo de uma série de empresas, por meio de pedidos, a variação entre a demanda conhecida na empresa-cliente (a que envia o pedido) e a demanda conhecida na empresa fornecedora (a que recebe o pedido) cresce a cada transferência.

Como consequência do efeito chicote evidencia-se o resultado de um pobre serviço ao consumidor devido à falta do produto em alguma parte da cadeia de abastecimento. Outro indicador do efeito chicote é um excessivo investimento em estoques por toda a cadeia de abastecimento gerado pela necessidade de se proteger contra as variações. Os tomadores de decisão reagem às flutuações de demanda e fazem as decisões de investimento ou mudança nos planos de capacidade para encontrar os picos de demanda. Essas decisões são provavelmente enganadas com os picos de demanda e podem ser eliminados pela reorganização da cadeia de suprimento.

As flutuações na demanda devido ao efeito chicote podem causar programas de produção perdida, pois não há mudanças reais na demanda, somente ineficiência na cadeia de abastecimento. As variações de demanda causam variação na cadeia logística o qual causa flutuações na capacidade de transporte planejada. Isto irá produzir um esquema sub-ótimo de transporte aumentando seus custos.

Lee, Padmanabhan e Whang (1997) sugerem práticas que ataquem o efeito chicote em cada uma das causas apontadas por eles:

- a) processamento das variações na demanda: a distorção de demanda surge devido à falta de visibilidade que os fornecedores e fabricantes têm do real consumo de seus produtos. Uma forma de reduzir esse aspecto é compartilhando as informações de consumo com as empresas que atuam na cadeia de distribuição. Mesmo assim, as

diferentes metodologias de previsão que são utilizadas entre as empresas, vão manter o efeito chicote. Para eliminar o efeito chicote, pode-se antever um único membro da cadeia realizando as atividades de previsão e compras para as outras empresas. Lee, Padmanabhan e Whang (1997) apontam ainda práticas como *VMI* (estoque gerenciado pelo fornecedor) e *CRP* (programa de reposição automática) como vetores que atuam no sentido da redução do efeito chicote. A eliminação de etapas na cadeia de distribuição e a redução dos tempos de ressuprimento também podem ser usadas na redução do efeito chicote;

- b) racionamento (compras de prevenção à falta): em situações em que há falta de produtos a tendência é que as empresas peçam quantidades maiores do que sua real necessidade. Nesse caso, a alocação da quantidade disponível para entrega pode ser feita de acordo com a participação histórica de mercado de cada cliente, e não segundo seus pedidos feitos no período de falta. O mesmo ocorre quando uma empresa procura proteger-se contra uma possível falta. Neste caso, a fim de evitar pedidos distorcidos, o fabricante deve compartilhar informações de estoque e produção.
- c) formação de lotes de compra e produção: as causas para a utilização dos lotes são os custos fixos de pedido, produção e transporte e a utilização de períodos de revisão dos estoques sem que o fabricante tenha informações sobre o consumo de seu produto. Dessa forma, o combate ao efeito chicote se dá através da redução dos custos fixos de pedido como, por exemplo, a utilização dos sistemas automáticos de reposição sem a necessidade da emissão de pedidos por papel. Quanto à revisão periódica, seu efeito pode ser eliminado com a disponibilização da informação de consumo ao longo da cadeia de distribuição.

A troca de informações e o avanço destas informações podem ser sugeridos como soluções para os desperdícios e as incertezas que são criadas. Replanejar as ações até que os pedidos tenham sido recebidos e compartilhar as informações relativas à demanda são maneiras importantes de se diminuir as incertezas. Uma melhor coordenação da cadeia de suprimento ajuda a eliminar o efeito chicote, mas é importante não se desconsiderar as variáveis sazonalidade, o ciclo de vida do produto e a demanda do cliente final.

O efeito chicote é comum na cadeia de suprimento de produtos lácteos. Este mercado possui várias características peculiares que o tornam propício à distorção da informação de demanda. O mercado de produtos lácteos é bastante volátil e possui uma concorrência

acirrada. Estes fatores aumentam a exigência sobre as empresas de laticínios, obrigando-as a inovações e renovações com investimento constante na composição da variedade de produtos. Aliado a isto, cita-se também, a necessidade de investimentos constantes em novos segmentos e pesquisas de novos fornecedores. Há uma dinamicidade exigida em todas as fases da cadeia principalmente relacionadas ao ciclo de vida dos produtos, em que a maioria tem um prazo de validade de 30 dias. Esta dinamicidade cria uma defasagem no tempo de propagação da informação. A diferença de tempo entre consumo no ponto de venda e a chegada dessa informação ao fornecedor provoca um aumento da variabilidade da procura junto ao fornecedor, gerando aumento do nível de estoque de segurança e afetando todos os integrantes da cadeia de suprimento.

A cadeia de suprimentos de produtos lácteos envolve um número variado de empresas operando numa linha em série e paralela, em um processo extremamente complexo. Os canais de distribuição são variados, compreendendo venda direta, venda indireta, distribuidores diretos e indiretos, atacados, RCAs (representantes comerciais autônomos), RCs (representantes comerciais), *broker*, etc. Cada empresa decide qual a melhor forma para atender o varejo. Todos abastecem o mercado focado na pronta entrega e pré venda. Os canais interagem entre si e os pedidos procedem exclusivamente do membro abaixo de cada estágio da cadeia, ou seja, fornecedores fornecem matéria prima para a fábrica, que fornece produtos acabados para os canais de distribuição citados acima, que combinam vários produtos de várias empresas para vender aos varejistas ou ao consumidor final. Desta maneira, os usuários do final da cadeia (consumidores) geram a demanda para a última empresa da cadeia de suprimento, e a demanda para cada empresa na posição acima é a quantidade pedida pela empresa anterior.

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

Neste ambiente de interação entre muitas empresas, é comum ocorrer distorções na informação de demanda. Como consequência negativa evidencia-se o resultado de um pobre

serviço ao consumidor devido à falta do produto em alguma parte da cadeia de abastecimento e um excessivo investimento em estoques para se proteger contra as variações.

O impacto dos métodos de previsão sobre o efeito chicote já foi descrito em vários estudos. Zhang (2004) afirma que os métodos de previsão desempenham um importante papel na determinação do impacto do tempo de condução e de demanda sobre o efeito chicote. Entretanto, o tamanho do impacto depende do método de previsão empregado. Em geral, o aumento de *lead time* eleva o efeito chicote independente do método de previsão empregado. O autor sugere que o efeito chicote não aumenta automaticamente os custos de manutenção de inventário. A relação entre os dois é complexa e depende dos parâmetros de demanda. Por isso, esforços para reduzir efeito chicote através de redução de *lead time* podem ser enganosos, especialmente quando o gestor possui pouco conhecimento de demanda subjacente e ignora a influência de diferentes métodos de previsão na predeterminação de demanda.

Chandra e Grabis (2005) afirmam que a redução do efeito chicote é possível sem grandes esforços de reorganização da cadeia de suprimentos se técnicas de previsão avançadas forem empregadas. Um modelo de simulação é utilizado para investigar o impacto do método de previsão selecionado sobre o efeito chicote e sobre o desempenho no nível de inventário. Os modelos auto-regressivos aplicados mostraram resultados mais favoráveis em comparação a outros métodos de previsão considerados.

Sun e Ren (2005) analisaram o impacto da previsão de demanda sobre o efeito chicote. Eles mostraram os resultados do efeito chicote em cadeia de suprimentos composta de um único varejista e em cadeia de suprimentos composta de dois estágios, um varejista e um produtor. Os dados foram analisados em três importantes métodos de previsão: média móvel, suavização exponencial e erro médio quadrático. Os resultados possibilitaram o desenvolvimento de práticas padronizadas para auxiliar gestores a selecionar o melhor método de previsão de demanda de acordo com os benefícios desejados.

2.4 IMPORTÂNCIA DA PREVISÃO DE DEMANDA

Toda organização precisa, de alguma forma, saber dimensionar suas capacidades produtivas de modo que estas se encaixem de modo perfeito com as demandas, evitando assim o desperdício de tempo, material e energia, ou a falta de produtos para atender o mercado. O papel das previsões, entre elas a previsão de demanda, é fornecer subsídios para o planejamento estratégico da organização. Os planos de capacidade, vendas, fluxo de caixa, estoques, mão-de-obra e compras são todos baseados na previsão de demanda. A previsão de demanda permite que os administradores das organizações antecipem o futuro e planejem de forma mais conveniente suas ações (TUBINO, 2000).

Segundo Winters (1960), as previsões são realizadas para atender a uma variedade de propósitos, por exemplo, para definir o orçamento, para estabelecer cotas de vendas, para planejamento dos gastos, da produção e do controle de inventário. Vieira e Favaretto (2006) citam, por exemplo, a importância do nível de inventário em uma empresa com capacidade limitada de produção. Neste contexto, quanto mais assertiva for a previsão de demanda, menores serão os impactos e os custos na cadeia produtiva. Por outro lado, os erros elevados poderão comprometer drasticamente os custos da cadeia e a competitividade da organização.

Para alcançar vantagem competitiva em um ambiente de constantes flutuações, a organização deve tomar decisões certas, em tempo adequado e baseado em informações de qualidade. Para Kuo e Xue (1999), obter uma previsão de demanda acurada é o ponto crítico deste processo. Eles afirmam que em tomadas de decisões comerciais, planejamento e controle são críticos. A previsão tenta calcular e predizer uma circunstância futura providenciando a melhor avaliação da informação comercial. A previsão sempre representa um papel proeminente no sistema de suporte de decisão. Obter melhorias na previsão pode ajudar o tomador de decisão a calcular custos de material e produção, bem como a determinar o preço de venda. Isto resultará em redução dos níveis de inventário e alcance dos objetivos de tempo de ressurgimento (*just-in-time*).

As informações citadas acima são confirmadas por Chopra e Meindl (2003). Para estes autores, a previsão de demanda futura é a base para todas as decisões estratégicas e de planejamento em uma cadeia de suprimento. Estes autores afirmam ainda que, além das decisões sobre produção e distribuição, as empresas utilizam as previsões de demanda futura

como base para muitas outras determinações realizadas na fase provocar a demanda (*push*) de uma cadeia de suprimento. Eles listam algumas importantes decisões por área funcional que se baseiam em previsões de demanda:

- a) produção: programação, controle de estoque, planejamento agregado;
- b) *marketing*: alocação da força de vendas, promoções, lançamentos de novos produtos;
- c) finanças: investimento na fábrica e em equipamentos, planejamento orçamentário;
- d) planejamento da mão-de-obra, contratações e demissões.

Como agentes primários dos canais de distribuição, a indústria e o varejo são estruturas indispensáveis para o processo de distribuição, pois criam as utilidades de tempo, de lugar e de posse, atendendo as necessidades de demanda. É dentro deste contexto que alguns autores, como Zilber e Fischmann (1999), observam uma crescente preocupação dos gestores, não apenas com a atividade empresarial exercida pela empresa e a sua interface com seus fornecedores e consumidores, mas também em adotar novas posturas ao valorizar a aplicação da ciência e da tecnologia nos negócios, assim como da qualidade da informação, da gestão mais cooperativa e da coordenação nos processos de produção, distribuição, circulação e consumo. Os programas conjuntos de ação cooperativa devem ser a base para um sistema eficiente de abastecimento integrado, que consigam reduzir os custos logísticos e aperfeiçoar o serviço oferecido ao cliente final.

Praticamente todas as empresas, sejam elas de pequeno, médio ou grande porte; estatais, nacionais privadas ou multinacionais, necessitam planejar seus recursos de produção, distribuição e compra de insumos ou serviços *vis a vis* condições futuras incertas. Além disso, a necessidade por previsão de demanda é comum em uma empresa, tanto no âmbito macro, quanto no âmbito dos seus departamentos funcionais (*marketing*, vendas, logística e financeiro), visto que esses necessitam de previsões de demanda como elemento fundamental de seu processo de tomada de decisão.

Segundo Van Der Meijden, Van Nunen e Ramondt (1994), com base na previsão de demanda, as operações de produção, distribuição e vendas podem ser planejadas. A previsão de demanda deve capacitar a produção a produzir de acordo com a programação requerida pelas datas de entrega de vendas, tão bem como melhorar o inventário para cobrir antecipadamente deficiências na capacidade de produção. Isto significa que, para estes autores, a previsão de demanda deve ser usada para:

- a) programar operações de manufatura com um longo *lead time* e aquisição (previsão de demanda de curto prazo);
- b) melhorar os inventários intermediários para cobrir os picos de demanda (previsão de demanda de médio prazo);
- c) estar certo que a capacidade está balanceada com a demanda (previsão de demanda de longo prazo).

Estes mesmos autores analisaram o efeito da qualidade da previsão sobre a produção e a viabilidade do sistema de previsão. Uma qualidade mais alta da previsão capacita melhor planejamento de operações. A qualidade da previsão tem uma influência direta sobre o serviço do consumidor e nível de estoque. Se uma previsão é mais acurada e é aprovada, significa que a produção pode antecipar melhor a demanda do cliente. Os elementos de serviço ao cliente podem ser melhorados como um todo. Além disso, uma melhor qualidade de previsão pode reduzir os investimentos em inventário já que haverá menor incerteza na demanda futura. Outros custos também podem ser reduzidos como aqueles relacionados a produtos obsoletos, componentes ou materiais obsoletos, custos de ajuste, replanejamento, redistribuição etc.

Apesar de tantos benefícios, a previsão de demanda pode não ser necessária nem viável financeiramente. Van Der Meijden, Van Nunen e Ramondt (1994) descrevem que existem características que determinam se o investimento no sistema de previsão é viável e necessário. São elas:

- a) características de mercado:
 - planos de vendas irregulares (flutuações sazonais);
 - demanda influenciada por vários fatores;
 - uso freqüente de atividades promocionais;
 - muitos intermediários no processo;
 - muitos clientes diferentes;
 - alto nível de serviço ao cliente (ex. baixo tempo de entrega);
- b) Características do produto:
 - produtos que podem se tornar obsoletos ou produtos perecíveis;
 - produto com ciclo de vida curto;

c) características do processo:

- ponto de penetração do pedido do cliente está localizado dentro ou *downstream* no processo de produção;
- lead time para passos de produção ou para aquisição de material é maior do que o lead time requerido pelo cliente;
- restrição de capacidade.

Queiroz e Cavalheiro (2003) descrevem que a indústria de alimentos constitui um dos setores mais importantes da economia nacional e, como em outros segmentos, necessita planejar sua produção, cujos produtos são sensíveis à sazonalidade de oferta e demanda, perecíveis e de grande diversidade. A sazonalidade é uma característica freqüente na demanda por alimentos, sendo causadas por variações climáticas, datas comemorativas, entre outros fatores. Com isso, é conveniente utilizar procedimentos para avaliar a sazonalidade e métodos de previsão que considerem o efeito das flutuações sazonais sobre a demanda, pois quanto mais informações se tiverem sobre o comportamento de demanda de um produto, mais acurada será a previsão e, conseqüentemente, as decisões baseadas nesta previsão.

Poucos estudos foram publicados sobre modelos de previsão de demanda para planejamento da produção de indústrias de alimentos, principalmente no caso de produtos lácteos. As características do processo de produção de produtos lácteos, características intrínsecas ao produto e extrínsecas, ligadas a este mercado específico, fazem com que a previsão de demanda seja uma ferramenta necessária para o planejamento estratégico e competitivo da organização.

2.5 CARACTERÍSTICAS E ETAPAS DO PROCESSO DE PREVISÃO

A previsão é uma estimativa probabilística ou descrição de um valor ou condição futura. A previsão inclui uma média, uma variação dentro de certos limites e uma estimativa probabilística da variação. Existem muitos diferentes métodos que podem ser utilizados na previsão. Entretanto, o conceito básico da grande maioria é o mesmo: os padrões de comportamento do passado continuarão no futuro, ou seja, assume-se que as vendas de um período de tempo passado serão equivalentes às vendas de um período correspondente no futuro. De fato, quase todos os métodos de previsão são baseados na idéia central de que o passado se repetirá (DELURGIO, 1998; MORETTIN; TOLOI, 1987).

Segundo Winters (1960), há certas características desejáveis no processo de previsão e que implicam diretamente na sua utilização: as previsões devem ser feitas rapidamente, facilmente e com baixo custo. As técnicas de previsão devem ser claramente enunciadas para que possam ser seguidas de forma rotineira. Finalmente, o sistema de previsão deve ser capaz de introduzir novas informações de vendas de maneira fácil e com baixo custo, quer seja manualmente ou pelo uso de computador. Esta última característica é de grande importância para a viabilização das previsões já que, intuitivamente, os dados históricos podem providenciar uma estimativa factível de demanda através dos modelos de previsão (KUO; XUE, 1999).

Para Pellegrini e Fogliatto (2000), a elaboração de um sistema de previsão requer da organização, conhecimento e habilidade em 4 áreas básicas: (i) identificação e definição dos problemas a serem tratados; (ii) aplicação dos métodos de previsão; (iii) procedimentos para seleção do método apropriado a situações específicas; (iv) suporte organizacional para adaptar e usar os métodos de previsão requeridos.

Para Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), a previsão de demanda, ao ser utilizada como ferramenta estratégica, deve considerar as seguintes etapas: (i) definição do problema; (ii) coleta de dados; (iii) pré-análise dos dados; (iv) escolha e ajuste dos modelos; (v) uso e avaliação constante do modelo selecionado.

Apesar do poder da matemática e do poder dos recursos computacionais, somente um poder visionário sobrenatural poderia prever com exatidão as demandas. As variáveis são

muitas e surgem novas a cada momento. No entanto, pode-se prever valores aproximados quando a matemática une-se à experiência pessoal do planejador (TUBINO, 2000).

Segundo Chopra e Meindl (2003), as empresas e os gerentes devem estar atentos para as seguintes características de previsões:

- a) as previsões estão sempre erradas e devem, por isso, incluir o valor esperado e uma medida de erro da previsão;
- b) as previsões de longo prazo são normalmente menos precisas que as de curto prazo, ou seja, as previsões em longo prazo possuem um desvio padrão maior;
- c) as previsões agregadas são normalmente mais precisas que as previsões desagregadas. As previsões agregadas costumam apresentar um menor desvio-padrão de erro relativo à média.

DeLurgio (1998) cita que o processo de previsão é tanto um esforço estatístico/matemático quanto um método científico. Ele descreve o processo de previsão como uma metodologia científica em sete passos, conforme adaptado na Figura 3.

O processo de previsão é bastante complexo e requer a adaptação de um método adequado para cada sistema a ser tratado.

As etapas de um processo de previsão, segundo Tubino (2000), são basicamente: (i) define-se o objetivo do modelo, que dá a base para a coleta e análise de dados e (ii) seleciona-se a técnica de previsão mais apropriada, (iii) calcula-se a previsão de demanda, e por fim, como forma de *feedback* e (iv) monitora-se e atualiza-se os parâmetros empregados com base nos erros de previsão. Assim, após a escolha do modelo deve-se monitorar o desempenho do mesmo a fim de verificar sua validade.

Pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de avaliar o desempenho dos métodos de previsão. Os resultados encontrados sugerem que ainda há necessidade de novas pesquisas investigativas devido à complexidade do processo de previsão e à sua aplicabilidade em situações diversas. Os principais métodos quantitativos serão descritos na próxima seção.

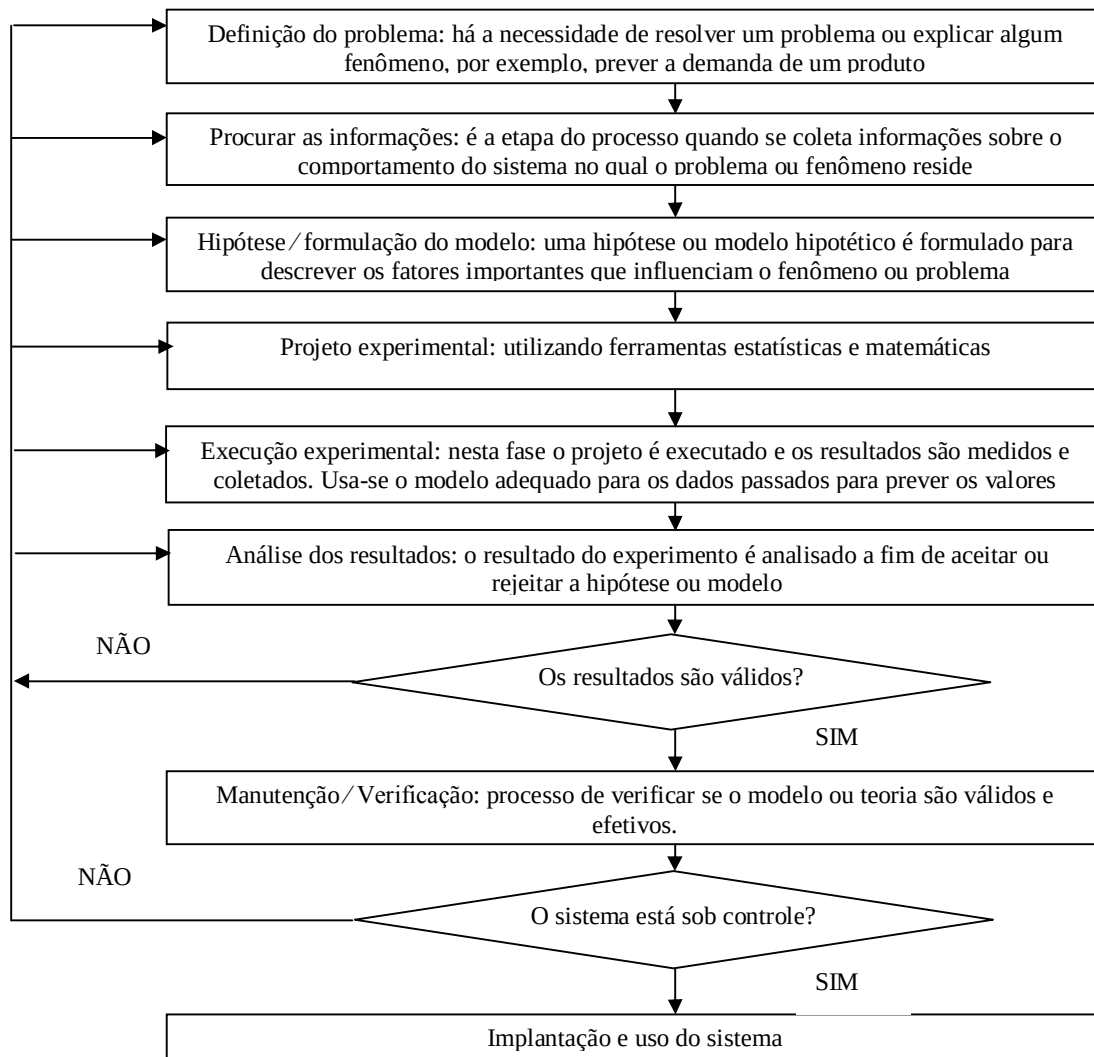


Figura 3: Etapas do processo científico de previsão.

Fonte: adaptado de DeLurgio (1998)

2.6 MÉTODOS DE PREVISÃO

Para DeLurgio (1998) existem basicamente três tipos de métodos de previsão: qualitativo e quantitativo, sendo este segmentado em séries temporais e multivariados (causais). Segundo Slack, Chambers e Johnston (1997), os modelos e as técnicas de previsão podem ser classificados em termos de objetividade e subjetividade, e relações causais e não-causais. As técnicas objetivas utilizam procedimentos especificados e sistemáticos, enquanto que as subjetivas envolvem aspectos como intuição e julgamento pessoal baseado em experiências. Já as técnicas não causais utilizam valores passados de uma variável para prever seus valores futuros, ao passo que as técnicas causais fazem previsões através de equações que mostram a relação causa-efeito.

2.6.1 Métodos qualitativos

Os métodos de previsão qualitativos são especialmente importantes quando dados históricos não estão disponíveis. Nos negócios, eles são usados para prever a demanda e tempo de desenvolvimento de novos produtos ou novas tecnologias, com a finalidade de antecipar informações sobre custos ou a melhor estratégia competitiva.

Este método é considerado altamente subjetivo já que se baseia no julgamento e opinião de outros em relação às tendências futuras, critérios e mudanças tecnológicas. Não são tão utilizados quanto os métodos quantitativos por causa dos altos custos, baixa acuracidade e diante da disponibilidade de dados para outros métodos. Incluem-se nos métodos qualitativos a técnica Delphi, pesquisa de mercado, análise de cenário, consensos e métodos de analogias históricas para prever o futuro (DELURGIO, 1998; CHOPRA; MEINDL, 2003).

Khan (2002) realizou uma investigação exploratória das práticas de previsão para novos produtos. Os resultados obtidos demonstraram que o departamento de marketing é o

grande responsável pelos esforços de previsão relacionados a novos produtos, sendo que este emprega de dois a quatro diferentes métodos de previsão na análise. O estudo mostrou, também, uma preferência em se empregar técnicas de previsão qualitativa e pesquisa de mercado, obtendo-se o valor médio de 58% de acuracidade na previsão de diferentes tipos de novos produtos. A conclusão do autor foi que a previsão de vendas de novos produtos deve ser vista como um processo mais abrangente, não apenas como a aplicação de métodos de previsão e medidas de desempenho de seus resultados. O processo de previsão de novos produtos deve compreender o uso de múltiplas técnicas e a participação de múltiplos departamentos, alcançando o objetivo comum a toda organização: adquirir vantagem competitiva e lucratividade com o novo produto.

Klassen e Flores (2001) compararam o ambiente de negócios canadenses com as práticas americanas. As companhias canadenses e americanas utilizam essencialmente as técnicas de previsão com a mesma finalidade: para propor planejamento e orçamentos. O estudo mostrou que o procedimento de julgamento é o mais aplicado tanto em companhias canadenses como nas americanas.

2.6.2 Método de previsão estático

Chopra e Meindl (2003) mostram que no modelo estático, os parâmetros nível, tendência e sazonalidade são estimadas por dados históricos e este resultado é utilizado para prever valores futuros. Este modelo parte do princípio que em um componente sistemático, o nível, a tendência e a sazonalidade não sofrerão variações mediante mudanças de novas demandas. Para um componente sistemático misto pode-se verificar a soma de nível e tendência multiplicado pelo fator de sazonalidade.

A sazonalidade é uma característica freqüente na demanda de muitos produtos, sendo assim, para estimar os parâmetros nível, tendência e fatores de sazonalidade, torna-se necessário dessazonalizar a demanda, executar uma regressão linear para estimar nível, tendência e os fatores de sazonalidade.

Para realizar o primeiro passo é necessário pesquisar o valor de demanda no período em que não houve oscilações de sazonalidade, ou seja, o valor de demanda dessazonalizada. Deve-se verificar também se a sazonalidade é cíclica e qual a periodicidade com que se repete. Este dado é essencial para o cálculo do fator de sazonalidade.

2.6.3 Métodos causais

Os métodos de previsão causais, também conhecidos como métodos multivariados, fazem projeções do futuro por modelagem da relação entre uma série e outra. Utiliza a relação causa-efeito para melhor predizer valores futuros, estando amplamente correlacionada com alguns fatores conjunturais (situação econômica, taxa de juros etc.). Neste processo, as variáveis externas são conhecidas como variáveis independentes e as variáveis de vendas como variáveis dependentes. Os métodos multivariados incluem regressão simples e múltipla, séries temporais multivariadas, métodos econométricos e outras técnicas avançadas.

Geralmente os métodos multivariados são mais difíceis e dispendiosos que os univariados, sendo o custo adicional resultante da necessidade de coletar dados externos e do tempo de análise. Entretanto, a disponibilidade de *software* tem tornado os problemas com custo muito menos efetivos. A grande desvantagem deste método, no entanto, é a dificuldade de estabelecer as verdadeiras causas da variação de demanda (DELURGIO, 1998; CHOPRA; MEINDL, 2003).

2.6.4 Métodos de simulação

O método de simulação prevê a demanda futura tentando reproduzir o comportamento de compra do consumidor. Através desta metodologia pode-se simular modelos de séries

temporais e causais a fim de verificar o impacto de promoções ou ações da concorrência na demanda (CHOPRA; MEINDL, 2003).

A simulação representa uma aproximação para incorporar forças de mercado dentro do modelo de decisão. Os cenários “O que-se” são, então, considerados. Normalmente, a simulação utiliza análise computacional. Um modelo de simulação típico é a simulação de Monte Carlo que emprega eventos gerados randomicamente para direcionar o modelo e avaliar as conseqüências (KHAN, 2002).

Bartezzaghi, Verganti e Zotteri (1999) descrevem o comportamento de técnicas de previsão no planejamento mestre da produção para demanda irregular e esporádica (demanda *lumpy*). O desempenho de três métodos de previsão foi comparado através de experimentos de simulação. O modelo de simulação foi adequado para esta situação em que a demanda se mostrava altamente instável e variava muito entre clientes e entre mercados. O método de simulação possibilitou conhecer o processo de compra de cada cliente em situações específicas.

As vendas varejistas, como ocorre no setor de alimentos, freqüentemente exibem grandes variações sazonais. Historicamente, modelos e previsão para dados sazonais são um dos principais esforços de pesquisa e muitos métodos teóricos e heurísticos estão sendo desenvolvidos há várias décadas. Para Chu e Zhang (2003), uma das maiores limitações dos métodos tradicionais é que eles são essencialmente lineares e para utilizá-los não há a necessidade genuína de conhecer a complexa relação dos dados. Entretanto, possuem a vantagem prática de serem facilmente implementados e interpretados. O modelo não linear que tem recebido grande atenção na previsão é a inteligência artificial. Inspirado na arquitetura do cérebro humano é capaz de aprender através dos dados, identificar padrão ou tendência e fazer generalizações para o futuro.

2.6.5 Métodos quantitativos baseados em séries temporais

Uma série temporal é uma seleção de dados numéricos obtidos de períodos regulares de tempo, ou seja, um conjunto de observações ordenadas no tempo. Para Martinez e

Zamprogno (2003), uma série temporal é um processo estocástico gerador de observações no tempo de uma determinada variável y a qual representa medições sucessivas de algum fenômeno de interesse. Estes dados podem sofrer influência de alguns fatores tais como aleatoriedade, tendência, sazonalidade, padrão cíclico, padrão autocorrelacionado ou uma combinação destes.

Martinez e Zamprogno (2003) citam também que o principal objetivo da análise de séries temporais é investigar o mecanismo gerador de dados, descrever seu comportamento através da construção de gráficos para verificação da existência de tendência, ciclos e variações sazonais, por exemplo.

Segundo Chopra e Meindl (2003), em modelos temporais, toda demanda observada pode ser desmembrada em um componente sistemático e um aleatório. Pelo componente sistemático tem-se o valor esperado de demanda. Pode-se desmembrá-lo em: nível (demanda atual dessazonalizada), tendência (taxa de crescimento ou declínio de demanda para o próximo período) e sazonalidade (flutuações previsíveis de demanda).

O componente aleatório representa a parte do processo que deve ser eliminada pela previsão. A empresa somente pode prever o componente aleatório em dimensão e a variabilidade, o que lhe possibilita mensurar o erro da previsão (diferença entre a previsão de demanda e demanda real). O desempenho do método de previsão pode ser avaliado pela correlação entre erro de previsão e componente aleatório. Os modelos de previsão devem prever o componente sistemático e estimar o componente aleatório.

Souto, Baldeon e Russo (2006) descrevem quatro tipos de séries temporais: série globalmente constante, séries que apresentam tendência, séries com sazonalidade aditiva e séries com sazonalidade multiplicativa.

As séries globalmente constantes não apresentam tendência, os valores da série variam aleatoriamente em torno de um valor fixo. Um modelo razoável para esta série é:

$$Z_t = \mu + \varepsilon_t \quad (5)$$

onde Z_t representa os valores da série, μ é o valor do qual eles variam e ε_t são os erros aleatórios.

As séries que apresentam tendência estimam os valores do nível e da tendência da série no instante t através das seguintes equações:

$$\bar{Z}_t = \alpha Z_t + (1 - \alpha) [\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}] \quad 0 < \alpha < 1 \quad (6)$$

$$\hat{T}_t = \beta [\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}] + (1 - \beta) \hat{T}_{t-1} \quad 0 < \beta < 1 \quad (7)$$

onde α e β são constantes de suavização, $\bar{Z}_t$ é o valor suavizado no tempo t e $\hat{T}_t$ é o valor estimado da tendência no instante t . Na primeira equação $\{\bar{Z}_t = \alpha Z_t + (1 - \alpha) [\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}]\}$, $\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}$ é a melhor estimativa para o nível da série do tempo t , quando ainda se está no tempo $t-1$. A estrutura da segunda equação $\{\hat{T}_t = \beta [\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}] + (1 - \beta) \hat{T}_{t-1}\}$ fica demonstrada quando se observa que $\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}$ é a nova estimativa da tendência, após a obtenção da observação de ordem t .

As séries com sazonalidade aditiva são formadas pela soma de: nível, tendência, um fator sazonal e um erro aleatório. As projeções dos valores futuros da série podem ser efetuadas por meio da equação:

$$\bar{Z}_t(h) = \bar{Z}_t + h\hat{T}_t + \hat{F}_{t+h-ks} \quad (8)$$

onde t é o período atual e $k = 1$ se $h < s$, $k = 2$ se $s < h < 2s$. Portanto, para se calcular previsões de valores futuros de série, é necessário estimar o nível e a tendência da série no período atual e os valores do fator sazonal correspondente ao último período de sazonalidade. Estas estimativas são efetuadas por meio das seguintes equações:

$$\bar{Z}_t = A(Z_t - \hat{F}_{t-s}) + (1 - A)(\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}), \quad 0 < A < 1 \quad (9)$$

$$\hat{F}_t = B(Z_t - \bar{Z}_t) + (1 - D)\hat{F}_{t-s}, \quad 0 < B < 1 \quad (10)$$

$$\hat{T} = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) = (1 - C)\hat{T}_{t-1}, \quad 0 < C < 1 \quad (11)$$

onde A , B e C são constantes de suavização.

As séries com sazonalidade multiplicativa e tendência aditiva são representadas esquematicamente como demonstrado a seguir para um período s :

$$Z_t = \mu_t F_t + T_t + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, s \quad (12)$$

As projeções dos valores futuros da série se fazem por meio da equação:

$$\hat{Z}_t(h) = (\bar{Z}_t + h\hat{T}_t)F_{t+h-ks} \quad (13)$$

onde

$K = 1$ se $h < s$, $k = 2$ se $s < h < 2s$.

Para Chopra e Meindl (2003), dentro dos modelos de série temporais, encontram-se duas categorias básicas: estáticas e adaptáveis. No modelo de previsão estático não ocorre atualização das estimativas nem do componente sistemático, mesmo diante de alterações nas novas demandas. Esta categoria considera o erro de previsão futura como parte do componente aleatório de demanda.

No modelo de previsão adaptável realiza-se atualização das estimativas e do componente sistemático. Este modelo atribui o erro de previsão à estimativa incorreta do componente sistemático e ao componente aleatório.

Para Souto, Baldeon e Russo (2006), uma série temporal pode ser classificada como determinística ou estocástica. Diz-se que é determinística quando os futuros valores da série podem ser estabelecidos precisamente por uma relação funcional matemática do tipo $y = f$ (tempo). Será dita estocástica quando seus valores futuros só puderem ser expostos em termos probabilísticos, uma vez que a série está descrita por meio de uma relação funcional que envolve não só o tempo, mas também uma variável aleatória do tipo $y = f$ (tempo, α), onde α é o tempo aleatório residual.

A seguir, são descritos os métodos baseados em séries temporais.

2.6.5.1 Método baseado em médias móveis simples (MMS)

Para Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), a média móvel simples descreve procedimentos em que para cada nova observação disponível, uma nova média pode ser calculada. Não se considera os períodos anteriores e as observações anteriores são substituídas pelo período mais recente.

Desta forma, o valor da previsão será:

$$M_t = \frac{Z_t + Z_{t-1} + \dots + Z_{t-r+1}}{r} \quad (14)$$

$$= \frac{1}{r} \sum_{i=t-r+1}^t Z_i \quad (15)$$

$$M_t = M_{t-1} + \frac{Z_t + Z_{t-r}}{r} \quad (16)$$

$$\hat{Z}_t(h) = M_t, \forall h > 0 \text{ ou} \quad (17)$$

$$\hat{Z}_t(h) = \hat{Z}_{t-1}(h+1) + \frac{Z_t + Z_{t-r}}{r} \quad (18)$$

onde M_t é uma estimativa do nível μ_t e h um mecanismo de atualização de previsão que a cada observação corrige a estimativa prévia de Z_{t+k} .

Para Faria et al. (2008), se uma série em estudo apresentar aleatoriedade ou mudanças em seus padrões, um número maior de observações podem ser utilizadas no cálculo da média móvel, ou seja, pode-se dizer que a média móvel neste caso fica mais imune a ruídos e movimentos curtos. Já para o caso de séries que apresentam pouca flutuação aleatória nos dados ou mudança significativa, um número menor deve ser usado para o tamanho da janela de observações, pois caso contrário a série prevista poderá reagir de maneira lenta a estas mudanças significativas.

Segundo DeLurgio (1998), este método traz bons resultados apenas quando a demanda não apresenta padrão, ou seja, não há tendência ou sazonalidade. O método de médias móveis apresenta diversas limitações por isso sua aplicação prática é restrita. Segundo Camargo e Amarante (1999), pode-se citar como desvantagens do método MMS: (i) podem gerar movimentos cíclicos; (ii) são afetadas pelos valores extremos; (iii) as observações mais antigas têm o mesmo peso que as atuais; (iv) manutenção de um número grande de dados.

As vantagens do método MMS envolvem simplicidade, facilidade de implantação e possibilidade de processamento manual. Além disso, a apresentação deste método é válida como referência para a comparação do desempenho dos outros métodos estudados.

2.6.5.2 Método baseado em médias móveis ponderadas (MMP)

Para DeLurgio (1998) e Morettin e Toloi (1987), é normalmente verdade que o passado imediato é mais relevante para prever o futuro imediato. Nesse caso valores recentes devem receber uma ponderação maior na média móvel, conforme citado por Pindyck e Rubinfeld (2004). A MMP é uma variação do modelo anterior. O objetivo deste método é conferir maior peso aos dados mais recentes, e menos aos mais antigos.

Uma vantagem deste método é que os pesos atribuídos às demandas passadas podem ser variáveis. Entretanto, a determinação do valor ótimo pode ser dispendioso. Além disso, este método não considera sazonalidade e tendência e exige a manutenção de um número grande de dados.

O cálculo da MMP envolve a multiplicação de cada um dos dados por um peso diferente. Há duas metodologias, uma utiliza um fator de ponderação fixo e outra variável. Em geral, a média móvel no k-ésimo ponto ponderado, pode ser descrito pela equação:

$$M_t = \sum_{j=-m}^m a_j Z_{t+j} \quad (19)$$

onde $m = \frac{(k-1)}{2}$.

2.6.5.3 Método de suavização exponencial simples (SES)

Para Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), no método de SES a nova previsão é simplesmente a velha previsão acrescida de um ajuste para o erro que ocorreu na última previsão.

Segundo Delurgio (1998), o modelo de SES é fácil de aplicar porque requer somente três dados: a previsão mais recente, os dados mais recentes e uma constante de suavização. A constante de suavização (α) determina o peso dado às observações passadas mais recentes e

controla a taxa de suavização ou média. Esta constante está compreendida entre o valor de 0 a 1, ou seja, $0 < \alpha < 1$.

Por este método pode-se expressar o nível em um determinado período como uma função entre a demanda atual e o nível no período anterior, conforme a equação:

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)L_t \quad (20)$$

onde L_{t+1} é a estimativa do nível ao final do período $t+1$, D_{t+1} é a demanda real observada no período $t+1$ e α = constante de suavização para o nível.

Para Souto, Baldeon e Russo (2006), uma forma de estimar a SES, consiste em supor que esta constante deve ser uma média ponderada dos valores anteriores da série, onde os pesos decaem exponencialmente na medida em que o tempo de observação fica maior. Matematicamente, tem-se:

$$\bar{Z}_t = \alpha \bar{Z}_t + \alpha(1 - \alpha) \bar{Z}_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 \bar{Z}_{t-2} + \dots, 0 < \alpha < 1 \quad \text{ou} \quad \bar{Z}_t = \alpha \bar{Z}_t + \alpha(1 - \alpha) \bar{Z}_{t-1}, \quad (21)$$

onde $\bar{Z}_t$ é denominado valor exponencial suavizado e α é a constante de suavização. Quanto menor for o valor de α , menor a influência de valores mais recentes na previsão.

O valor da constante α pode ser escolhido. Segundo Downing e Clarck (1998), deve-se escolher o valor que gere as melhores previsões. Se α for considerado igual a 1 significa que o valor previsto será igual àquele alcançado no último período e os valores passados serão desconsiderados. Se α for considerado igual a zero significa que a previsão será igual ao último valor previsto. Se o valor α estiver entre zero e 1, ocorre uma situação de equilíbrio entre os dois extremos.

Para Soares, Farias e César (1991), o valor escolhido para α deve minimizar a soma dos erros quadráticos (SQE). Para tanto, α deve estar entre os valores da série Z_{n1} e Z_{n2} , conforme a equação:

$$SQE = \sum_{t=n_1}^{n_2} [Z_t - Z_{t-1}]^2. \quad (22)$$

Martinez e Zamprogno (2003) descrevem que uma forma razoável de se escolher α é através de inspeção visual, ou seja, se a série evolui de forma suave faz sentido usar um valor alto para α , ao passo que se a série evolui de forma errática faz sentido atribuir peso pequeno

à última observação. Também sugerem que um método objetivo seria escolher o valor de α que minimize a soma dos quadrados dos erros de previsão um passo à frente.

Há vinte e cinco anos atrás, os métodos de SES eram considerados um agrupamento de técnicas para extrapolação de vários tipos de séries temporais univariadas. Embora estes métodos tenham sido profundamente utilizados em negócios e indústrias, eles, na ocasião, receberam pouca atenção de estatísticos e não tiveram uma fundamentação estatística muito bem desenvolvida. Gooijer e Hyndman (2006) mostram a evolução histórica destes métodos.

Snyder, Koehler e Ord (2002) mostraram que os métodos que utilizam SES são freqüentemente utilizados para controle de inventário. Estes autores utilizaram modelos SES com fonte simples de erro para previsão de demanda e desenvolvimento de políticas de controle de inventário. Eles sugerem que a metodologia adotada possui quatro vantagens sobre as demais: (1) o uso de algoritmo pode ser evitado quando a variância não é estacionária; (2) os tipos mais comuns de tendência e sazonalidade podem ser modelados; (3) os modelos são de simples entendimento se os componentes nível, tendência e sazonalidade são explícitos e (4) este método pode ser utilizado em diversos modelos. Snyder et al. (2004) também utilizaram métodos de SES para prever *lead time* de demanda para controle de inventário. Este estudo mostrou a oportunidade de implantar métodos que assegurassem ajuste de estoque de segurança mediante mudanças de tendência e sazonalidade.

Em suma, a SES é uma aproximação simples e pragmática para previsões pontuais no qual é baseada em médias ponderadas exponenciais de observações passadas. O desempenho do método de SES quando aplicado em uma variedade de diferentes séries aumenta sua aplicabilidade em pesquisas que envolvem previsão de vendas (TAYLOR, 2007).

2.6.5.4 Método de suavização exponencial com tendência (Modelo de Holt)

Até a década de 60, o método de média móvel ponderada exponencialmente (EWMA) era amplamente utilizado. Uma pesquisa realizada por Holt em 1957 ampliou os conceitos de EWMA acrescentando o componente tendência no processo de previsão (HOLT, 2004).

Segundo Delurgio (1998), uma vantagem do método Holt é a flexibilidade em que o nível e a tendência podem ser suavizados com diferentes pesos. Este autor mostra, também, que o método Holt requer que dois parâmetros sejam otimizados. Considerando que a pesquisa da melhor combinação de parâmetros é mais complexa do que para um parâmetro simples, a desvantagem do método Holt é a sua limitação para dados com sazonalidade.

No método de Holt, a estimativa de nível e de tendência é a média ponderada entre o valor observado e a antiga estimativa, conforme mostram as equações a seguir:

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha) (L_t + T_t) \quad (23)$$

$$T_{t+1} = \beta (L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta) T_t \quad (24)$$

onde L_t é a estimativa do nível ao final do período t , L_{t+1} é a estimativa do nível ao final do período $t+1$, T_t é a estimativa de tendência ao final do período t , T_{t+1} é a estimativa de tendência ao final do período $t+1$, D_{t+1} é a demanda real observada no período $t+1$, α é a constante de suavização para o nível, β é a constante de suavização para a tendência.

Para Martinez e Zamprogno (2003), a escolha objetiva dos valores de α e β se dá pela minimização da soma dos quadrados dos erros de previsão um passo à frente.

2.6.5.5 Método de suavização exponencial com tendência e com variação de estação (Modelo de Winter)

O modelo de Winter foi desenvolvido na década de 60 durante uma avaliação da acurácia de previsões realizadas pelo método Holt. Estes estudos acrescentaram o componente sazonalidade no processo de previsão. No desenvolvimento do modelo de Winter houve uma ampliação das fórmulas do método EWMA, acrescentando múltiplos componentes em uma variedade de combinações: multiplicativo sazonal, aditivo sazonal, multiplicativo com tendência e aditivo com tendência. O novo programa era fácil, rápido para computar, exigia mínimo armazenamento de dados, oferecia menor peso a dados antigos e apresentava parâmetros com robustez (HOLT, 2004).

Pellegrini e Fogliatto (2000) classificam o modelo de Winter em dois grupos: aditivos e multiplicativos. No modelo aditivo a diferença entre o maior e o menor valor de demanda dentro das estações permanece relativamente constante, ou seja, a amplitude da variação sazonal não muda ao longo do tempo. No modelo multiplicativo, a amplitude da variação sazonal cresce em função do tempo.

O modelo multiplicativo de Winter é utilizado na modelagem de dados sazonais onde a amplitude de ciclo sazonal cresce em função do tempo, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos cresce com o passar do tempo. Pode ser representado:

$$X_t = (b_1 + b_2 t) c_t + e_t, \quad (25)$$

onde b_1 é o componente permanente (de média), b_2 é um componente de tendência linear, c_t é um fator sazonal multiplicativo e e_t representa o erro aleatório, independente e identicamente distribuído. A utilização deste modelo requer o prévio conhecimento da duração do ciclo sazonal existente na série temporal, relativamente a unidade de tempo em que os dados são coletados. Assim, se uma série apresentar sazonalidade anual com dados coletados mensalmente, seu ciclo sazonal será de L igual a 12 meses. A relação existente entre os fatores sazonais e a duração do ciclo é:

$$\sum_{t=1}^L c_t = L. \quad (26)$$

O modelo sazonal multiplicativo também pode ser aplicado em séries onde a tendência linear não é verificada; para tanto, anula-se o componente b_2 de tendência.

A utilização do modelo multiplicativo demanda a estimação de valores iniciais (no tempo t é 0) para os parâmetros b_1 , b_2 e c_t . Estes estimadores são identificados por $\hat{B}_1(0)$, $\hat{B}_2(0)$ e $\hat{C}_t(0)$, t é 1, 2, ..., L , com estimativas representadas por $\hat{b}_1(0)$, $\hat{b}_2(0)$ e $\hat{c}_t(0)$.

Para Souto, Baldeon e Russo (2006), as séries com sazonalidade aditiva são formadas pela soma de: nível, tendência, um fator sazonal e um erro aleatório. As projeções dos valores futuros da série podem ser efetuadas por meio da equação:

$$\bar{Z}_t(h) = \bar{Z}_t + h\hat{T}_t + \hat{F}_{t+h-ks} \quad (27)$$

onde t é o período atual e $k = 1$ se $h < s$, $k = 2$ se $s < h < 2s$. Portanto, para se calcular previsões de valores futuros de série é necessário estimar o nível e a tendência da série no período atual e os valores do fator sazonal correspondente ao último período de sazonalidade. Estas estimativas são efetuadas por meio das seguintes equações:

$$\bar{Z}_t = A(Z_t - \hat{F}_{t-s}) + (1 - A)(\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}), \quad 0 < A < 1 \quad (28)$$

$$\hat{F}_t = B(Z_t - \bar{Z}_t) + (1 - D)\hat{F}_{t-s}, \quad 0 < B < 1 \quad (29)$$

$$\hat{T} = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1 - C)\hat{T}_{t-1}, \quad 0 < C < 1 \quad (30)$$

onde A , B e C são constantes de suavização.

As séries com sazonalidade multiplicativa e tendência aditiva são representadas esquematicamente como demonstrado a seguir para um período s :

$$Z_t = \mu_t F_t + T_t + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, s. \quad (31)$$

As projeções dos valores futuros da série se fazem por meio da equação:

$$\hat{Z}_t(h) = (\bar{Z}_t + h\hat{T}_t)F_{t+h-ks} \quad (32)$$

onde $k = 1$ se $h < s$, $k = 2$ se $s < h < 2s$.

O modelo de Winter requerer uso de pacotes computacionais baseados em procedimentos interativos complexos. Segundo Delurgio (1998), a utilização do modelo de Winter é popular em alguns sistemas comerciais de previsão por causa das vantagens que oferece, tais como: fácil interpretação dos índices de sazonalidade e entendimento gerencial, grande aplicabilidade, é mais intuitivo e pode se adequar a eficientes algoritmos computacionais. No entanto, o método de Winter pode se tornar altamente complexo para dados que não possuem tendência e sazonalidade identificadas.

No método de Winter, a estimativa revisada de nível, tendência ou fator de sazonalidade é a média ponderada entre o valor observado e a antiga estimativa, conforme mostram as equações seguintes:

$$L_{t+1} = \alpha (D_{t+1}/S_{t+1}) + (1 - \alpha) (L_t + T_t) \quad (33)$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t \quad (34)$$

$$S_{t+p+1} = \gamma (D_{t+1}/L_{t+1}) + (1 - \gamma)S_{t+1} \quad (35)$$

onde L_t é a estimativa do nível ao final do período t , L_{t+1} é a estimativa do nível ao final do período $t+1$, T_t é a estimativa de tendência ao final do período t , T_{t+1} é a estimativa de tendência ao final do período $t+1$, S_{t+1} é a estimativa do fator de sazonalidade para o período $t+1$, S_{t+p+1} é a estimativa do fator de sazonalidade para o período $t+p+1$, D_{t+1} é a demanda real observada no período $t+1$, α é a constante de suavização para o nível, β é a constante de suavização para a tendência, γ é a constante de suavização para a sazonalidade

Para Souto, Baldeon e Russo (2006), as constantes de suavização devem ser escolhidas pelo critério de minimização da soma de quadrados dos erros que produzam a menor soma de quadrados dos resíduos das previsões feitas um passo a frente.

O método de Holt-Winters é uma extensão sofisticada da metodologia de suavização exponencial. Para Segura e Vercher (2001), o modelo de Holt-Winters é simples e pode fornecer resultados de previsão precisos como àqueles obtidos com técnicas mais complexas. Os componentes deste modelo são obtidos pela fixação dos valores das constantes α , β e γ para estimar os valores iniciais e estabelecer valores específicos para os parâmetros.

Para Souto, Baldeon e Russo (2006), a proposta de Holt-Winter é estimar os valores do nível e da tendência da série no instante t através das seguintes equações:

$$\bar{Z}_t = \alpha Z_t + (1 - \alpha) [\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}], \quad 0 < \alpha < 1 \quad (36)$$

$$\hat{T}_t = \beta [\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}] + (1 - \beta) \hat{T}_{t-1}, \quad 0 < \beta < 1 \quad (37)$$

onde α e β são constantes de suavização, $\bar{Z}_t$ é o valor suavizado no tempo t e $\hat{T}_t$ é o valor estimado da tendência no instante t . Na primeira equação $\{\bar{Z}_t = \alpha Z_t + (1 - \alpha) [\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}]\}$, $\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}$ é a melhor estimativa para o nível da série do tempo t , quando ainda se está no tempo $t-1$. A estrutura da segunda equação $\{\hat{T}_t = \beta [\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}] + (1 - \beta) \hat{T}_{t-1}\}$ fica clara quando observa-se que $\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}$ é a nova estimativa da tendência, após a obtenção da observação de ordem t .

Para usar as equações acima, precisa-se de valores iniciais. Usa-se adotar $\bar{Z}_2 = Z_2$ e $\hat{T}_2 = Z_2 - Z_1$. As previsões são feitas através da seguinte equação:

$$\hat{Z}_t(h) = \bar{Z}_t + h\hat{T}_t \quad (38)$$

onde $\hat{Z}_t(h)$ representa a previsão da observação de ordem $t + h$ feita no tempo t .

2.6.5.6 Método de Box-Jenkins (Auto Regressivo Integrado de Médias móveis ARIMA)

Os modelos estacionários representam uma importante classe dentre os métodos estocásticos utilizados em séries temporais. Eles assumem que o processo continua em equilíbrio sobre o nível médio constante. Um modelo extremamente utilizado na representação de séries temporais é o modelo auto regressivo (BOX; JENKINS; REINSEL, 1994).

Para Pellegrini e Fogliatto (2000), os modelos de Box-Jenkins, são construídos com base na estrutura de autocorrelação da série temporal. Uma série temporal apresenta autocorrelação sempre que for possível identificar a existência de correlação entre suas observações. Como dados de demanda sazonal repetem um padrão cíclico de variação ao longo do tempo, a suposição de autocorrelação é, via de regra, válida.

Para Zhang (2003) e Medeiros et al. (2006), a metodologia de Box-Jenkins inclui três passos iterativos: identificação do modelo, estimação dos parâmetros e diagnóstico de checagem.

No passo de identificação a transformação dos dados é frequentemente necessária para tornar as séries temporais estacionárias. Estacionaridade é uma condição necessária na construção do modelo ARIMA. A série temporal estacionária mantém a propriedade de suas características estatísticas, tais como o significado e a estrutura de autocorrelação constantes no tempo. Quando a série temporal apresenta tendência ou sazonalidade, os dados devem ser tratados a fim de remover estas características e estabilizar a variância antes de se aplicar o modelo ARIMA. Para atingir a estacionaridade dos dados, Makridakis, Wheelwright e

Hyndman (1998) e DeLurgio (1998) sugerem a utilização dos seguintes procedimentos: (1) projeção dos dados da série em gráficos para verificar a existência de algum padrão; (2) transformações matemáticas nos dados da série para estabilizar a variância; (3) usar a função de autocorrelação (ACF) e a função parcial de autocorrelação (PACF) para verificar a existência de algum padrão nos dados da série; (4) usar a diferenciação dos dados para obter estacionaridade. Uma vez que o modelo é especificado, a estimação dos parâmetros é direcionada. Os parâmetros são estimados mediante medidas de erros minimizadas. Isto pode ser feito com procedimentos de otimização não-linear. Para selecionar o modelo mais adequado é recomendada a utilização de *softwares* especializados, como X12 ARIMA do U.S. Census Bureau, Eviews da Quantitative, NCSS 2007 da NCSS Co.

O último passo na construção do modelo é o diagnóstico de checagem da adequação. Se o modelo não é adequado, um novo modelo deve ser testado seguindo os passos 1 e 2 novamente. As informações diagnósticas podem ajudar na sugestão de modelos alternativos. Para Medeiros et al. (2006), os seguintes aspectos devem ser considerados: (1) significância estatística dos coeficientes, (2) análise da ACF e da PACF, para verificar se há alguma orientação de modelos puramente AR ou MA, (3) verificar se poderia ter mais de um modelo plausível e determinar qual deles possui menor soma dos erros quadrados e (4) análise dos resíduos, para descartar a consideração de outros padrões. O processo descrito acima é apresentado na Figura 4.

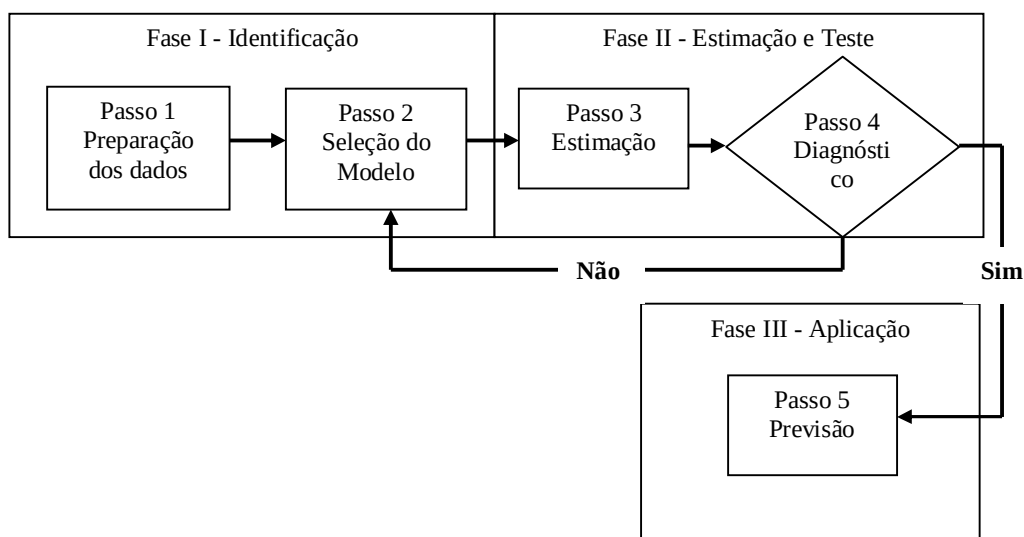


Figura 4: Representação esquemática da metodologia ARIMA para modelagens de séries temporais

Fonte: Adaptado de Makridakis et al (1998) e DeLurgio (1998)

Os modelos Box-Jenkins dividem-se em autoregressivos (AR) e de média móvel (MA). Os modelos autoregressivos (AR) exploram a estrutura de autocorrelação do processo gerador de dados, ou seja, a correlação existente entre observações de uma série temporal. Os modelos de média móvel exploram a estrutura de autocorrelação dos erros de previsão, ou seja, a correlação existente entre erros sucessivos. Modelos que exploram simultaneamente a estrutura de autocorrelação do processo gerador dos dados e dos erros de previsão são denominados autoregressivos e de média móvel, e designados por ARMA.

Para Martinez e Zamprogno (2003), o modelo autoregressivo de ordem p , denotado por $AR(p)$ pode ser definido como:

$$y_t = c + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + u_t, \quad (39)$$

onde $u_t \sim RB(0, \sigma^2)$ é ruído branco, $\phi_1, \dots, \phi_p$ são os parâmetros autoregressivos e c é um parâmetro que permite ao processo ter média diferente de zero. A notação mais utilizada é $\phi(B)y_t = c + u_t$, onde

$$\phi(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p). \quad (40)$$

Um outro modelo conhecido dentro desta metodologia é o denominado processo de média móvel de ordem q , denotado por $MA(q)$, o qual é da forma

$$y_t = \mu + u_t + \theta_1 u_{t-1} + \dots + \theta_q u_{t-q}, \quad (41)$$

com $u_t \sim RB(0, \sigma^2)$. A notação usual para descrever este processo é:

$$y_t = \mu + \theta(B)u_t, \quad (42)$$

onde $\theta(B) = 1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q$. De forma geral, pode-se definir o processo autoregressivo de média móvel ARMA (p,q) da seguinte forma:

$$y_t = c + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + u + \theta_1 u_{t-1} + \dots + \theta_q u_t, \quad (43)$$

onde $u_t \sim \text{RB}(0, \sigma^2)$, Os ϕ 's e os θ 's são os parâmetros autoregressivos e de médias móveis respectivamente, ou ainda $\phi(B)y_t = c + \theta(B)u_t$, onde $\phi(B)$ e $\theta(B)$ são os polinômios AR e MA usuais e as condições de estacionaridade em relação ao processo AR e de invertibilidade em relação a MA permanecem. Se a série não for estacionária, o processo pode ser integrado de ordem d , ou seja, y_t é não estacionário, mas a diferença de ordem d é estacionária. Tem-se então o processo $\text{ARIMA}(p, d, q)$ definido como:

$$\phi(B)[(1-B)^d y_t - \mu] = \theta(B)u_t \quad (44)$$

Com o objetivo de levar em consideração movimentos sazonais, a classe de modelos ARIMA foi ampliada. Em muitas ocasiões não é possível transformar y_t de forma a remover a sazonalidade, ou seja, a própria sazonalidade pode apresentar um padrão dinâmico. Isto significa que é necessário considerar uma componente sazonal estocástica dentro do modelo com o fim de ajustar à série original. O novo modelo ARIMA é conhecido como ARIMA sazonal ou SARIMA. Seja y_t a série de interesse observada s períodos por ano e sejam:

$$\phi(B^s) = 1 - \phi_1 B^s - \dots - \phi_P B^{sP}, \quad (45)$$

onde o operador auto-regressivo sazonal de ordem P , estacionário, e

$$\Theta(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_Q B^{sQ}, \quad (46)$$

o operador de médias móveis sazonal de ordem Q , invertível, $\Delta_s^D = (1 - B^s)^D$, onde D indica o número de “diferenças sazonais”. A classe de modelos sazonais multiplicativos $(p, d, q) \times (P, D, Q)$ é dada por:

$$\begin{aligned} & (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_P B^P)(1 - \phi_1 B^s - \dots - \phi_P B^{sP})[(1 - B)^d (1 - B^s)^D - \mu]y_t \\ & = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_P B^P)(1 - \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_P B^{sP})u_t, \end{aligned} \quad (47)$$

onde $u_t \sim \text{RB}(0, \sigma^2)$, ou ainda,

$$\phi(B)\phi(B^s)[(1 - B)^d (1 - B^s)^D - \mu] = \theta(B)\Theta(B^s)u_t. \quad (48)$$

Pode-se supor que é possível combinar o modelo ARMA com uma estrutura de regressão da forma:

$$y_t = \alpha + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \beta_0 Z_t + \beta_1 Z_{t-1} + \dots + \beta_r Z_{t-r} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (49)$$

onde y_t é a variável dependente, Z_t é a variável independente, ε_t é um ruído branco e α , ϕ_i , θ_j são parâmetros desconhecidos. O modelo da equação (49) é conhecido como ARMAX e pode ser estendido para incluir mais de uma variável explicativa (exógena). Este modelo é utilizado na previsão de preços do mercado de eletricidade por Arciniegas e Rueda (2008).

Os modelos de Box-Jenkins são de difícil operacionalização, por isso demandam a utilização de pacotes computacionais dedicados, até pouco tempo não disponíveis no mercado.

2.6.5.7 Métodos baseados em inteligência artificial, rede neural e sistemas *fuzzy* (nebulosos)

A inteligência artificial (IA) é a capacidade do computador desempenhar funções habitualmente realizadas pela inteligência humana tais como razão, aprendizagem e melhorias-próprias. É um sistema derivado da neurofisiologia. Em geral, consiste de um agrupamento de elementos computacionais não lineares e simples em que as entradas e saídas estão juntas para formar uma rede (DELURGIO, 1998).

Os resultados da aplicação da IA na previsão são variados. Alguns estudos mostram que a inteligência artificial é melhor (KUO; XUE, 1999) que os métodos convencionais, enquanto outros estudos concluíram exatamente o oposto, ou mostraram similaridade no desempenho dos dois métodos (KUO, 2001).

O sistema *fuzzy* é baseado em conhecimento técnico, embora ele não seja objetivo. Por outro lado, é difícil adquirir grande conhecimento e associá-lo a vários assuntos técnicos. Recentemente os algoritmos de aprendizado de inteligência artificial tem sido aplicado para melhorar o desempenho do sistema *fuzzy* (KUO, 2001). A rede neural *fuzzy* tem sido aplicada na área de controle e tem mostrado resultados promissores (KUO; XUE, 1999).

O método *fuzzy* Delphi tem sido aplicado em áreas gerenciais. Kuo (2001) propõe os seguintes passos de análise: (1) coletar todos os possíveis fatores que possam afetar as vendas e as espécies e agrupá-los em ordem no formulário do primeiro questionário. Neste questionário todos os fatores são separados e o resultado avaliado representa a rede neural *fuzzy* inicial; (2) selecionar um evento de cada grupo para formular uma regra de produção do tipo Se < condição > então < ação> no pedido de um segundo questionário; (3) aplicar *fuzzy* no segundo questionário após retorno da perícia e determinar os índices de médias, índices pessimistas e otimistas. As fórmulas são apresentadas a seguir.

Índice pessimista (mínimo):

$$l = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} \quad (50)$$

onde l_i é o índice pessimista da perícia da i -ésima e n é o número total de avaliações.

Índice otimista (máximo):

$$u = \frac{u_1 + u_2 + \dots + u_n}{n} \quad (51)$$

onde u_i é o índice de otimismo de uma perícia i -ésima.

Média (índice mais apropriado): para cada intervalo $(l_i + u_i)$ calcula-se o ponto médio m_i :

$$m_i = \frac{(l_i + u_i)}{2} \quad (52)$$

e então encontra-se μ :

$$\mu = (m_1 \times m_2 \times \dots \times m_n)^{1/n} \quad (53)$$

(4) formular o terceiro questionário e conduzir a pesquisa; (5) repetir o procedimento 3; (6) empregar um índice dessemelhante para examinar os números *fuzzy* do segundo e terceiro questionários e determinar se as funções dos membros têm convergência ou não. Se não, continuar os questionários até que se obtenha convergência. Os resultados do terceiro questionário representam a rede neural *fuzzy* inicial. Deste modo, se $\bar{A}$ é um membro *fuzzy*, então $\bar{A} []$ denota uma função do membro do número *fuzzy* $\bar{A}$. O α -cut do número *fuzzy* $\bar{A}$ é definido como:

$$\bar{A}[\alpha] = \{x | \bar{A}(x) \geq \alpha, x \in R\} \text{ para } 0 < \alpha \leq 1 \quad (54)$$

A distância entre dois números *fuzzy* ($\bar{A}$ e $\bar{B}$) é então definida como:

$$\begin{aligned} \delta(\bar{A}, \bar{B}) &= \int_{\alpha=0}^1 \delta(\bar{A}[\alpha], \bar{B}[\alpha]) d\alpha \\ &= \frac{1}{2} (\beta_2 - \beta_1) \int_{\alpha=0}^1 [|\bar{A}[\alpha]^L - \bar{B}[\alpha]^L| + (|\bar{A}[\alpha]^U - \bar{B}[\alpha]^U|)] d\alpha, \end{aligned} \quad (55)$$

onde β_1 e β_2 são valores convenientemente dados no pedido para fechar $\bar{A}[\alpha] = 0$ e $\bar{B}[\alpha] = 0$. Basicamente, $\delta(\bar{A}, \bar{B})$ está no intervalo $[0,1]$.

Os algoritmos genéticos são para propósitos gerais de problemas de otimização, para resolver problemas complexos. Baseado na mecânica da seleção natural e genética natural, os algoritmos genéticos trabalham por uma população modificada repetidamente de estruturas artificiais através da aplicação de operadores genéticos. Informações simples, ao invés de um gradiente de informações, é a única exigência para os algoritmos genéticos. Podem ser aplicados para otimizações e classificações. A vantagem dos algoritmos genéticos sobre as técnicas de otimização convencionais é que eles são apropriados para problemas mal comportados, para otimização global em espaços não lineares e para algoritmos adaptativos. Dependendo do algoritmo genético, a estrutura é um código binário todo reunido como uma corda e, por isso mesmo, chamado de cromossoma. Cada pedaço do cromossoma é tratado como gene e a reprodução é implementada por um operador selecionado, sendo a seleção baseada na população de melhor desempenho no teste de adaptação. Estruturas melhores também são obtidas pela combinação (*crossover*) de bons componentes de boas estruturas. As mutações são utilizadas para prevenir a perda de alguma informação importante durante a reprodução e a combinação (KUO; XUE, 1999; KUO, 2001).

As redes neurais artificiais (RNAs) são modelos matemáticos inspirados na organização e no funcionamento dos neurônios biológicos. Existem numerosas variações das RNAs, as quais estão diretamente relacionadas com tarefas específicas. Uma RNA é basicamente um conjunto de elementos inter-conectados denominados neurônios, os quais estão distribuídos em três camadas: neurônios de entrada, neurônios intermediários e neurônios de saída. Os neurônios se inter-conectam e interagem conjuntamente com o fim de alcançar um comportamento desejado para um sistema. Cada neurônio recebe o estado de

suas correspondentes entradas e, mediante uma função aplicada ao vetor de pesos, produz um sinal (saída), que é tomado pelo neurônio seguinte. As RNAs se adaptam a um ambiente de acordo com um treinamento o qual consiste em procurar a relevância das conexões que codificam o conhecimento que o sistema deve adquirir. Para determinar completamente dita estrutura, as RNAs necessitam de uma arquitetura de inter-conexão, funções de ativação que medem a importância de um dado, uma função de custo que avaliam a saída da rede e um algoritmo de treinamento (aprendizagem) que modifica os parâmetros de conexão com o objetivo de otimizar a função de custo (MARTINEZ; ZAMPROGNO, 2003).

O problema de previsões de séries temporais pode ser tratado como a busca de uma função (sistema dinâmico) $F: \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $y_t = F(y_{t-1}, \dots, y_{t-p}) + \xi_t$ onde $\{\xi_t\}_{t \in T}$ corresponde a um ruído. A metodologia de RNAs é mais eficiente na previsão de séries temporais não lineares, tratando o problema de previsão como um problema de aproximação.

Para Calôba, Calôba e Saliby (2002) e Zhang (2003), em qualquer problema a ser resolvido através do uso de redes neurais, é necessário o uso de pares de entrada-saída já conhecidos. A quantidade de pares disponíveis não é muito grande, mesmo assim devem-se separar esses dados em dois conjuntos bem definidos, o conjunto de treinamento e o conjunto de teste.

O treinamento da RNA é feito utilizando três conjuntos: treinamento, teste e validação. É, entretanto, necessário medir o desempenho da rede, considerando como ela responde a pares entrada-saída não apresentados durante o treinamento (o conjunto de teste). Isso é importante, pois um treinamento prolongado demais gera um problema conhecido como *overtraining*, que pode levar a uma super especialização da rede (principalmente quando se dispõe de muito poucos dados) e a uma perda da capacidade da rede de responder bem a dados nunca apresentados (perda da capacidade de generalização). É virtualmente aceito que a melhor rede é aquela que fornece o menor erro no conjunto de validação e o mínimo erro para o conjunto de teste. O conjunto de validação corresponde a pares de entrada-saída que não são apresentados à rede durante o treinamento e não são parâmetro para encerrar o treinamento, ou seja, representam um conjunto totalmente novo a ser apresentado à rede para avaliação de desempenho.

Segundo Calôba, Calôba e Saliby (2002) e Zhang (2003), as redes neurais conseguem eficiência destacada quando tratam de não-linearidades. Os primeiros fazem três proposições importantes: (1) redes neurais não são as melhores soluções sempre. Quando uma nova técnica de previsão ou otimização aparece com resultados interessantes, esta se torna

rapidamente a “melhor” técnica existente; (2) a não-linearidade é um problema que pode ser tratado por redes neurais; (3) associar métodos clássicos lineares e redes neurais parece levar a bons resultados no tratamento de problemas não lineares.

Segundo Calôba, Calôba e Saliby (2002), More e Deo (2003) e Zhang (2003), a rede neural mais conhecida e experimentada é do tipo *feedforward*. A rede *feedforward*, também conhecida como método de treinamento, é uma classe importante de redes neurais por sua topologia simples e capacidade de aproximação.

Para Haykin (2001), a invenção do algoritmo de aprendizado por retropropagação para redes neurais *feedforward* é um marco no desenvolvimento histórico das redes neurais, pois somente após sua introdução, as propriedades das redes neurais foram reconhecidas, e as pesquisas conseguiram atenção de pesquisadores de diferentes áreas de conhecimento.

No modelo *feedforward*, os neurônios são dispostos em camadas, usualmente duas camadas ativas. Os neurônios de uma camada só se conectam com os da camada subsequente. Pode ser destacada na estrutura de uma rede desse gênero três tipos de camadas.

A primeira camada, ou “camada de entrada”, não é composta por neurônios, mas simplesmente pelas conexões dos sinais de entrada. A camada seguinte, conhecida como “camada intermediária” ou “camada escondida”, é composta por N neurônios, e realiza algumas transformações. Ao fim existe uma camada conhecida como “camada de saída”. Existem tantos neurônios nessa camada quanto o número de saídas desejadas, cada saída representando uma variável que se deseja prever. Na Figura 5 ilustra-se uma rede *feedforward* de uma única camada escondida.

Haykins (2001) mostra que o *perceptron* só pode resolver problemas separáveis linearmente ou linearmente independentes. Problemas não linearmente separáveis requerem que as redes neurais tenham uma representação intermediária apropriada dos padrões de entrada pela introdução de camadas escondidas não-lineares. A construção de uma rede *feedforward* é inspirada nessa idéia.

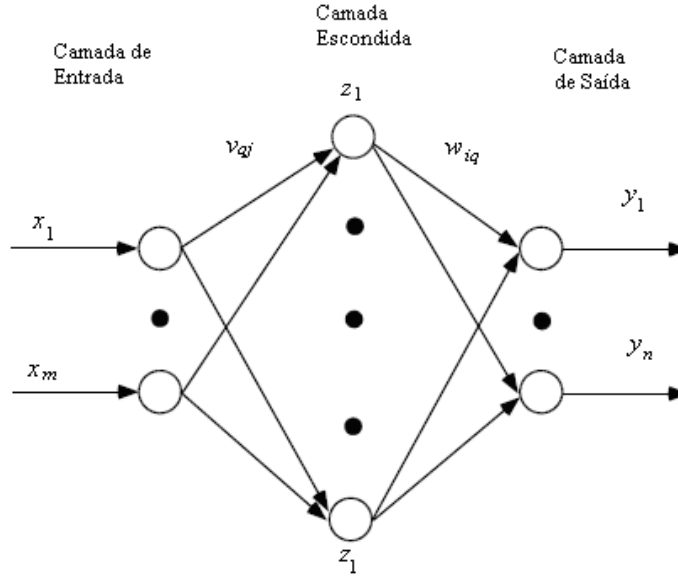


Figura 5: Rede neural *feedforward* com uma camada escondida

Na Figura 5, v_{qj} \u00e9 o peso conectando o n\u00f3 j na camada de entrada com o n\u00f3 q na camada escondida, e w_{iq} o peso que conecta o n\u00f3 q da camada escondida com o n\u00f3 i na camada de sa\u00edda. Existem m , l e n n\u00f3s na camada de entrada, camada escondida, e camada de sa\u00edda, respectivamente. Assuma que $(\mathbf{x}, \mathbf{d})$ representa uma par de exemplo de treinamento; $\mathbf{x} = \{x_1, x_2, x_m\}$ \u00e9 o padr\u00e3o de entrada, e $\mathbf{d} = \{d_1, d_2, d_n\}$ \u00e9 a sa\u00edda desejada. O n\u00f3 q na camada escondida recebe a entrada e obt\u00e9m a sa\u00edda transformada, conforme calculado por:

$$net_q = \sum_{j=1}^m v_{qj} x_j. \quad (55)$$

Neste caso:

$$z_q = a(net_q) = a\left(\sum_{j=1}^m v_{qj} x_j\right),$$

onde $a(\cdot)$ \u00e9 a fun\u00e7\u00e3o de ativa\u00e7\u00e3o de um n\u00f3 na rede neural *feedforward*. O c\u00e1lculo da entrada do n\u00f3 i na camada de sa\u00edda \u00e9 dado por:

$$net_i = \sum_{q=1}^l w_{iq} z_q = \sum_{q=1}^l w_{iq} a\left(\sum_{j=1}^m v_{qj} x_j\right) \quad (57)$$

Portanto, a sa\u00edda correspondente \u00e9:

$$Y_i = a(net_i) = a \left(\sum_{q=1}^l w_{iq} z_q \right) = a \left[\left(\sum_{q=1}^l w_{iq} a \right) \left(\sum_{j=1}^m v_{qj} x_j \right) \right]. \quad (58)$$

As equações (56) a (58) mostram o procedimento de propagação desde a entrada até a saída da rede neural *feedforward*. O algoritmo básico de retropropagação é baseado nessas equações e no seguinte procedimento de retropropagação de erro. A seguir a função de custo $E(W)$ para a rede *feedforward* minimizar é definida como:

$$E(W) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (d_i - y_i)^2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n [d_i - a(net_i)]^2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n [d_i - a(\sum_{q=1}^l w_{iq} z_q)]^2 \quad (59)$$

onde W representa os pesos das conexões v_{qj} e w_{iq} . Os pesos w_{iq} são atualizados pelo princípio da descida de encosta, tal que:

$$\Delta w_{iq} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{iq}}, \quad (60)$$

onde η é a taxa de aprendizado da rede neural *feedforward*. Aplicando a regra da cadeia para $\frac{\partial E}{\partial w_{iq}}$, obtém-se:

$$\Delta w_{iq} = -\eta \frac{\partial E}{\partial y_i} \frac{\partial y_i}{\partial net_i} \frac{\partial net_i}{\partial w_{iq}} = n(d_i - y_i) a'(net_i) z_q = n \delta_{oi} z_q, \quad (61)$$

onde $a'(\cdot)$ é a derivada de primeira ordem da função $a(\cdot)$. Com base na equação (60), a definição do termo geral de retropropagação δ_{oi} para a camada de saída é dada por:

$$\delta_{iq} = -\frac{\partial E}{\partial net_i} = -\frac{\partial E}{\partial y_i} \frac{\partial y_i}{\partial net_i} = (d_i - y_i) a'(net_i). \quad (62)$$

Para atualizar os pesos conectando a camada de entrada com a camada de saída, aplica-se a descida íngreme e novamente a regra da cadeia:

$$\Delta v_{qj} = -n \frac{\partial E}{\partial y_{qj}} = -n \frac{\partial E}{\partial net_q} \frac{\partial net_q}{\partial v_{qj}} = -\frac{\partial E}{\partial Z_q} \frac{\partial Z_q}{\partial net_q} \frac{\partial net_q}{\partial v_{qj}}. \quad (63)$$

Uma vez que z_q contribui com cada termo de erro da função custo, gera-se:

$$\Delta v_{qj} = n \sum_{i=1}^n [(d_i - y_i) a(net_i) w_{iq}] a(net_q) x_j. \quad (64)$$

Substituindo (61) em (63), tem-se:

$$\Delta v_{qj} = n \sum_{i=1}^n (\delta_{oi} w_{iq}) a(net_q) x_j = n \delta_{hq} x_j. \quad (65)$$

Similar a δ_{oi} , o erro geral de retropropagação para a camada escondida é definido como:

$$\delta_{hq} = -\frac{\partial E}{\partial net_q} = -\frac{\partial E}{\partial Z_q} \frac{\partial Z_q}{\partial net_q} = a(net_q) \sum_{i=1}^n \delta_{oi} w_{iq}. \quad (66)$$

Comparando-se (65) com (61), conclui-se que δ_{hq} é determinado por δ_{oi} , que é obtido a partir da camada de saída para a camada escondida. Portanto, fica aparente que esses erros de retropropagação, δ_{hq} e δ_{oi} , são propagados através das camadas para a implementação do algoritmo de aprendizado. O procedimento pode ser generalizado e aplicado a redes com mais de uma camada escondida.

Talvez o mais importante parâmetro a ser estimado em redes neurais seja o número de observações defasadas p na dimensão do vetor de entrada. Este parâmetro representa um papel primordial na determinação da estrutura de autocorrelação (não-linear) das séries temporais. Entretanto, não há teoria que possa ser utilizada para auxiliar na seleção de p .

Outro problema das RNAs é a escolha correta da quantidade de neurônios na camada oculta ou a correta regularização dos parâmetros. O modelo que minimiza os erros para os dados de treinamento frequentemente não generaliza bem novos dados porque o modelo

começa a aprender o ruído dos dados de treinamento. Uma vez que a rede *feedforward* é um modelo flexível, e algoritmos eficientes são aplicados na busca de parâmetros ótimos, é provável que ocorra excesso de treinamento e como consequência é necessária a aplicação de métodos de regularização para que a capacidade de generalização não seja prejudicada. Kostela (2003) sugere parada antecipada ou métodos de decrescimento de pesos para controlar a complexidade da rede *feedforward*.

Kostela (2003) mostra também que, a rede *feedforward* é considerada um modelo semi-paramétrico em que o número efetivo de parâmetros determina a complexidade do modelo.

2.6.5.7.1 *Feedforward* – treinada com o algoritmo de Levenberg-Marquadt

Segundo Haykin (2008), o Algoritmo de Levenberg-Marquardt (LMA) é uma interpolação entre:

- a) algoritmo Gauss-Newton (AGN) que converge rapidamente para um mínimo global ou local, mas pode também divergir;
- b) método do gradiente descendente, que é assegurada pela convergência obtida pela seleção própria de parâmetros específicos.

A LMA é mais robusta do que a AGN o que significa que, em muitos casos, ele encontra uma solução mesmo que ela comece muito longe do final. Por outro lado, para valores bem-comportados e funções de parâmetros razoáveis, o método LMA tende a ser um pouco mais lento do que o AGN.

O algoritmo Levenberg-Marquardt prevê uma solução numérica para o problema de minimizar uma função geralmente não-linear mais um espaço de parâmetros da função. Estes problemas surgem principalmente na minimização de mínimos quadrados da curva de instalação e programação não linear.

Haykin (2008) mostra que, de acordo com o método de Levenberg-Marquardt, o ajuste ótimo Δw aplicado para o vetor parâmetro w é definido por:

$$\Delta w = [H + \lambda I]^{-1} g, \quad (67)$$

onde I é a matriz identidade de mesma dimensão que H e λ é uma regularização, ou carregamento, parâmetro que força a soma da matriz $(H + \lambda I)$ a um valor definitivamente positivo e seguramente bem condicionado pelo computador.

Com este processamento secundário, considera-se um *perceptron* multicamadas como um neurônio de saída simples. A rede neural é treinada pela minimização da função valor:

$$\mathcal{E}_{av}(w) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N [d(i) - F(x(i); w)]^2, \quad (68)$$

onde $\{x(i), d(i)\}_{i=1}^N$ é um simples treinamento e $F(x(i); w)$ é a função aproximada realizada pela rede neural; os pesos sinápticos da rede neural são organizados de maneira ordenada para formar o vetor peso w . O gradiente e a *Hessian* da função valor $\mathcal{E}_{av}(w)$ são respectivamente definidos por:

$$\begin{aligned} g(w) &= \frac{\partial \mathcal{E}_{av}(w)}{\partial w} \\ &= -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [d(i) - F(x(i); w)] \frac{\partial F(x(i); w)}{\partial w}, \end{aligned} \quad (69)$$

$$\begin{aligned} g^T H(w) &= \frac{\partial^2 \mathcal{E}_{av}(w)}{\partial w^2} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[\frac{\partial F(x(i); w)}{\partial w} \right] \left[\frac{\partial F(x(i); w)}{\partial w} \right]^T \\ &\quad - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [d(i) - F(x(i); w)] \frac{\partial^2 F(x(i); w)}{\partial w^2}. \end{aligned} \quad (70)$$

Entretanto, dentro de uma perspectiva prática, a complexidade da equação definida para H pode ser exigente, particularmente quando o vetor peso é alto; a dificuldade computacional é atribuída à natureza complexa de *Hessian* $H(w)$. Para aliviar esta dificuldade, o procedimento recomendado é ignorar o termo secundário da equação descrita na equação (70) e considerar *Hessian* simplesmente como:

$$H(w) \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[\frac{\partial F(x(i); w)}{\partial w} \right] \left[\frac{\partial F(x(i); w)}{\partial w} \right]^T. \quad (71)$$

O uso desta aproximação é recomendado quando LMA opera em ambiente de mínimo local ou global.

2.7 AGRUPAMENTO DE SÉRIES TEMPORAIS

Muitas decisões operacionais são baseadas na previsão de demanda futura. A previsão de demanda tem sido profundamente estudada por pesquisadores há várias décadas. Entretanto, muitos artigos compartilham um fato comum: eles exploram a adoção de métodos de previsão qualitativos ou quantitativos, propõem novas técnicas ou avaliam o desempenho daquelas já existentes.

Quando se tenta implementar técnicas de previsão, as empresas descobrem que previsão é muito mais complexa do que um simples projeto ou seleção de um algoritmo apropriado e envolve a escolha de peças relevantes de informação, o projeto do sistema de informação, o controle da qualidade dos dados e a definição do processo gerencial.

Para Zotteri, Kalchschmidt e Caniato (2005), um problema crítico concernente à implantação e adoção de técnicas de previsão é a escolha de um nível apropriado no qual a previsão deve ser avaliada. A escolha do nível apropriado de agregação depende do processo de tomada de decisão que a previsão espera suportar. Por exemplo, para planejar a produção de produtos de ciclo de vida curto provavelmente uma previsão de demanda muito detalhada seja requerida. Para projeto de fábrica ou orçamento, preferivelmente uma previsão agregada será usada.

O que torna o problema complexo é que vários níveis de agregação são adotados dentro de uma empresa específica, assim como vários processos de tomada de decisão têm lugar ao mesmo tempo. Assim, muitas empresas avaliam a previsão em diferentes níveis de agregação, sendo que estes não estão diretamente relacionados às características específicas da empresa. Este fato mostra a necessidade de identificar um processo apropriado para o qual a previsão, em diferentes níveis de agregação, seja consistente e providencie a informação necessária para cada processo simples de tomada de decisão. Este problema tem estimulado muitas pesquisas sobre o nível adequado de agregação no processo de previsão de demanda.

2.7.1 Conceito e importância do planejamento agregado na cadeia de suprimento

Chopra e Meindl (2003) mostram que, nos dias de hoje, a capacidade de produção, transporte, distribuição, etc. estão relacionadas a um custo e os *lead times* são maiores que zero. Portanto, as empresas devem tomar decisões certas a respeito dos níveis de capacidade de fabricação e de como utilizá-la, bem como quando realizar promoções para alavancar a demanda. O planejamento agregado aplicado na previsão de demanda pode contribuir na tomada de decisões relacionadas à capacidade de produção e aos custos da manutenção de estoques.

A importância e a natureza interdisciplinar dos agrupamentos são evidenciadas pela vasta literatura publicada. Embora, atualmente, haja um crescente interesse no uso de métodos de agrupamento para reconhecimento de padrões, processamento de imagens e recuperação de informações, os agrupamentos apresentam um histórico em outras áreas, tais como, biologia, psiquiatria, psicologia, arqueologia, geologia, geografia e *marketing* (JAIN; MURTY; FLYNN, 1999).

O termo agrupamento é usado na comunidade científica para descrever métodos de agregação de dados não qualificados. Os pesquisadores têm diferentes terminologias e definições para os componentes de um processo de agrupamento e o contexto no qual estes se aplicam. Para Hong (2002), agrupamento é aplicado no entendimento e exploração de um grupo de dados. Berkhin (2002), descreve que agrupamento é uma divisão de dados em grupos de objetos similares. Cada grupo, chamados de conglomerados, consiste de objetos que são similares entre si e dissimilares dos objetos dos outros grupos.

Segundo Jain, Murty e Flynn (1999), a análise de agrupamentos é a organização de uma coleção de padrões (usualmente representadas como um vetor de medidas, ou um ponto em um espaço multidimensional) dentro de agregados baseados em similaridade.

Para Chopra e Meindl (2003), o planejamento agregado é o processo pelo qual a empresa determina os níveis de capacidade, produção, subcontratação e estoque, esgotamento de estoque e até precificação, sobre um horizonte de tempo específico. O objetivo do planejamento agregado é atender a demanda de maneira a maximizar os lucros. Como o próprio nome diz, solucionar problemas que envolvem decisões agregadas em vez de decisões sobre o *stock keeping unit* (SKU).

Muitos grupos de produtos semelhantes podem ser agregados através de critérios pré-determinado em uma mesma série temporal e analisados conjuntamente. A escolha do nível apropriado de agregação depende do processo de tomada de decisão que a previsão espera suportar.

Nahmias (1993) descreve que a metodologia mais aplicada para a agregação de produtos é a classificação ABC. Este método determina a importância do produto de acordo com sua demanda e faturamento. Pellegrini e Fogliato (2000), além de citarem a classificação ABC, descrevem a classificação dos produtos por famílias. Esta última refere-se ao agrupamento, em uma única série temporal, de produtos com características semelhantes. A vantagem de se realizar a agregação é reduzir significativamente o número de séries a serem analisadas sem comprometer o resultado da previsão de demanda.

A análise de agrupamentos é definida por Moori, Marcondes e Ávila (2002) como uma técnica estatística que permite ao pesquisador separar ou classificar objetos observados em um grupo ou em número específico de subgrupos ou conglomerados mutuamente exclusivos, de modo que os subgrupos formados tenham características de grande similaridade interna e grande dissimilaridade externa. Estes autores descrevem que a amostra tratada em subgrupos fica mais representativa e com melhor qualidade, isto é, menos dispersa, o que não ocorre quando os dados da amostra são tratados isoladamente ou como um único agrupamento.

2.7.2 Preparação dos dados

Os atributos irrelevantes reduzem as chances de se obter uma agregação bem sucedida porque eles afetam negativamente medidas próximas e eliminam a tendência de agrupamento. Além disso, realizar uma análise exploratória dos dados (EDA) é essencial. A EDA elimina atributos inapropriados e reduz a cardinalidade de reter atributos categóricos (BERKHIN, 2002).

A prática de determinar diferentes pesos para atribuir e ou escalar os seus valores é global e permite construir agrupamentos de melhores divisões. Para aplicabilidade na vida real é crucial o manuseio de atributos de diferentes naturezas.

2.7.3 Etapas do planejamento agregado

Segundo Jain, Murty e Flynn (1999), uma atividade de agrupamento padrão típica envolve os seguintes passos:

- a) representação padrão (incluindo opcionalmente extração e/ ou seleção de características);
- b) definição de uma medida proximal padrão para o dado dominante;
- c) agrupar ou agregar;
- d) abstração de dados (se necessário), e
- e) avaliação da produção (se necessário).

Estas etapas estão representadas esquematicamente na Figura 6 e explicadas a seguir.

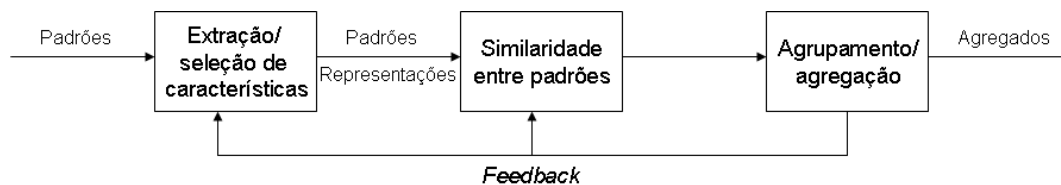


Figura 6: Etapas para o agrupamento de dados

Fonte: adaptado de Jain, Murty e Flynn (1999)

As representações padrões se referem ao número de classes, número de padrões avaliados e ao número, tipo e escala das características avaliadas para o algoritmo de agrupamento. Algumas destas informações podem ser controladas pelo usuário.

A seleção de característica é o processo de identificação do subgrupo mais efetivo dentre as características originais para uso em agrupamento. A extração de característica se refere ao uso de uma ou mais transformações das características selecionadas com a finalidade de produzir uma característica nova e proeminente. A seleção e a extração de características podem ser utilizadas isoladamente ou em conjunto para obter um grupo apropriado de características que será utilizado no agrupamento.

A similaridade entre padrões é usualmente medida por uma distância funcional definida sobre pares de padrões. A distância pode refletir dissimilaridade entre dois padrões ou caracterizar similaridade conceitual entre eles.

2.7.4 Classificação do agrupamento de dados

Para Jain, Murty e Flynn (1999), diferentes classificações para dados agrupados podem ser descritas com a ajuda da hierarquia detalhada na Figura 7. A primeira distinção feita pela Figura 7 é entre aproximações hierárquicas e divisionais. Os métodos hierárquicos produzem uma série de divisões enquanto que os métodos divisionais produzem apenas uma.

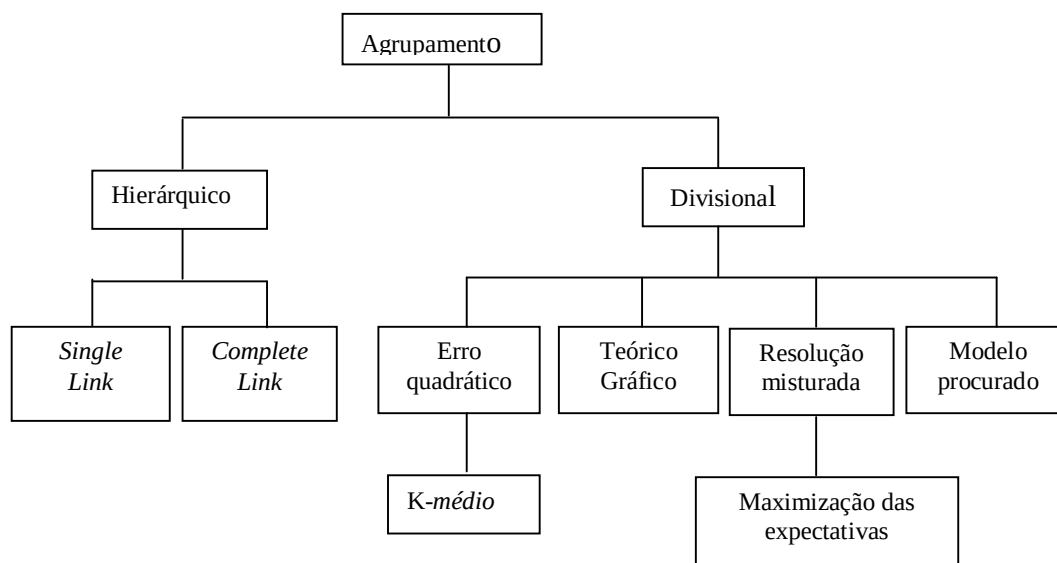


Figura 7: Taxonomia da classificação dos agrupamentos

Fonte: adaptado de Jain, Murty e Flynn (1999)

Jain, Murty e Flynn (1999) mostram que a taxonomia detalhada na Figura 7 deve ser suplementada pela discussão de papéis transversais que podem afetar todas as classificações, como descrito a seguir:

a) aglomerativo X divisivo: este aspecto se relaciona a estrutura e operações algorítmicas. Uma aproximação aglomerativa começa com cada padrão em um conglomerado distinto e absorve, sucessivamente, outros agrupamentos até que um critério de finalização seja satisfeito. O método divisivo começa com todos os padrões em um conglomerado simples e executa divisões até que o critério de finalização seja encontrado;

b) monotético X politético: este aspecto se relaciona com o uso seqüencial ou simultâneo de características no processo de agrupamento. A maioria dos algoritmos são politéticos, ou seja, todas as características de distância entre padrões são computadas e as decisões são baseadas nestes valores. Um algoritmo monotético simples considera características seqüenciais para dividir uma dada coleção de padrões;

c) *hard* X *fuzzy*: um algoritmo de agrupamento *hard* aloca cada padrão para um conglomerado simples durante sua operação e no seu *output*. O método de agrupamento *fuzzy* determina classes entre os membros para cada padrão *input*. Um agrupamento *fuzzy* pode ser convertido em agrupamento *hard* pela conversão de cada padrão para um conglomerado com a maior medida dos membros;

d) determinística X estocástica: as técnicas de pesquisa utilizadas para obter o valor ótimo de um critério funcional são divididas em técnicas de pesquisa estocástica e determinística. As técnicas de pesquisa determinística garantem uma divisão ótima pela execução de enumeração exaustiva. Por outro lado, as técnicas de pesquisa estocástica geram uma divisão quase ótima, razoavelmente rápida e garante convergência para uma divisão ótima. Estes aspectos são relevantes para classificações divisionais designadas para aperfeiçoar uma função de erro quadrático. Este aperfeiçoamento pode ser efetuado usando técnicas tradicionais ou através de uma procura aleatória do espaço determinado consistindo de todas as qualificações possíveis;

e) incremental X não-incremental: este aspecto tem importância quando o grupo padrão a ser aglomerado é maior e possui restrição no tempo de execução ou no espaço de memória efetiva na arquitetura do algoritmo.

O K-médio é o algoritmo mais simples e comumente utilizado ao se empregar o critério de erro quadrático. Ele começa com uma divisão inicial aleatória e permanece

redeterminando os padrões (para agrupamentos baseados na similaridade entre o padrão e os centros agrupados) até que o critério de convergência seja encontrado (JAIN, MURTY E FLYNN, 1999).

Dekker, Van Donselaar e Ouwehand (2004) mostram que o conceito de agregação de produtos pode ajudar no desenvolvimento de modelos de previsão mais confiáveis. Se há possibilidade de reunir família de produtos em que os produtos individualmente apresentam um padrão sazonal similar, então, pode-se determinar o índice de sazonalidade da família de produtos e usar este dado para fazer previsões dos produtos individualmente. Baseado na idéia que, em geral, a demanda de um nível agregado é relativamente mais correta do que a demanda dos itens individualmente, será mais fácil separar o caráter sazonal da randomização, resultando em uma melhor estimativa do índice sazonal.

Bunn e Vassilopoulos (1999) examinaram a acurácia da previsão para versões variadas de metodologia de estimativa sazonal juntamente com efeitos de agregação e classificação. Estes autores consideraram dois tipos de níveis de agregação (quatro classes vs. dez grupos) em três processos de classificação (grupos, classes de negócios e classes estatísticas) para serem utilizados na estimativa sazonal. Os resultados deste estudo são consistentes com pesquisas publicadas previamente e mostram que o erro de previsão para o método com índice de sazonalidade agrupado foi menor que na metodologia com índice sazonal individual clássico. As investigações empíricas revelam, também, que os índices de sazonalidade combinados oferecem melhorias muito mais significativas no desempenho da previsão. Os resultados experimentais, por sua vez, revelaram que todas as metodologias utilizadas apresentaram melhor desempenho com os mais altos níveis de agregação.

Embora algumas organizações realizem previsões para linhas inteiras de produtos e previsões para cada unidade padrão produzida (*stock keeping unit* SKU), geralmente se faz a previsão individual de cada série de dados e, então, se realiza a agregação de produtos, se necessário. Para Bunn e Vassilopoulos (1999), do ponto de vista estatístico, o uso de dados periféricos pode ser inapropriado se o comportamento de produtos similares não é suportado na determinação de previsões agrupadas e individuais. A vantagem de se prever o mais baixo nível de agregação, o nível SKU, é que não se mantém fatores tendenciosos na previsão de itens individuais, mas, ao mesmo tempo, não se considera nenhuma informação relevante do comportamento estrutural de produtos relacionados. Deve-se, portanto, avaliar as vantagens de excluir fatores tendenciosos pelo uso de série de dados históricos individuais e a vantagem

de adquirir robustez e eficiência pelo uso do histórico de série de dados individuais e relacionados.

Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de avaliar o desempenho dos métodos de previsão sob condições de agregação de dados. Os resultados encontrados até o momento sugerem que todas as metodologias utilizadas apresentam melhor desempenho com os mais altos níveis de agregação. Estes achados, no entanto, não diminuem a necessidade de novas pesquisas investigativas devido à complexidade do processo e à sua aplicabilidade em situações diversas.

2.8 MEDIDAS DE ERRO DAS PREVISÕES

A acurácia da previsão de diferentes métodos tem sido comparada por vários autores ao longo dos anos, mas a escolha entre diferentes métodos ainda é objetivo de debates e estudos. Para o futuro, planeja-se uma nova forma de “avaliação” entre os métodos denominada M2-Competição que determinará o desempenho de métodos univariados, multivariados e previsão por julgamento. A escolha entre métodos depende de uma variedade de considerações, incluindo, entre outras, os objetivos da organização, o tipo de dado e uso de tecnologia (CHATFIELD, 1988).

Diante de diferentes possibilidades de métodos de previsão, torna-se necessário identificar por índices de desempenho qual a metodologia mais adequada para cada caso. Para tanto, nesta seção, descreve-se medidas de desempenho dos métodos de previsão pela estimativa e utilização do erro de previsão. DeLurgio (1998) mostra que um bom modelo de previsão deve apresentar um erro médio de aproximadamente zero e um erro padrão residual baixo.

Conforme descrito no capítulo Métodos de Previsão, toda demanda possui um componente aleatório. O desempenho da previsão de demanda pode ser avaliado pela capacidade deste processo captar o componente sistemático, mas não o componente aleatório de demanda.

Segundo Chopra e Meindl (2003), as informações de erros da previsão devem ser utilizadas para decisões gerenciais por dois motivos:

- a) para determinar se o modelo de previsão adotado capta detalhadamente o componente sistemático de demanda;
- b) para que os planos de contingência sejam responsáveis pelo erro.

O erro de previsão para o período t é dado por E_t , e pode ser expresso matematicamente assim:

$$E_t = F_t - D_t, \quad (72)$$

onde

E_t = erro de previsão para um período t ;

F_t = previsão para o período t ;

D_t = demanda real para o período t .

O erro da previsão pode ser determinado por diversas medidas, tais como raiz quadrada do erro médio quadrático (REQM), desvio absoluto médio (DAM), erro absoluto médio percentual (MAPE), viés da previsão e a razão de viés (TS), conforme descrito por Chopra e Meindl (2003).

A raiz quadrada do erro médio quadrático (REQM) estima a variação do erro da previsão. Não é facilmente interpretado por si só, sendo normalmente comparado com outros métodos estatísticos. Outra limitação seria o fato do REQM ser inapropriado para comparações entre séries tendo em vista que se trata de um método escala dependente (GOOIJER; HYNDMAN, 2006).

Para o REQM se aplica o seguinte:

$$REQM_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_t^2. \quad (73)$$

O desvio absoluto médio (DAM) estima o desvio padrão do componente aleatório, desde que este seja distribuído normalmente. Também não é facilmente interpretado por si só, sendo normalmente comparado com outros métodos estatísticos. Como ocorre no caso do

desvio padrão, o DAM não é particularmente um conceito intuitivo e pode ser mais facilmente interpretado no contexto da distribuição normal dos dados.

O DAM pode ser expresso da seguinte maneira:

$$DAM_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t. \quad (74)$$

O erro absoluto médio percentual (MAPE) é o erro absoluto médio como porcentagem de demanda. Este método apresenta problemas quando as séries têm valores fechados para (ou igual a) zero. Estes problemas podem ser evitados incluindo-se na análise apenas dados com valores positivos, entretanto, esta solução artificial limita a aplicação do método em várias situações (DELURGIO, 1998). Gooijer e Hyndman (2006) mostram que o MAPE apresenta a desvantagem de utilizar pesada penalidade sobre erros positivos em relação aos erros negativos. Apesar disso, estes autores mostram também que mais trabalhos científicos e discussões ainda são necessárias quanto às medidas simétricas propostas até o momento.

O MAPE pode ser expresso da seguinte maneira:

$$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right| 100}{n}. \quad (75)$$

A razão de viés ou sinal de rastreabilidade (TS – tracking signal) avaliam a ocorrência de superestimação ou subestimação de demanda. O viés da previsão é a simples soma dos erros da previsão. Se os erros da previsão forem originários unicamente de componentes aleatórios da previsão, o valor do viés deve oscilar em torno de zero. Se o modelo de previsão não captar todo componente sistemático, o valor de viés será diferente de zero.

O viés da previsão pode ser expresso da seguinte maneira:

$$viés_n = \sum_{t=1}^n E_t. \quad (76)$$

A razão de viés (TS) é matematicamente o quociente entre o viés da previsão e o DAM. Chopra e Meindl (2003) determinam que o valor da razão de viés deve estar entre -6 e 6 para ser tolerável. Valores positivos acima de 6 detectam superestimação do resultado e valores negativos inferiores a -6 indicam subestimação da previsão. DeLurgio (1998) mostra

que o TS detecta estatisticamente erros cumulativos. Existem diversas técnicas de TS estudadas até o momento mediante a necessidade de utilização em situações específicas.

A razão do viés pode ser expressa da seguinte maneira:

$$TS_t = \frac{viés_t}{DAM_t} . \quad (77)$$

Os resultados do estudo de Xie, Lee e Zhao (2004) mostram que erros de previsão têm impactos significativos sobre o custo total, instabilidade da programação e nível de serviço oferecido. O índice de erros de previsão é significativamente influenciado por alguns fatores operacionais, tais como custo estrutural e capacidade máxima. Além disso, a seleção dos parâmetros reservados do planejamento mestre de produção é também influenciada pelos erros de previsão. Os achados do estudo mostram que o desempenho do sistema de produção pode ser melhorado pela seleção adequada do método de previsão e dos parâmetros de programação.

2.9 EFETIVIDADE E SELEÇÃO DO MÉTODO DE PREVISÃO

Para escolher um método de previsão para uma série temporal de dados, pode-se recorrer a algumas informações estatísticas disponíveis que determinam o método mais adequado para uma situação particular. Dentre os critérios que definem a efetividade e seleção de um método de previsão pode-se citar (LEWIS, 1997):

a) erro quadrático médio (REQM): é a média dos quadrados dos erros de previsão. O erro quadrático médio estima a variação do erro da previsão. Não é facilmente interpretado por si só, sendo normalmente comparado com outros métodos estatísticos. Outra limitação seria o fato do REQM ser inapropriado para comparações entre séries tendo em vista que se trata de um método que dependente da escala (GOOIJER; HYNDMAN, 2006);

b) o erro absoluto médio percentual (MAPE) é o erro absoluto médio como porcentagem de demanda. Este método apresenta problemas quando as séries têm valores fechados para (ou igual a) zero. Estes problemas podem ser evitados incluindo-se na análise apenas dados com valores positivos, entretanto, esta solução artificial limita a aplicação do método em várias situações (DELURGIO, 1998). Gooijer e Hyndman (2006) mostram que o MAPE apresenta a desvantagem de utilizar pesada penalidade sobre erros positivos em relação aos erros negativos. Apesar disso, estes autores mostram também que mais trabalhos científicos e discussões ainda são necessárias quanto às medidas simétricas propostas até o momento. Lewis (1997) descreve que, na prática, um valor de MAPE menor que 10% pode sugerir previsões potencialmente muito boas, menor que 20%, potencialmente boas e acima de 30%, potencialmente inexatas;

c) desvio absoluto médio (DAM): estima o desvio padrão do componente aleatório, desde que este seja distribuído normalmente. Também não é facilmente interpretado por si só, sendo normalmente comparado com outros métodos estatísticos. Como ocorre no caso do desvio padrão, o DAM não é particularmente um conceito intuitivo e pode ser mais facilmente interpretado no contexto da distribuição normal dos dados. DeLurgio (1998) mostra que, para a distribuição normal, o DAM e o desvio padrão são medidas equivalentes de dispersão, sendo que o DAM representa, aproximadamente, 80% do desvio padrão;

d) viés: o viés e a razão de viés avaliam a ocorrência de superestimação ou subestimação de demanda. O viés da previsão é a simples soma dos erros da previsão. Se os erros da previsão forem originários unicamente de componentes aleatórios da previsão, o valor do viés deve oscilar em torno de zero. Se o modelo de previsão não captar todo componente sistemático, o valor de viés será diferente de zero;

e) Razão de viés (TS): é matematicamente o quociente entre o viés da previsão e o DAM. Chopra e Meindl (2003) determinam que o valor da razão de viés deve estar entre -6 e 6, para ser tolerável. Valores positivos acima de 6 detectam superestimação do resultado e valores negativos inferiores a -6 indicam subestimação da previsão. DeLurgio (1998) mostra que o TS detecta estatisticamente erros cumulativos. Existem diversas técnicas de TS estudadas até o momento mediante a necessidade de utilização em situações específicas.

Para escolher um modelo de previsão adequado dentro de uma série temporal de dados, pode-se recorrer a quatro princípios padrões que determinam qual o método mais adequado para uma situação particular. Estes princípios são baseados no desempenho dos métodos em situações anteriores assumindo que o padrão de comportamento passado será mantido. Estes princípios padrões, na sequência, são:

- a) desempenho de uma análise residual: se um modelo particular se adapta adequadamente, o resíduo representa o componente irregular da série temporal e ele deve, por esta razão, ser distribuído randomicamente pela série. Por outro lado, se um modelo particular não se adapta adequadamente, o residual pode demonstrar algum padrão sistemático tais como uma falha para contabilizar tendência, falha para contabilizar variação cíclica ou, para dados mensais, falha para contabilizar variação sazonal;
- b) medida da magnitude do erro residual através das diferenças quadráticas: numerosas medidas têm sido propostas e não existe consenso sobre qual a melhor medida para determinar o modelo de previsão mais apropriado. Pode-se usar o erro padrão da estimativa que é uma medida baseada na soma das diferenças quadráticas entre os dados atuais e antigos em uma dada série temporal. Se um modelo adéqua perfeitamente os dados passados da série temporal, então o erro padrão da estimativa é zero. O modelo mais apropriado para uma dada série temporal seria o que apresenta um menor erro padrão de estimativa;
- c) medida da magnitude do erro residual através das diferenças absolutas: muitos pesquisadores medem o desempenho dos métodos de previsão através do MAD (*mean absolute deviation*). MAD é a medida da média das discrepâncias absolutas entre o valor atual e os dados do passado para uma dada série temporal. Caso o modelo apresente um MAD ou desvio médio absoluto muito alto, deve-se, obviamente, buscar modelos ou parâmetros mais eficientes;
- d) princípio da parcimônia: é a confiança de que se deve selecionar o modelo mais simples dentre os que realizam a previsão adequadamente.

Chopra e Meindl (2003) afirmam que pode ser complicado para a empresa decidir qual modelo é mais adequado para as previsões. Na verdade, diversos estudos indicam que a utilização de múltiplos modelos de previsão e, posteriormente, a combinação de suas previsões em uma previsão real é mais eficaz que a escolha de um modelo individual.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (1997), na escolha do modelo de previsão, deve-se considerar aspectos como o horizonte da previsão, disponibilidade de dados, precisão necessária e disponibilidade de recursos. Chopra e Meindl (2003) acrescentam outros fatores importantes associados à previsão de demanda: demanda passada; planejamento das campanhas publicitárias ou de marketing, localização de um catálogo, conjuntura econômica, planejamento de descontos nos preços e ações tomadas pelos concorrentes. A empresa deve compreender esses fatores antes de escolher um modelo adequado de previsão.

Muitas empresas brasileiras utilizam apenas técnicas subjetivas para previsão de demanda, através da opinião de especialistas ou pela intuição e experiência. Higuchi (2006) mostra que a utilização de modelos somente qualitativos pode não ser a melhor escolha já que impossibilita um dimensionamento numérico. A integração de modelos qualitativos e quantitativos é a melhor opção para uma previsão de demanda acurada. Essa integração, no entanto, carece de certos procedimentos de ajuste, que devem ser feitos conforme comparação dos resultados do modelo com as demandas reais. Os modelos de previsão mais precisos são aqueles que já passaram por vários processos de ajustes e, portanto, estão mais sintonizados com as variáveis realmente relevantes.

Lawrence e O'Connor (2000) determinaram o desempenho da previsão por três medidas: acuracidade, propensão e eficiência. As três medidas de desempenho foram utilizadas para avaliar a interferência de novas informações ao serem incorporadas na previsão, assim como a redução de *lead time* e os benefícios destas novas informações. Os autores assumem a seguinte hipótese: o processo de revisão da previsão deveria incorporar informações recentes melhorando a acurácia da previsão e reduzindo a propensão. Os dados de pesquisa não fundamentaram esta hipótese. As previsões realizadas somente com os dados mais recentes e aquelas realizadas com os dados de cinco períodos não tiveram diferença significativa quanto a acurácia da previsão. Maiores pesquisas são necessárias para entender o impacto do histórico de vendas sobre a acurácia, a propensão e a eficiência da previsão.

A avaliação gerencial da efetividade da previsão de vendas é descrita por Winklholfer e Diamantopoulos (2002). Estes autores utilizam o modelo de Múltiplos Indicadores e Múltiplas Causas (MIMIC) e utilizam dados pesquisados de práticas de previsão de vendas de exportações. O estudo mostrou que a efetividade da previsão é influenciada pela acurácia de curto prazo, superestimações e temporalidade. Os parâmetros custo, subestimação e acurácia de longo prazo não impactaram a efetividade. Para explicar estes resultados inesperados com custos e acuracidade de longo prazo, os autores mostraram as limitações do estudo e

sugeriram novas pesquisas investigativas. Sugeriram também que o ideal seria utilizar múltiplos critérios para selecionar e avaliar as técnicas de previsão.

Organizações em muitos países coletam dados sobre a intenção de compra das pessoas para produtos de consumo. Na prática, intenção de compra pode ser utilizada em várias decisões gerenciais e para estimar a demanda de novos produtos. Armstrong, Morwitz e Kumar (2000) descrevem que a intenção de compra contribui para a acurácia da previsão de vendas. Estes autores examinaram a acuracidade relativa de quatro métodos de previsão de vendas a partir de dados de intenção de compra de diferentes produtos duráveis de consumo/serviços. Para os quatro produtos, os métodos de previsão baseados na intenção apresentaram maior acuracidade e percentual de erro um terço menor do que a extrapolação de dados históricos de vendas.

Segundo DeLurgio (1998), uma previsão adequada traz muitos benefícios para a companhia. Ele considera, por exemplo, melhores informações estratégicas, informações de mercado, informações financeiras e operacionais, aumento do nível de serviço oferecido ao cliente, melhor alocação de recursos, aumento da eficiência de produção e operação, maior produtividade, estabilidade no planejamento, redução de inventários, eliminação de desperdícios, maior flexibilidade para responder às preferências dos clientes, aumento de lucratividade e do retorno sobre os investimentos. Previsões eficazes são essenciais para alcançar os objetivos estratégicos e operacionais das organizações e dependem diretamente da qualidade dos dados e da aplicação de um método de previsão adequado.

O avanço das tecnologias de informação, principalmente na área da computação, tem sido um importante fator de auxílio aos gestores, porém, a escolha de um método adequado de previsão é um fator relevante para a consistência dos dados levantados. Kusters, McCullough e Bell (2006) apresentam uma retrospectiva histórica de 25 anos de desenvolvimento de software de previsão. No primeiro momento, o uso de computadores para previsão foi muito limitado pela velocidade de processamento inadequado, pela memória de acesso aleatório e espaço em disco. O avanço nas ciências computacionais influenciou muito a previsão, permitindo administrar grupos de dados e a utilização de complexos algoritmos. Além disso, a ascensão da Internet no início da década de 1990 permitiu a troca de informações e a criação de redes de relacionamentos. Melhorias computacionais combinadas com redução de preços facilitaram a distribuição e o uso de *softwares* de previsão. Os autores sugerem, no entanto, que há muito espaço para avanços e melhorias nos *softwares*.

2.10 PREVISÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Há poucas publicações referentes à aplicação de métodos de previsão de demanda em indústrias alimentícias, principalmente quando se refere a produtos lácteos ou a empresas que atuam no mercado brasileiro. Um estudo publicado no ENEGEP (2003) descreveu vários métodos de previsão e detecção de sazonalidade em indústrias de alimentos. Este estudo (QUEIROZ; CAVALHEIRO, 2003) mostrou a necessidade de se verificar a significância da sazonalidade através da análise de variância. Para produtos como alimentos, a sazonalidade é uma característica freqüente, porém algumas flutuações nem sempre caracterizam uma sazonalidade.

Um estudo publicado por Dekker, Donselaar e Ouwehand (2004) compara empiricamente dados históricos de vendas de dois distribuidores de produtos com características sazonais (cerveja, bebidas leves e tubos plásticos). O método de previsão clássico para produtos com caráter sazonal, o método Holt-Winters, apresentou piores resultados de desempenho em comparação com o método suavização exponencial simples e com os métodos de previsão baseado na agregação de produtos. O artigo questiona se os métodos sazonais devem ser usados como primeira opção. A implantação de modelos de previsão deve ser analisada conforme a necessidade e avaliada com a melhor compreensão do papel que possa desempenhar.

3 METODOLOGIA CIENTÍFICA

Este capítulo tem o objetivo de descrever o processo de investigação dos métodos quantitativos de previsão de demanda e a influência dos erros no desempenho financeiro de uma empresa de alimentos no período de 2004 a 2008.

3.1 ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Nesta seção, analisa-se a relação entre os erros de previsão (variável independente) e o desempenho financeiro (variável dependente). Esta relação é aqui estabelecida com as seguintes perguntas:

- a) qual o modelo matemático de previsão de demanda de maior acurácia em comparação com o método utilizado pela empresa em estudo, em cinco grupos de produtos do seu portfólio, em uma unidade de negócio, no período de 2004 a 2008?
- b) qual a influência dos erros de previsão de demanda no desempenho financeiro desta empresa de alimentos, em cinco grupos de produtos do seu portfólio, em uma unidade de negócio, no período de 2004 a 2008?

3.1.2 Definições constitutiva (DC) e operacional (DO) das variáveis

Esta pesquisa propõe uma investigação da relação entre duas variáveis: os erros de previsão de demanda (variável independente) e o desempenho financeiro (variável dependente). Estas duas variáveis apresentam uma relação em que uma exerce influência sobre a outra, mas não é a única condição para que o fenômeno ocorra.

Considerando que os constructos são elaborados de acordo com a necessidade e a exigência da teoria e da pesquisa (KERLINGER, 1996), torna-se necessário definir as variáveis de estudos nos âmbitos constitutivo e operacional. Descreve-se, então, a seguir, uma limitação conceitual para a variável independente e para a variável dependente. Conceitua-se, também, MAPE como uma definição operacional de erro de previsão e o índice de responsabilidade de atendimento de demanda (*fill rate*) como uma definição operacional de rentabilidade.

Variável 1: Erro de previsão de demanda

DC: segundo Chopra e Meindl (2003), erro de previsão é a diferença entre a previsão para o período t e a demanda real no período t . Pode ser expresso assim:

$$E_t = F_t - D_t, \quad (72)$$

onde

E_t = erro de previsão para um período t ;

F_t = previsão para o período t ;

D_t = demanda real para o período t .

DO: O erro de previsão será mensurado pelo cálculo do MAPE (Erro Percentual Absoluto Médio). Segundo Chopra e Meindl (2003) MAPE é o erro absoluto médio como porcentagem de demanda e se expressa assim:

$$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right|}{n} \cdot 100, \quad (75)$$

onde

$|E_t|$ = valor absoluto do erro no período t ;

$|D_t|$ = valor absoluto de demanda real no período t ;

n = todos os períodos.

Variável 2: Desempenho financeiro

DC: segundo Lima (2003), rentabilidade é a diferença entre as possíveis receitas e custos de duas alternativas.

DO: o desempenho financeiro será mensurado neste estudo como custo de oportunidade através do *fill rate*. Segundo Snyder, Koehler e Ord (2002), *fill rate* pode ser definido como o percentual de demanda satisfeita diretamente do ponto de venda durante um ciclo de reabastecimento. Pode ser expresso da seguinte maneira:

$$FR = 1 - \frac{\alpha G_\mu(K)}{Q}, \quad (2)$$

onde

μ = média,

α = desvio padrão,

K = fator de segurança,

$\alpha G_\mu(K)$ = função de unidade padrão perdida (*stockout*),

Q = pedido quantitativo.

3.1.3 Definição constitutiva de termos importantes para o contexto da pesquisa

Cadeia de suprimentos: é a representação de todos os estágios envolvidos direta ou indiretamente no atendimento do pedido do cliente (CHOPRA; MEINDL, 2003).

Demanda: são desejos por produtos específicos apoiados por uma possibilidade de pagar (KOTLER, 2000).

Grau de acurácia: é a habilidade de um método de previsão de reproduzir dados que já são conhecidos (MAKRIDAKIS, WHEELWRIGHT E HYNDMAN, 1998).

Métodos quantitativos: são modelos específicos utilizados para representar um comportamento padrão básico contido nos dados (MAKRIDAKIS, WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

Modelos de séries temporais: são aqueles que utilizam o histórico de demanda para fazer a previsão (CHOPRA; MEINDL, 2003).

Nível: o valor de demanda atual dessazonalizada (CHOPRA; MEINDL, 2003).

Previsão de demanda: é uma estimativa probabilística, descrição de um valor ou condição futura referente às vendas de um determinado produto (DELURGIO, 1998).

Sazonalidade: variações periódicas previsíveis na demanda (CHOPRA; MEINDL, 2003).

Série temporal: é um grupo de dados históricos que consistem de uma sequência de observações em um intervalo de tempo (MAKRIDAKIS, WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

SKU (*Stock Keeping Units*): são itens individuais produzidos, representam o nível de agregação mínima (SOUZA; SAMOHYL; MIRANDA, 2008).

Tendência: taxa de crescimento ou declínio de demanda para o próximo período (CHOPRA; MEINDL, 2003).

Variações irregulares: variações decorrentes de fatores excepcionais (TUBINO, 2000).

3.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Nesta seção, descreve-se a limitação espacial e temporal, assim como o plano e a estrutura da investigação científica, concebidos de forma a apresentar as condições de pesquisa e o processo de obtenção da resposta ao problema de pesquisa.

3.2.1 Delineamento da pesquisa

O objetivo da ciência é a explicação sistemática dos fenômenos naturais. Dentro deste conceito, o presente estudo pode ser classificado pela natureza como pesquisa básica. A preocupação principal reside na contribuição que o estudo pretende trazer à expansão do conhecimento científico.

O objetivo geral do estudo proposto, conforme descrito na seção 1.1, é a investigação dos métodos quantitativos de previsão de demanda e a influência dos erros de previsão no desempenho financeiro de uma empresa de alimentos no período de 2004 a 2008. Neste contexto, tomando-se como base o objetivo geral deste trabalho, pode-se classificá-lo como pesquisa descritiva, uma vez que existe uma relação de associação assimétrica entre as variáveis, em que uma exerce influência sobre a outra, mas não é a única condição para que o fenômeno ocorra.

Com base nos procedimentos técnicos utilizados, a coleta de dados é o elemento mais importante para a identificação do delineamento de uma pesquisa (GIL, 2002).

Para investigar o impacto financeiro dos erros de previsão de demanda em uma unidade de negócio de uma empresa de alimentos, serão utilizados dados históricos de demanda de cinco grupos de produtos, no período de 2004 a 2008. Diante disso, neste trabalho, a pesquisa será desenvolvida após a ocorrência de variações na variável dependente no curso natural dos acontecimentos. Pode-se, portanto, classificar o estudo como pesquisa *ex-post facto*, já que o “pesquisador não dispõe de controle sobre a variável independente, que constitui o fator presumível do fenômeno, porque ele já ocorreu (GIL, 2002)”.

Utilizando-se, ainda, os procedimentos técnicos de coleta da amostra no delineamento da pesquisa, pode-se considerar o trabalho proposto também como um estudo de caso. Realizou-se uma análise profunda e exaustiva em uma unidade de negócio de uma empresa de alimentos. A intenção era explorar uma situação real para alcançar um conhecimento detalhado da situação de estudo (GIL, 2002).

Quanto ao corte temporal, trata-se de um estudo seccional. Os dados históricos de demanda de cinco grupos de produtos, no período de 2004 a 2008, foram coletados em um único momento do tempo e após a ocorrência de variações na variável dependente no curso natural dos acontecimentos. O estudo é baseado na configuração atual do fenômeno sobre a qual os dados são coletados.

O problema de pesquisa foi abordado de forma quantitativa justificado pela natureza do objeto de estudo bem como pelo procedimento utilizado para a coleta dos dados.

3.2.2 Dados: tipos, coleta e tratamento

O período de análise selecionado foi baseado na necessidade de se obter, no mínimo, 60 séries temporais a fim de possibilitar a identificação de padrões como nível, tendência e sazonalidade. Foram selecionados os dados mais atualizados para a realização da análise, portanto, de 2004 a 2008. Considerando-se os dados de demanda dos grupos de produtos em análise são fontes de dados históricos, trata-se de um estudo com fonte secundária.

A empresa de alimentos em estudo é de representatividade no mercado brasileiro. Seu portfólio envolve produtos de linha seca, congelados e lácteos com grande diversificação de mix dentro de cada divisão. A divisão de lácteos apresenta considerável rentabilidade para o negócio e foi escolhida como foco de análise deste trabalho, considerando-se a variação sazonal das vendas e o ciclo de vida curto dos produtos, o que condiz com uma maior necessidade de previsão de demanda como ferramenta gerencial estratégica.

A análise individual dos diversos produtos da empresa não mostra aplicação prática no processo de tomada de decisão gerencial. Muitos grupos de produtos semelhantes podem ser agregados através de critérios pré-determinados em uma mesma série temporal e analisados conjuntamente. A escolha do nível apropriado de agregação depende do processo de tomada de decisão que a previsão espera suportar (ZOTTERI; KALCHSCHMIDT; CANIATO, 2005).

Baseado também na idéia que, em geral, a previsão de demanda de um nível agregado é relativamente mais correta do que dos itens individualmente, os produtos alimentícios foram reunidos em grupos de produtos. O agrupamento ocorreu mediante as características intrínsecas dos produtos (composição) e linhas de produção, reunindo-os por caracteres de similaridade entre si e dissimilaridade entre os demais grupos estudados. A linha de produção, composição, consistência, prazo de validade e embalagens são completamente distintos entre os grupos de produtos alimentícios estudados.

O estudo envolveu o agrupamento dos dados de demanda de todos os itens da divisão de lácteos de uma unidade de negócio, dentro do período de 2004 a 2008, em 5 grupos de produtos, conforme descrito a seguir:

- a) grupo A: composto por produtos que representam 70% de todo o volume de vendas da empresa. Possui um total de 59 SKUs;
- b) grupo B: composto por produtos que representam 10,5% de todo o volume de vendas da empresa. Possui 9 SKUs;
- c) grupo C: composto por produtos que representam 8,5% de todo o volume de vendas da empresa. Possui 13 SKUs;
- d) grupo D: composto por produtos que representam 10% de todo o volume de vendas da empresa. Possui 8 SKUs;
- e) grupo E: composto por produtos que representam 1% de todo o volume de vendas da empresa. Possui 2 SKUs.

Antes de se aplicar os métodos de previsão, é imprescindível analisar os dados em estudo com a finalidade de identificar os padrões ou fatores componentes da curva obtida, tais como tendência, sazonalidade, variações irregulares e variações randômicas. Estes padrões de comportamento podem interferir na precisão dos métodos quantitativos empregados e, por isso, devem ser conhecidos a fim de serem considerados na análise dos resultados. As análises e aplicações para identificação de nível, tendência, sazonalidade para os produtos do grupo A estão demonstrados nos Apêndices Z, AA, AB.

A Figura 8 representa graficamente a série de demanda agregada dos produtos do grupo A. Observa-se, baseado nos conceitos descritos por Tubino (2000), variações randômicas e irregulares, destacadas principalmente no ano de 2006. Também é possível observar uma tendência com uma leve sazonalidade. Estes padrões observados nos dados serão avaliados, posteriormente, na aplicação dos modelos quantitativos.

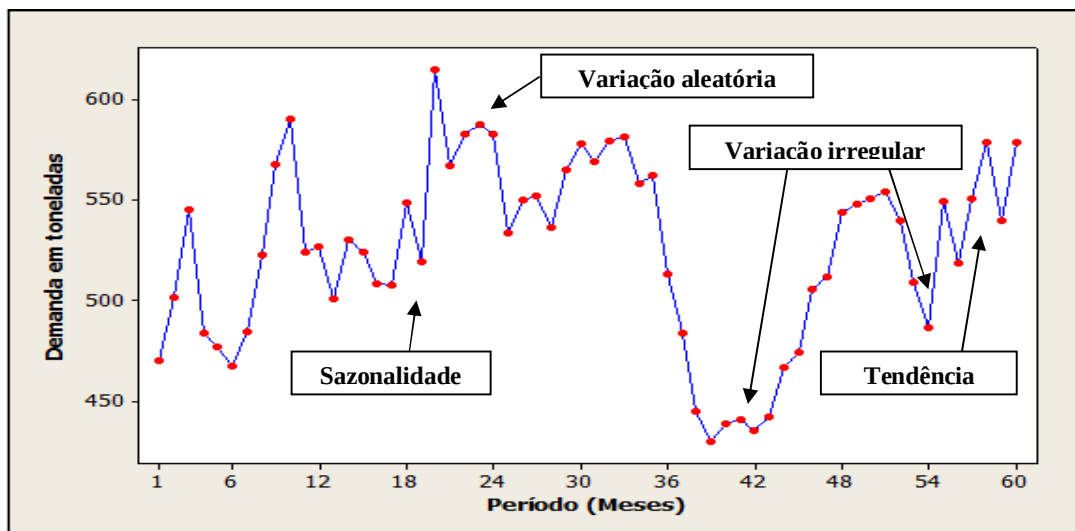


Figura 8: Análise dos dados de demanda dos produtos do grupo A entre 2004 e 2008.

A Figura 9 representa graficamente a série de demanda agregada para os produtos do grupo B, C, D e E. É possível notar variações aleatórias e irregulares, tendência e sazonalidade. Todos os testes para estas observações estão nos Apêndices AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ e AK. Estes padrões observados nos dados serão analisados nos resultados da aplicação e comparação dos modelos de previsão de demanda.

A limitação deste estudo se deve à qualidade dos dados fornecidos pela empresa em estudo, bem como às diversas variáveis que compõem o referido negócio. Informações mercadológicas sobre o histórico de dados coletados não foram consideradas, assim, determinadas condições como promoções, campanhas e ações da concorrência podem ter interferido em alguns resultados mensais na variação de demanda.

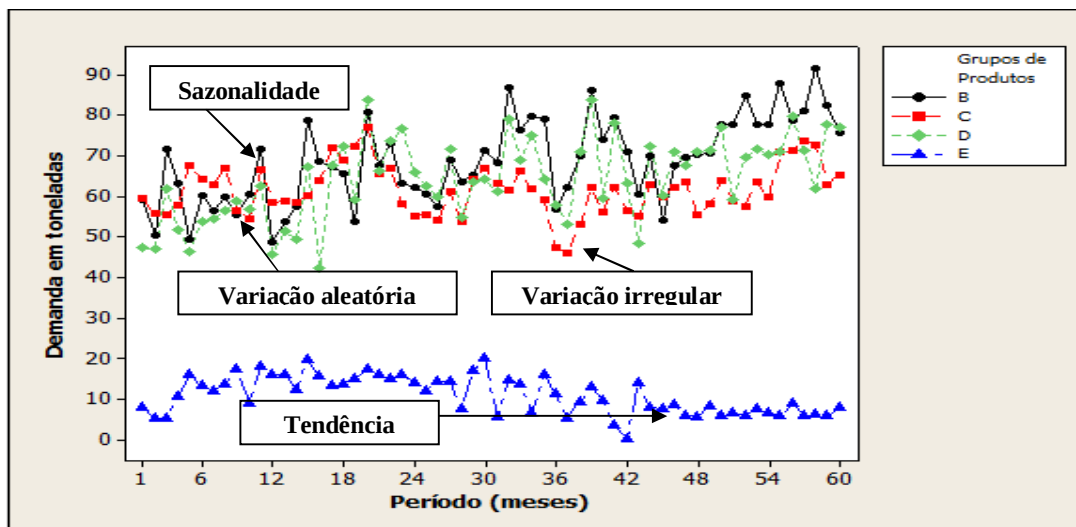


Figura 9: Análise dos dados de demanda dos produtos dos grupos B, C, D e E entre 2004 e 2008.

Os dados coletados referem-se aos produtos dos grupos A, B, C, D e E. Estes produtos foram escolhidos por representarem 100% da categoria lácteos da unidade de negócio e por agregarem maior volume de vendas e faturamento no mercado total.

No capítulo 4, descreve-se o desenvolvimento e pretende-se responder às perguntas.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Um desafio da ciência é interpretar a realidade e contribuir para o avanço do conhecimento. Quando se realiza uma pesquisa, há a pretensão de se estabelecer os contornos da realidade por meio de uma observação rigorosa e sistemática. A complexidade do real, no entanto, requer uma inevitável multidimensionalidade de análises. Dentro deste contexto, este capítulo tem o objetivo de descrever o método atual de previsão de demanda utilizado pela empresa em estudo e compará-lo com 7 modelos quantitativos. Em seguida, tomando-se como base os valores dos erros de previsão do método de maior acurácia, avalia-se o desempenho financeiro da empresa de alimentos sob investigação.

4.1 MÉTODO ATUAL DE PREVISÃO DE DEMANDA

O departamento comercial da empresa, atualmente responsável pela previsão de demanda, utiliza o método de médias móveis aliado a uma valorização qualitativa, que pode oscilar de acordo com as ações de mercado.

O método utilizado pela empresa em estudo é demonstrado pela Tabela 1 e se baseia nos objetivos e interesses da organização. A previsão tem como base o *software Microsoft Excel*. Nenhum outro *software* específico é utilizado e a previsão de demanda é realizada com base em planilhas eletrônicas.

O método atual de previsão de demanda foi desenvolvido ao longo do tempo pela empresa. Os cálculos da Tabela são realizados semanalmente baseados nos dados históricos, para a composição da previsão mensal. Nela é avaliada a média de demanda das últimas 08 semanas e a máxima no período. Nesta análise, há uma média aritmética entre as semanas que compõe o mês corrente para realizar a previsão do mês seguinte. O analista de previsão observa a média e a demanda máxima no período e faz as alterações necessárias, de acordo com a necessidade da cada setor de vendas.

Tabela 1: Método atual de previsão de demanda da empresa em análise

PREVISÃO PARA MÊS 03			FILIAL	Região 1	9.686,1	Região 2	27.144,0	Setor VD1	Região 3	13.306					
				Setor 1	5.090	Setor 3	8.158,7	Setor VD2	Região 4	30.193					
				Setor 2	4.596	Setor 4	3.483,9								
						Setor 5	9.874,5								
						Setor 6	5.626,9								
Grupo de Produtos			Ordens históricas em toneladas									PREVISÃO	CORREÇÃO	Estatísticos	
Descrição	SKUs	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Mês 3 Semana 10	Somente difença		Média	Máx.
Grupo C	314.132	206	120	394	176	494	471	461	322	190	0		315	494	
Grupo C	314.133	82	94	140	110	198	148	154	154	78	0		129	198	
Grupo C	314.135	27	45	73	74	113	99	45	52	31	0		62	113	
Grupo C	314.136	32	68	61	105	135	100	122	68	56	0		83	135	
Grupo B	209.231	104	246	231	169	239	128	151	191	182	0		182	246	
Grupo B	209.231	232	221	242	266	481	241	170	259	113	0		247	481	
Grupo B	209.231	228	229	259	319	338	232	196	239	100	0		238	338	
Grupo B	209.231	70	22	99	62	191	38	59	76	44	0		73	191	
Grupo A	101.278	1598	1063	1422	1056	2013	490	2224	588	542	0		1222	2224	
Grupo A	101.278	862	579	954	578	1129	567	1209	465	61	0		712	1209	
Grupo A	101.278	1345	1012	1096	2038	2202	1074	991	1251	1365	0		1375	2202	
Grupo A	101.299	1325	765	1555	3306	2534	883	1273	1287	2032	0		1662	3306	
Grupo E	187.876	4	2	2	6	12	0	4	2	3	0		4	12	
Grupo E	187.876	24	35	16	24	24	12	29	15	8	0		21	35	
FIM		6.139	4.501	6.544	8.289	10.103	4.483	7.088	4.969	4.805	-	-	6.325	11.184	

4.2 APLICAÇÃO DOS MODELOS QUANTITATIVOS E AVALIAÇÃO DOS ERROS DE PREVISÃO

Na aplicação dos modelos quantitativos de previsão, foram consideradas as seguintes condições de pesquisa:

- para a seleção do melhor modelo ajustado, foi usado o MAPE como indicador de qualidade, como será apresentado nas Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6. Esta medida de desempenho foi selecionada por não considerar somente o valor absoluto do erro e sim o percentual em cada observação, tomando como base a demanda real do produto;
- para o modelo de MMS, foram considerados 2 períodos com base no menor valor do MAPE;
- para o modelo de MMP, foram considerados 3 períodos que resultou no menor erro MAPE. Os pesos para cada grupo de produtos, demonstrado na Tabela 2, foram selecionados mediante critério de minimização do erro percentual absoluto médio (MAPE) dentro da amostra com o Solver, um programa de otimização matemática contido no Excel®;

- d) para os modelos de SES, Holt e Winter, os dados de ajustes foram gerados pelo programa estatístico NNQ-STAT, do Núcleo de Normatização e Qualimetria da Universidade federal de Santa Catarina. Foram considerados 12 períodos (sazonal);
- e) para o modelo ARIMA, os ajustamentos da previsão foram feitos com uso do programa estatístico NCSS[®] (*Number Cruncher Statistical System*, 2007), da NCSS. Co. Foram considerados os seguintes parâmetros de ajustamento (p, d, q) com base no menor MAPE: produtos do grupo A (1, 0, 1), produtos do grupo B (1, 0, 1), produtos do grupo C (1, 1, 0) (1, 1, 2), produtos do grupo D (1, 0, 1) e produtos do grupo E (2, 0, 2);
- f) as constantes de suavização ajustadas pelos modelos de SES, Holt e Winter, com base no menor MAPE, são descritas na Tabela 2.
- g) para aplicação RN utilizou-se neste trabalho o *software* MATLAB[®] 2008 para implementação das rotinas computacionais de estimação dos modelos.
- h) No presente, estudo foi aplicado o modelo de Redes Neurais (RN) Artificiais do tipo *Feedforward* treinada com o algoritmo de Levenberg-Marquardt (RNFFLM).
- i) a habilidade de uma RN em realizar previsões sobre uma determinada série temporal ou reconhecer padrões em um conjunto de dados provém de sua capacidade de aprendizado sobre o ambiente no qual está inserida. O problema do aprendizado consiste em encontrar, através de um processo iterativo (onde cada entrada provoca uma resposta) e iterativo (reiterado), um conjunto de parâmetros livres que possibilite à rede o desempenho desejado;
- j) foram utilizadas as séries atrasadas em 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 e 48 meses, seguindo-se uma ordem lógica de descarte de piores resultados. Para cada experiência, foi necessário procurar a melhor configuração, ou seja, no caso descrito, testar diversos números de neurônios na camada intermediária. Com a análise dos resíduos, foi verificado a adequação do modelo aos dados. Também foi utilizada esta análise para escolher a melhor rede;
- l) Os parâmetros foram selecionados com base no menor MAPE. Para os produtos do grupo A, foram considerados 5 neurônios e 3 atrasos. Para os produtos do grupo B, foram considerados 3 neurônios e 2 atrasos. Para os produtos do grupo C, foram considerados 5 neurônios e 3 atrasos. Para os produtos do grupo D, foram considerados 5 neurônios e 3 atrasos. Para os produtos do grupo E, foram

considerados 5 neurônios e 6 atrasos. Na seleção destes parâmetros, foram realizadas várias simulações para obtenção do menor MAPE;

q) foi considerado o período de 2004 a 2007 para ajustamentos das séries. A previsão de demanda foi projetada para o ano de 2008, considerando-se 12 períodos (sazonal).

Os resultados apresentados a seguir mostram que, para os produtos dos grupos A e C, as redes neurais *feedforward* treinadas pelo algoritmo de Levenberg-Marquardt apresentam melhor desempenho quando comparadas a metodologia utilizada pela empresa. Para os produtos do grupo B e E, o ARIMA obtém-se melhor desempenho comparados a metodologia da empresa. Para os produtos do grupo D, o modelo de Holt apresenta melhor desempenho comparado a metodologia da empresa.

Tabela 2: Valores das constantes de suavização e números de parâmetros utilizados nos modelos de previsão

Modelos	SES	Holt		Winter			MMP			ARIMA			RN	
Grupos de Produtos	α	α	β	α	β	γ	p1	p2	p3	p	d	q	neurônios	atrasos
A	0,93	0,86	0,01	0,10	0,40	0,70	0,00	0,45	0,95	1	0	1	5	3
B	0,14	0,01	0,03	0,34	0,01	0,01	0,12	0,37	0,50	1	0	1	3	2
C	0,63	0,94	0,01	0,46	0,16	0,01	0,25	0,05	0,69	1	1	0	5	3
D	0,18	0,01	0,01	0,22	0,01	0,01	0,37	0,41	0,21	1	0	1	5	2
E	0,25	0,05	0,99	0,03	0,99	0,10	0,00	0,00	1,00	2	0	2	5	6

4.2.1 Resultados da aplicação dos modelos quantitativos para o grupo A

Na Tabela 3, o MAPE na equação obtida do modelo RN para os produtos do grupo A foi de 3,40, tendo melhor desempenho perante aos demais modelos testados, inclusive o da empresa (MAPE de 6,15). O desempenho da RN é positivado também pelo resultado do REQM de 18,61 e DAM de 28,04. O resultado para razão do viés (TS – tracking signal) está dentro dos padrões propostos por Chopra e Meindl (2003), ou seja, entre -6 e 6. A previsão pelo método da empresa, por sua vez, se mostra enviesada e subestimada, uma vez que o TS varia entre -11 e -1. Todos os modelos estudados apresentaram desempenho superior ao da empresa. Os resultados e análises dos índices de desempenho das previsões para os modelos aplicados estão demonstrados nos Apêndices B, C, P e Q.

Tabela 3: Resultado das medidas de desempenho dos modelos de previsão para os produtos do grupo A

Modelo de Previsão	MAPE	REQM	DAM	Viés	TS
Empresa	6,15	40,26	33,49	-377,01	-11 a -1
MMS	4,26	27,95	23,00	-48,76	-3,0 a 3,0
MMP	4,73	30,37	25,61	-35,97	-3,0 a 4,0
SES	4,88	30,28	26,27	-194,28	-7,2 a -1,0
Holt	4,16	28,65	21,69	159,44	-3,0 a 7,3
Winter	6,14	38,06	33,39	-252,40	-7,6 a -1,0
ARIMA	3,71	25,88	19,84	18,76	-3,8 a 3,6
RN	3,40	18,61	28,04	-113,05	-6,0 a 1,0

A Figura 10 refere-se à representação gráfica dos resultados obtidos pela aplicação dos modelos de previsão estudados para os dados de volume de vendas dos produtos do grupo A, no período entre 2004 e 2008. Como pode ser visto na Figura 10 e na Tabela 04, o modelo da empresa apresentou um desempenho inferior aos demais. Os ajustamentos da previsão dos produtos do grupo A estão demonstrados nos Apêndices A e P. Estes foram realizados do ano de 2004 a 2007 com a finalidade de se projetar a previsão de demanda para o ano de 2008.

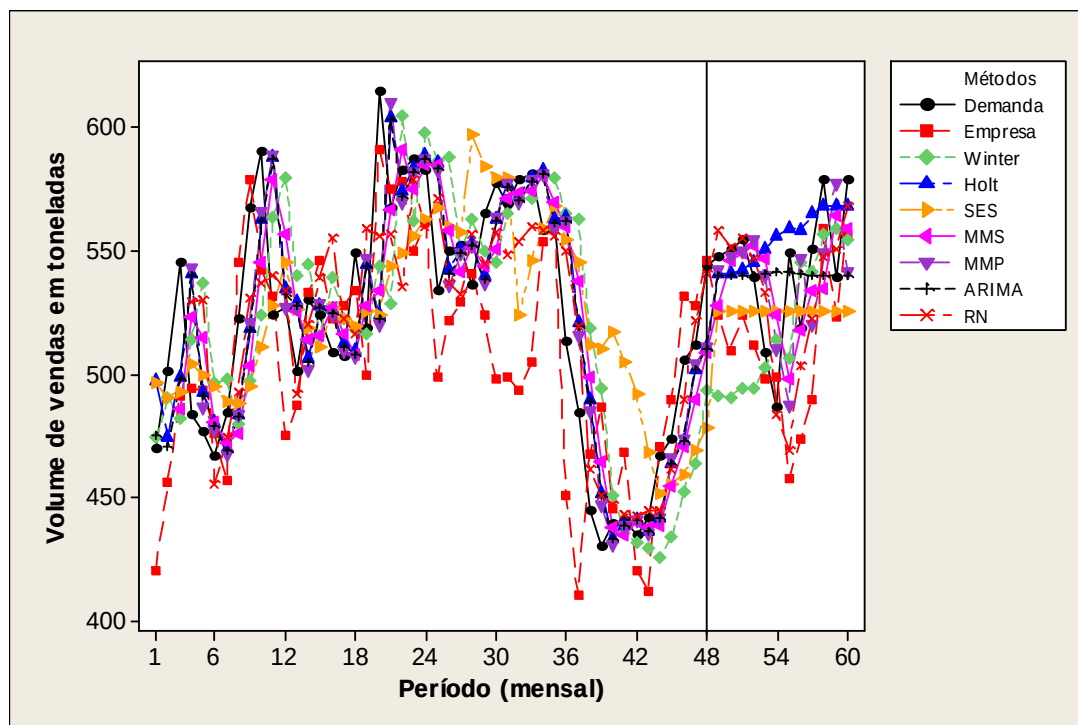


Figura 10: Previsão de demanda dos produtos do grupo A entre 2004 e 2008

Como pode ser visto na Tabela 04, a demanda total de produtos do grupo A no ano de 2008 foi de 6.503,27 toneladas. Pelo modelo de previsão da empresa obteve-se um atendimento de demanda de 94,2%. No modelo RN, o nível de atendimento seria aproximadamente 98,26%, dentro das normalidades do varejo/mercado.

Tabela 4: Previsão de demanda realizada pelos métodos quantitativos para os produtos do grupo A no período 2008

Período	Demanda	Empresa	HW	Holt	SES	MMS	MMP	ARIMA	RN
jan/08	547,72	523,65	490,97	540,46	525,75	527,70	542,49	540,20	558,19
fev/08	550,40	509,77	490,70	540,62	525,75	545,84	547,55	540,10	551,74
mar/08	554,36	523,80	494,28	542,18	525,75	549,06	550,27	539,70	555,01
abr/08	539,51	511,74	493,94	545,23	525,75	552,38	554,18	540,20	546,66
mai/08	509,12	497,83	503,02	550,86	525,75	546,93	540,18	540,70	533,25
jun/08	486,54	499,00	514,36	555,93	525,75	524,31	510,49	541,50	483,71
jul/08	549,37	457,87	506,35	559,12	525,75	497,83	487,57	541,30	469,26
ago/08	518,50	473,82	545,41	558,60	525,75	517,96	546,52	540,60	503,51
set/08	550,72	489,65	541,47	565,05	525,75	533,93	519,89	539,90	522,16
out/08	578,80	559,19	556,52	568,11	525,75	534,61	549,26	540,00	547,34
nov/08	539,58	523,45	558,99	568,44	525,75	564,76	577,53	540,00	551,00
dez/08	578,65	556,48	554,88	568,12	525,75	559,19	541,36	540,30	568,38
Total	6503,27	6126,26	6250,87	6662,72	6308,98	6454,51	6467,30	6484,50	6390,22

4.2.2 Resultados da aplicação dos modelos quantitativos para o grupo B

Na Tabela 5, são apresentados os dados de previsão de demanda para os produtos do grupo B. Para este grupo de produto o modelo ARIMA apresentou melhor desempenho com MAPE de 6,03. Este valor é menor que aquele obtido pela metodologia da Empresa de 9,13. O TS do modelo com melhor desempenho MAPE foge dos parâmetros sugeridos pelos autores citados anteriormente. Os modelos de MMS e MMP apresentaram um bom desempenho, porém não foram considerados os fatores tendência e sazonalidade, contidos na série analisada. Os resultados e análises dos índices de desempenho para os modelos aplicados estão demonstrados nos Apêndices E, F, R e S.

Tabela 5: Resultado das medidas de desempenho dos modelos de previsão para os produtos do grupo B

Modelo de Previsão	MAPE	REQM	DAM	Viés	TS
Empresa	9,13	8,96	7,38	-78,53	-11 a -1
MMS	6,96	6,68	5,7	-11,8	-5 a -1
MMP	6,51	6,26	5,32	-14,64	-5 a -1
SES	14,20	12,94	11,71	-140,61	-12 a -1
Holt	8,00	8,26	6,68	-74,29	-11 a -1
Winter	8,91	9,06	7,39	-61,12	-8 a -0,5
ARIMA	6,03	6,63	5,01	59,92	1 a 11
RN	10,42	11,73	8,75	-80,92	-9 a -1

A Figura 11 mostra a representação gráfica dos resultados obtidos pela aplicação dos modelos de previsão estudados para os dados de volume de vendas dos produtos do grupo B entre 2004 e 2008. Os ajustes de previsão dos produtos do grupo B estão demonstrados nos Apêndices D e R. Estes foram realizados no período de 2004 a 2007 com a finalidade de gerar a previsão para o ano de 2008.

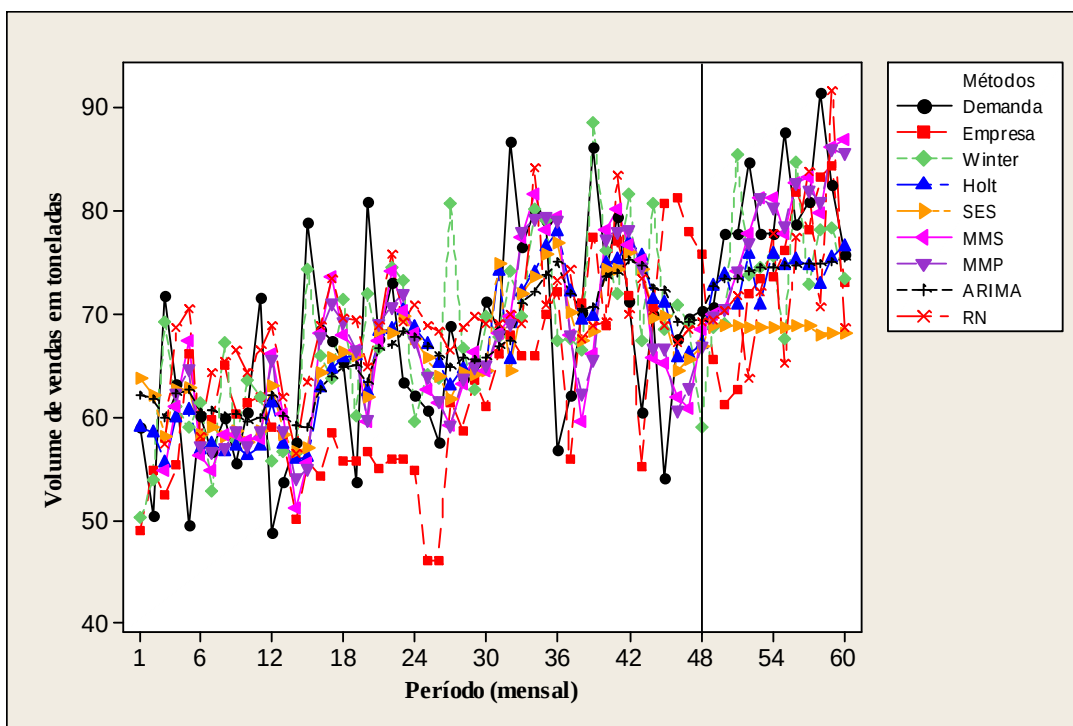


Figura 11: Previsão de demanda dos produtos do grupo B entre 2004 e 2008

Como pode ser visto na Tabela 6, a demanda total dos produtos do grupo B no ano de 2008 foi de 963,82 toneladas. Pelo modelo de previsão da empresa obteve-se um atendimento de 91,9% da demanda correspondendo a 885,25 toneladas. No modelo ARIMA, o atendimento de demanda atingiria 92,65%, dentro das normalidades do varejo/mercado.

Tabela 6: Previsão de demanda realizada pelos métodos quantitativos para os produtos do grupo B no período 2008

Período	Demanda	Empresa	HW	HOLT	SES	MMS	MMP	ARIMA	RN
jan/08	70,65	65,50	68,74	72,78	68,80	69,98	69,76	72,80	69,49
fev/08	77,78	61,20	68,98	73,75	68,80	70,54	70,43	73,40	70,32
mar/08	77,85	62,67	85,56	70,94	68,82	74,21	74,24	73,40	71,79
abr/08	84,77	71,89	73,77	75,81	68,68	77,82	76,94	74,10	63,77
mai/08	77,77	73,50	74,47	70,81	68,64	81,31	81,35	74,50	72,20
jun/08	77,76	73,54	75,68	75,81	68,71	81,27	80,37	74,50	77,81
jul/08	87,75	76,10	67,52	74,68	68,74	77,76	78,62	74,70	65,20
ago/08	78,75	81,87	84,82	75,35	68,80	82,75	82,83	74,80	77,41
set/08	81,00	78,24	72,91	74,73	68,83	83,25	81,95	74,90	83,81
out/08	91,50	83,30	78,24	72,87	68,05	79,88	81,00	74,90	70,67
nov/08	82,50	84,40	78,46	75,44	68,20	86,25	86,05	75,00	91,71
dez/08	75,75	73,08	73,47	76,55	68,14	87,00	85,64	75,50	68,72
Total	963,82	885,29	902,61	889,53	823,20	952,02	949,18	892,50	882,90

4.2.3 Resultados da aplicação dos modelos quantitativos para o grupo C

Na Tabela 7, são apresentados os dados de previsão de demanda para os produtos do grupo C. Para este grupo, o modelo RN apresentou o melhor desempenho, com um MAPE de 5,20. Este desempenho é positivado pelos valores do REQM, DAM e de TS entre -6 e 1, dentro dos limites propostos na literatura. Os modelos de MMS e MMP sobressaíram-se dentre os demais, porém não foram considerados os fatores tendência e sazonalidade, contidos na série analisada. O modelo de Winter também apresentou um desempenho melhor do que aquele obtido pela metodologia da Empresa. O modelo de Winter teve um desempenho destacado devido a uma leve sazonalidade que pode ser observada nos períodos 6, 18, 30 e 42 na Figura 12 e no Apêndice AF. Os resultados e análises dos índices de desempenho para os modelos aplicados estão apresentados nos Apêndices H, I, T e U.

Tabela 7: Resultado das medidas de desempenho dos modelos de previsão para os produtos do grupo C

Modelo de Previsão	MAPE	REQM	DAM	Viés	TS
Empresa	7,93	5,75	5,25	-51,99	-9,9 a -1
MMS	6,46	5,27	4,21	-9,72	-5,8 a -1
MMP	5,73	5,03	3,78	-12,39	-5,6 a 12
SES	10,34	9,04	7,13	-85,01	-3,3 a 0,1
Holt	8,56	7,79	5,93	-67,52	-11,3 a -1
Winter	7,43	5,71	4,89	-31,01	-6 a 0,8
ARIMA	11,44	10,09	7,66	-77,97	-10 a -1
RN	5,20	4,74	3,47	-24,27	-6,0 a 1,0

A Figura 12 mostra a representação gráfica dos resultados obtidos pela aplicação dos modelos de previsão estudados para os dados de volume de vendas dos produtos do grupo C entre 2004 e 2008. Os ajustes da previsão dos produtos do grupo C estão demonstrados nos Apêndices G e T. Estes foram realizados entre o período de 2004 a 2007 com a finalidade de projetar a previsão para o ano de 2008.

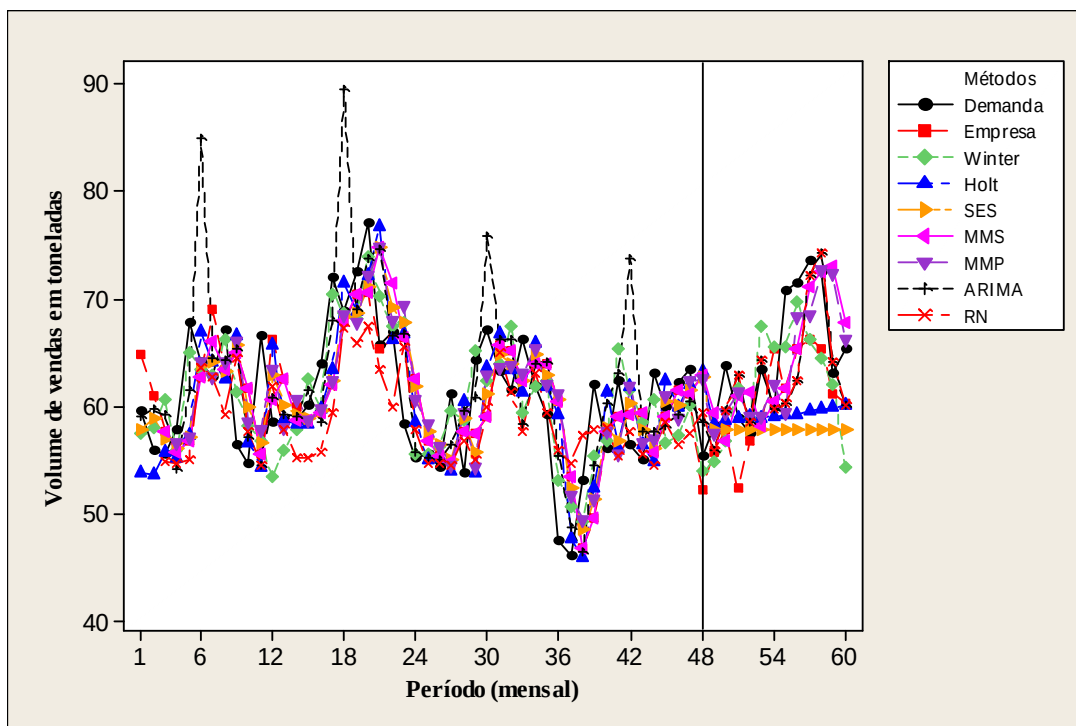


Figura 12: Previsão de demanda dos produtos do grupo C entre 2004 e 2008

Como pode ser visto na Tabela 8, a demanda total dos produtos do grupo C no ano de 2008 foi de 778,56 toneladas. Pelo modelo de previsão da empresa obteve-se um atendimento de 93,31%, correspondente a 726,57 toneladas. No modelo RN, o nível de atendimento de demanda seria aproximadamente 96,88% (754,29 toneladas), dentro das normalidades do varejo/mercado.

Tabela 8: Previsão de demanda realizada pelos métodos quantitativos para os produtos do grupo C no período 2008

Período	Demanda	Empresa	HW	Holt	SES	MMS	MMP	ARIMA	RN
jan/08	58,19	55,8	54,85	58,44	57,8	0	57,55	56,07	55,86
fev/08	63,86	57,9	56,72	58,68	57,79	29,09	59,36	56,57	59,56
mar/08	58,88	52,4	61,76	58,91	57,79	61,02	61,42	61,09	62,93
abr/08	57,48	56,78	58,81	59,02	57,8	61,37	58,98	57,18	58,51
mai/08	63,47	58,18	67,44	58,96	57,8	58,18	59,15	63,96	64,23
jun/08	59,9	65,4	65,61	59,09	57,8	60,48	62	64,18	59,79
jul/08	70,84	61,69	65,48	59,19	57,8	61,69	59,49	62,49	60,24
ago/08	71,46	65,37	69,77	59,29	57,8	65,37	68,4	63,59	62,41
set/08	73,53	66,3	66,15	59,61	57,8	71,15	68,53	63,85	72,21
out/08	72,6	65,34	64,5	59,76	57,8	72,5	72,74	59,09	74,31
nov/08	63,04	61,2	62,05	59,88	57,8	73,07	72,37	51,91	64,19
dez/08	65,32	60,21	54,43	60,19	57,8	67,82	66,19	40,61	60,04
Total	778,56	726,57	747,55	711,03	693,55	681,72	766,18	700,59	754,29

4.2.4 Resultados da aplicação dos modelos quantitativos para o grupo D

Na Tabela 9, são apresentados os dados de previsão de demanda para os produtos do grupo D. Para este, o modelo de Holt apresentou o melhor desempenho com MAPE de 6,44. Esta performance é superior àquela obtida pela metodologia da Empresa que foi 9,81. O modelo de Holt é positivado também pela tendência contida na série que pode ser observada na figura 13, no período de 24 a 60 e no Apêndice AG. Os valores da raiz do erro médio (REQM) e do desvio médio absoluto (DAM) confirmam esta positivação. O modelo ARIMA apresentou o segundo melhor desempenho, o que possibilita sua utilização para este grupo de produto. O TS para ambos os modelos está dentro dos limites citados na literatura. Os resultados e análises dos índices de desempenho para os modelos aplicados estão demonstrados nos Apêndices K, L, V e W.

Tabela 9: Resultado das medidas de desempenho dos modelos de previsão para os produtos do grupo D

Modelo de Previsão	MAPE	REQM	DAM	Viés	TS
Empresa	9,81	7,97	6,95	-42,52	-97,8 a -1
MMS	9,32	8,11	6,47	-11,39	-1,4 a 0,9
MMP	8,44	7,17	5,77	-10,75	-2,2 a 0,9
SES	9,50	7,83	6,91	-57,39	-8,0 a -1,0
Holt	6,44	6,06	4,42	2,59	-2,0 a 3
Winter	11,26	9,70	7,68	-24,68	-3,7 a -0,5
ARIMA	7,97	6,68	5,72	37,38	0,4 a 6
RN	8,75	7,44	6,36	-50,92	-5,0 a -1,0

A Figura 13 mostra a representação gráfica dos resultados obtidos pela aplicação dos modelos de previsão estudados para os dados de volume de vendas dos produtos do grupo D para o período de 2004 a 2008. Os ajustes da previsão dos produtos do grupo D estão demonstrados nos Apêndices J e V. Estes foram realizados no período de 2004 a 2007 com a finalidade de se projetar a previsão para o ano de 2008.

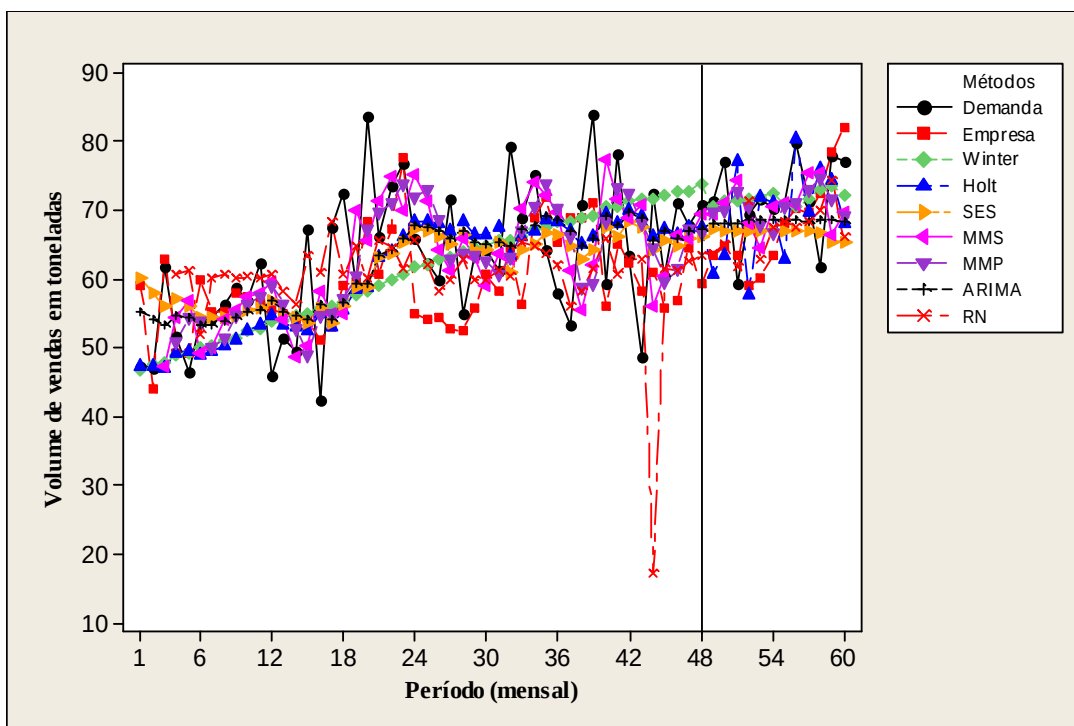


Figura 13: Previsão de demanda dos produtos do grupo D entre 2004 e 2008

A demanda total dos produtos do grupo D no ano de 2008, como pode ser visto na Tabela 10, foi de 858,28 toneladas. Pelo modelo de previsão da empresa, obteve-se um atendimento de 95,0% de demanda, correspondente a 815,43 toneladas. No modelo de Holt, o atendimento de demanda atinge 97,09% (833,30 toneladas), dentro das normalidades do varejo/mercado. É importante ressaltar ainda que o resultado do modelo RN foi comprometido no ajustamento da previsão gerada para o período 44, com um desvio alto perante os demais meses.

Tabela 10: Previsão de demanda realizada pelos métodos quantitativos para os produtos do grupo D no período 2008

Período	Demanda	Empresa	HW	Holt	SES	MMS	MMP	ARIMA	RN
jan/08	71,44	63,5	70,65	60,68	67,13	69,3	69,67	68,1	63,73
fev/08	77,04	64,8	71,45	63,49	67,08	71,16	69,98	68,2	65,17
mar/08	59,27	63,4	71,44	77,12	67,04	74,24	72,7	68,2	61,83
abr/08	69,51	58,91	71,5	57,74	67,1	68,16	70,61	68,5	71,37
mai/08	71,68	60,25	72	71,89	67,08	64,39	67,78	68,6	62,93
jun/08	70,36	63,45	72,34	71,08	67,02	70,6	66,69	68,5	67,4
jul/08	71,04	68,2	70,86	62,79	66,98	71,02	70,62	68,5	68,32
ago/08	79,81	70,23	70,46	80,35	66,93	70,7	70,97	68,5	67,59
set/08	71,28	69,65	71,56	69,57	66,86	75,42	73,08	68,4	68,39
out/08	61,79	72,56	72,89	76,11	66,79	75,54	74,71	68,5	70,09
nov/08	77,86	78,5	73,43	74,42	65,41	66,54	71,65	68,5	74,5
dez/08	77,19	81,98	72,3	68,05	65,47	69,82	69,07	68,4	66,03
Total	858,28	815,43	860,87	833,3	800,88	846,89	847,54	820,9	807,35

4.2.5 Resultados da aplicação dos modelos quantitativos para o grupo E

Na Tabela 11, são apresentados os dados de previsão de demanda para os produtos do grupo E. Para este agrupamento, o modelo ARIMA, baseado no resultado de 14,29 do MAPE, apresentou desempenho superior ao modelo da empresa e aos demais métodos empregados. Para o TS, o ARIMA também apresentou melhor desempenho dentro dos limites citados na literatura (-0,05 a 1,7), que também são confirmados pelos valores do REQm e DAM. Os resultados e análises dos índices de desempenho para os modelos aplicados estão demonstrados nos Apêndices N, O, X e Y.

Tabela 11: Resultado das medidas de desempenho dos modelos de previsão para os produtos do grupo E

Modelo de Previsão	MAPE	REQM	DAM	Viés	TS
Empresa	14,29	1,11	0,99	-5,35	-5,4 a -1,0
MMS	16,58	1,44	1,17	-2,17	-2,7 a 0,5
MMP	22,65	1,86	1,56	-2,18	-2,0 a 0
SES	17,18	1,21	1,10	7,09	-1,0 a 6,5
Holt	17,67	1,67	1,28	-12,65	-9,8 a 0
Winter	26,42	2,36	1,87	-17,20	-9,0 a -1,8
ARIMA	11,49	1,02	0,81	1,40	-0,05 a 1,7
RN	25,56	2,23	1,80	2,73	1,0 a 4,8

A Figura 14 mostra a representação gráfica dos resultados obtidos pela aplicação dos modelos de previsão estudados para os dados de volume de vendas dos produtos do grupo E entre 2004 e 2008. Os ajustes de previsão dos produtos do grupo E são apresentados nos Apêndices M e X. Estes foram realizados no período de 2004 a 2007 com a finalidade de se projetar a previsão para o ano de 2008.

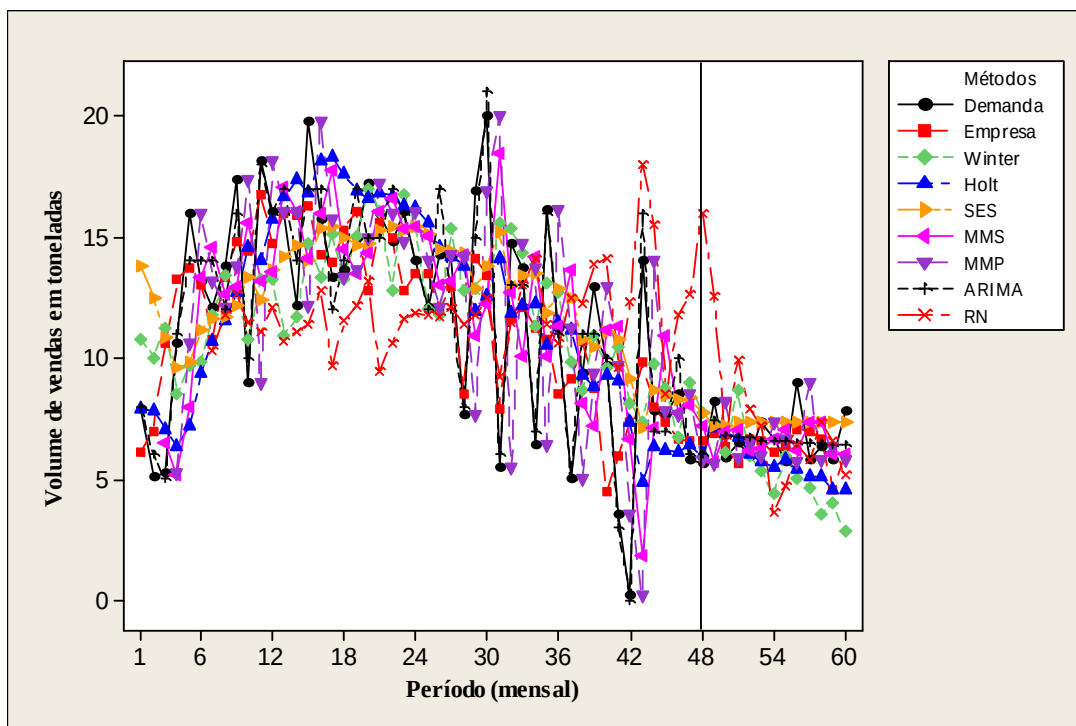


Figura 14: Previsão de demanda dos produtos do grupo E entre 2004 e 2008

Como pode ser visto na Tabela 12, a demanda total dos produtos do grupo E no ano de 2008 foi de 81,10 toneladas. Pelo modelo de previsão da empresa obteve-se um atendimento de 93,4% de demanda, o que corresponde a 75,75 toneladas de produto. No modelo ARIMA, o atendimento de demanda atinge 98,53% (79,7 toneladas), dentro das normalidades do varejo/mercado. No modelo RN, o atendimento sugerido é 3,4% acima de demanda real, o que poderia gerar problemas de estoque

Tabela 12: Previsão de demanda realizada pelos métodos quantitativos para os produtos do grupo E no período 2008

Período	Demanda	Empresa	HW	HOLT	SES	MMS	MMP	ARIMA	RN
jan/08	8,22	6,88	7,33	7,10	7,16	5,74	5,66	7,40	12,58
fev/08	5,87	6,32	6,14	6,88	7,22	6,94	8,22	6,80	6,58
mar/08	6,54	5,63	8,69	6,72	7,34	7,05	5,87	6,70	9,90
abr/08	5,95	6,66	5,98	6,07	7,39	6,21	6,54	6,70	7,88
mai/08	7,38	6,59	5,33	5,72	7,39	6,25	5,95	6,60	7,22
jun/08	6,66	6,12	4,37	5,47	7,39	6,67	7,38	6,60	3,60
jul/08	5,74	6,34	5,96	5,80	7,39	7,02	6,66	6,60	4,75
ago/08	8,95	7,03	5,06	5,39	7,39	6,20	5,74	6,50	6,40
set/08	5,80	6,98	4,63	5,10	7,39	7,35	8,95	6,50	5,84
out/08	6,34	6,66	3,55	5,11	7,39	7,38	5,80	6,50	7,33
nov/08	5,81	4,55	4,00	4,52	7,38	6,07	6,34	6,40	6,60
dez/08	7,84	5,99	2,86	4,54	7,38	6,08	5,81	6,40	5,17
Total	81,09	75,75	63,89	68,44	88,19	78,93	78,92	79,70	83,83

A demanda total dos produtos do grupo E no ano de 2008 foi de 81,09 toneladas. Pelo modelo de previsão da empresa obteve-se um atendimento de 93,4% de demanda, o que corresponde a 75,75 toneladas.

4.3 APLICAÇÃO DO *FILL RATE* NA AVALIAÇÃO FINANCEIRA DA EMPRESA

Na análise do melhor *fill rate* foi utilizado o mesmo critério da empresa em estudo. Nesta, o *fill rate* é medido em relação aos resultados de efetividade do percentual de atendimento de demanda. A Tabela 13 mostra a análise de *fill rate* para a previsão de

demanda da empresa em comparação aos modelos de maior acuracidade: RN, ARIMA e Holt, referente ao ano de 2008.

Tabela 13: Análise *fill rate* para previsão da empresa e dos modelos de maior acuracidade

Demanda real em toneladas (100%)		Vendas concretizadas pelo modelo de Previsão Empresa			Previsão realizada pelo modelo de melhor desempenho com base no MAPE			
Grupos de produto	Toneladas	Toneladas	Erro (tons)	Fill rate	Toneladas	Erro (tons)	Fill rate	Modelo
A	6503,26	6126,26	377	94,2	6390,25	113,01	98,26	RN
B	963,28	885,29	77,99	91,9	892,5	70,78	92,65	ARIMA
C	778,56	726,5	52,06	93,31	754,29	24,27	96,88	RN
D	858,28	815,42	42,86	95,01	833,3	24,98	97,09	Holt
E	81,09	75,75	5,35	93,4	79,9	1,19	98,53	ARIMA

Os resultados mostram que o modelo RN estima um atendimento de demanda que varia de 96,88% a 98,26% para os produtos dos grupos A e C. Este resultado apresenta um desempenho superior em relação ao modelo utilizado pela empresa que obteve um atendimento de demanda variando de 93,31% a 94,20%. Para os produtos dos grupos B e E, o modelo ARIMA estima um atendimento de demanda variando de 92,65% a 98,53%. Este resultado é superior aquele obtido pela metodologia de empresa, que oscila entre 91,90% a 93,40%. O modelo de Holt estima um atendimento de demanda de 97,09% para os produtos do grupo D, enquanto o modelo da empresa apresenta um resultado inferior de 95,01%.

Os modelos de SES, MMS, MMP e Winter apresentaram desempenho inferior quando comparados aos demais métodos aplicados para esta situação.

Os índices de atendimento de demanda foram calculados dentro das condições normais do varejo/mercado. Neste estudo, não foram considerados os índices de indenização, quebras e devoluções de produtos gerados por erros de negociação e capacidade de recebimento no varejo.

Em geral, os modelos de previsão mais convenientes são os parcimoniosos, ou seja, aqueles que contêm poucos parâmetros e tendem a fornecer previsões mais precisas. Entretanto, nenhum modelo de previsão pode ser considerado universalmente o melhor indiscriminando as situações específicas do processo de previsão.

As incertezas intrínsecas do mercado presentes na demanda, bem como os objetivos e resultados da empresa em questão, tornam o processo de previsão incerto por natureza. A utilização de modelos de previsão de demanda possibilita uma menor incerteza associada a

decisões gerenciais. As empresas podem obter importantes melhorias como: redução de estoques de produtos acabados e de matérias-primas, melhorias no planejamento da produção, melhor alocação de pessoal e, de maneira geral, redução de perdas financeiras. Dentro deste contexto, a Tabela 14 mostra a influência dos erros de previsão de demanda no desempenho financeiro da empresa em estudo.

Tabela 14: Análise do desempenho financeiro em função do *fill rate*

Demanda real em toneladas (100%)		Vendas concretizadas pelo modelo de Previsão Empresa					Previsão realizada pelo modelo de melhor desempenho com base no MAPE						
Grupos de produtos	toneladas	toneladas	erro (tons)	fill rate %	R\$ - valor por kg	perda de faturamento	toneladas	erro (tons)	fill rate %	R\$ - valor por kg	perda de faturamento	modelo RNFFLM	
A	6503,26	6126,26	377	94,20	6,37	2.401.490,00	6390,25	113,01	98,26	6,37	719.873,70	RN	
B	963,28	885,29	77,99	91,90	8,27	644.977,30	892,50	70,78	92,65	8,27	585.350,60	ARIMA	
C	778,56	726,50	52,06	93,31	9,69	504.461,40	754,29	24,27	96,88	9,68	234.933,60	RN	
D	858,28	815,42	42,86	95,01	9,80	420.028,00	833,30	24,98	97,09	9,80	244.821,32	HOLT	
E	81,09	75,75	5,34	93,41	15,00	80.100,00	79,9	1,19	98,53	15,00	17.850,00	ARIMA	
Total						4.051.056,70	Total						1.802.829,22

Com base nos resultados apresentados neste capítulo, pode-se afirmar que o impacto financeiro do erro na previsão de demanda assume valores consideráveis. Para os produtos do grupo A, a empresa deixa de abastecer o mercado/demanda em 377 toneladas. Ao tomar como base o preço médio dos produtos do grupo A como de R\$ 6,37/Kg, o erro de previsão de demanda corresponde a uma perda aproximada de faturamento na ordem de R\$ 2.401.490,00.

Para os produtos do grupo B, pelo método atual de previsão, a empresa deixa de abastecer o mercado/demanda em 77,99 toneladas. Ao tomar como base o preço médio dos produtos do grupo B como de R\$ 8,27/Kg, o erro de previsão de demanda corresponde a uma perda aproximada de faturamento anual na ordem de R\$ 644.977,30.

Para os produtos do grupo C, esta ruptura chega em 52,06 toneladas. Tomando-se como base o preço médio dos produtos do grupo C como R\$9,69/Kg, o erro de previsão de demanda corresponde a uma perda aproximada de faturamento anual na ordem de R\$ 504.461,40.

Para os produtos do grupo D, esta deficiência chega em 42,86 toneladas. Tomando-se como base o preço médio dos produtos do grupo D como R\$9,80/Kg, o erro de previsão de demanda corresponde a uma perda aproximada de faturamento anual na ordem de R\$ 420.028,00.

Para produtos do grupo E, a ruptura é de 5,35 toneladas. Tomando-se como base o preço médio dos produtos do grupo E como R\$15,00/Kg, o erro de previsão de demanda corresponde a uma perda aproximada de faturamento anual na ordem de R\$ 80.250,00.

A soma de todos os valores correspondentes à ruptura no atendimento à demanda é aproximadamente R\$ 4.051.206,70 anuais. Desta forma, a utilização do modelo RN para os produtos dos grupos A, e C, do modelo ARIMA para os produtos do grupo B e E, do modelo de Holt D, traria um desempenho financeiro e/ou ganho de faturamento aproximado de R\$ 2.248.377,48 no ano de 2008 para a empresa em estudo

O método atual de previsão da empresa resultou em um erro bastante expressivo em quase todas as situações. Este fato pode ser decorrente de diversos fatores, principalmente àqueles correlacionados com a política comercial da empresa, ao gerenciamento da cadeia de suprimento, às ações da concorrência, bem como devido às oscilações próprias do mercado de alimentos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho expôs as dificuldades de modelagem de dados reais, contextualizada com a própria realidade de mercado e da empresa.

Os resultados obtidos foram satisfatórios se comparados à demanda real e servem para avaliar o desempenho do processo de previsão da empresa e propor modificações. Os resultados apresentados mostram que os modelos RN, ARIMA e Holt obtiveram maior acurácia nas previsões de demanda em relação ao modelo atual da empresa em estudo. Os modelos SES, MMS, MMP apresentaram desempenho inferior aos demais modelos aplicados. Conforme citado no capítulo 2 (2.6.5.1, 2.6.5.2 e 2.6.5.3), estes modelos não consideram os componentes tendência e sazonalidade no processo de previsão, o que poderia ter comprometido os resultados tendo em vista as características das séries analisadas. O modelo de Winter não apresentou desempenho superior aos modelos de maior acuracidade. Entretanto, de um modo geral, pode-se afirmar que todos os modelos estudados apresentaram uma previsão potencialmente boa, tomando como base o valor de MAPE, em torno de 10%.

Assim como o modelo ARIMA, as Redes Neurais conseguiram eficiência destacada em comparação ao atual sistema de previsão da empresa. A postura utilizada durante o estudo em questão foi aliar este método a outras técnicas de previsão. A RN trata a parte não-linear do problema enquanto os outros métodos se encarregam da previsão de padrões lineares. Assim, a RN pode ser utilizada como uma opção que possibilita uma margem de melhoria na previsão dos métodos clássicos.

Uma análise comparativa com base no MAPE entre os modelos lineares e não lineares pode ser vista na Figura 15. Esta mostra que o modelo RN apresentou maior acuracidade para os produtos dos grupos A e C. O Modelo ARIMA apresentou os melhores desempenhos para os produtos do grupo B e E. O Modelo de Holt apresentou os melhores resultados para os produtos do grupo D.

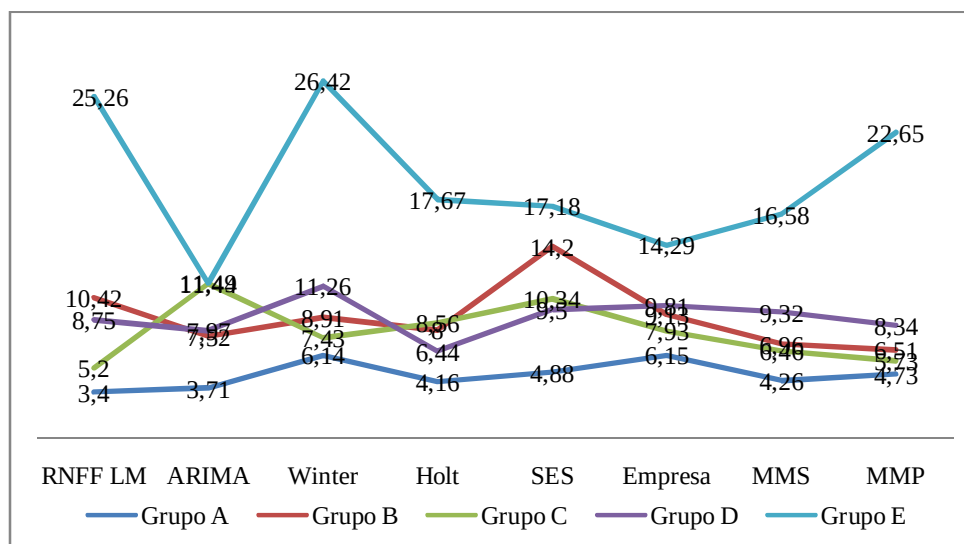


Figura 15: Análise geral do MAPE para os modelos quantitativos em estudo

A empresa, ao adotar modelos quantitativos de maior grau de acurácia, poderia reduzir a influência dos erros de previsão em 44,5% sobre a perda total de faturamento. A Tabela 14 mostra que pela metodologia utilizada pela empresa em estudo, a perda de faturamento total no ano de 2008 foi de R\$ 4.051.206,7. O emprego dos modelos quantitativos de melhor desempenho geraria um resultado financeiro anual positivo de R\$2.248.377,48, o que representa 55,49% sobre o erro total.

Na implementação de tais técnicas, as empresas descobrem que previsão é muito mais complexa do que um simples projeto ou seleção de um algoritmo apropriado e envolve a escolha de peças relevantes de informação, o projeto do sistema de informação, o controle da qualidade dos dados e a definição do processo gerencial. Além disso, a escolha do nível apropriado de complexidade depende do processo de tomada de decisão que a previsão espera suportar. Isto representa um problema crítico concernente à implantação e adoção de técnicas de previsão.

No estudo em questão, um problema crítico concernente à implantação e adoção de técnicas de previsão seria a utilização de 3 diferentes métodos quantitativos (RN, ARIMA e Holt) para obter maior acuracidade na previsão de demanda de 5 grupos de produtos distintos. Dentro deste contexto, pode-se afirmar que na situação em estudo dificilmente seria possível selecionar um modelo único que atendessem a grupos de produtos com comportamentos distintos em relação a fatores como tendência e sazonalidade.

Apesar da suposição básica da grande maioria dos modelos quantitativos ser a mesma: o comportamento passado se repetirá, é primordial considerar uma análise criteriosa das séries

temporais e dos parâmetros de cada método a fim de se obter previsões mais precisas. Os modelos de previsão mais precisos são aqueles que já passaram por vários processos de ajustes e, portanto, estão mais sintonizados com as variáveis realmente relevantes.

Quanto às resistências naturais à aplicação das técnicas de previsão, pode-se afirmar que esta barreira tende a ser eliminada à medida que os resultados das previsões forem comparados com as demandas reais. Uma vez compreendendo a aplicabilidade da ferramenta proposta, os gestores da empresa podem identificar os potenciais benefícios para o gerenciamento da cadeia de suprimentos e o seu impacto no desempenho financeiro do negócio.

Muitos estudos sobre previsão de demanda foram publicados até o momento, envolvendo diversos segmentos de mercado. Considerando-se este fato e a importância da previsão no planejamento estratégico das organizações, este assunto continua estimulando diversos trabalhos científicos em universidades do Brasil e do mundo.

As Empresas estão inseridas em um mercado competitivo que vive em constantes mudanças, e que, ao mesmo tempo, exigem adaptações que garantam vantagem competitiva. Dentro desta visão, o estudo de previsão de demanda possui um futuro amplo e promissor. O ponto principal, neste momento, é evitar a simplificação nas análises de fenômenos tão complexos, ou seja, é analisar o objeto de pesquisa dentro de uma pluralidade de concepções que ajudem a compreender a realidade dentro de uma visão holística e dinâmica.

Como proposta para continuidade do trabalho, sugere-se a análise de outros métodos quantitativos, a integração de modelos de previsão e pesquisas replicativas para verificação e validação dos resultados propostos nas previsões futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCINIEGA, A. I.; RUEDA, I. E. A. **Forecasting short-term power price in the Ontario Electricity Market (OEM) with a fuzzy logic based inference system.** Utilities Policy, v. 16, n. 1, p. 39-48, 2008.

ARMSTRONG, J. S.; MORWITZ, V. G.; KUMAR, V. **Sales forecasts existing consumer products and services: do purchase intentions contribute to accuracy?** International Journal of Forecasting, v. 16, n. 3, p. 383-397, 2000.

BARTEZZAGHI, E.; VERGANTI, R.; ZOTTERI, G. **A simulation framework of forecasting uncertain lumpy demand.** International Journal of Production Economics, v. 59, n. 1-3, p. 499-510, 1999.

BEAMON, B. **Measuring supply chain performance.** International Journal of Operations & Production Management, v. 19, n. 3, p. 275-292, 1999.

BERKHIN, P. **Survey of clustering data mining techniques,** 2002. Disponível em: <<http://www.citeseer.nj.nec.com/berkin02survey.html>>. Acesso em: 14 jun. 2009.

BLAYNEY, D. P.; GEHLHAR, M. J. **U.S. dairy at a new crossroads in a global setting.** Amber Waves. v. 3, n. 5, p. 32-37, 2005.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M.; REINESL, G. C. **Time series analysis: forecasting and control.** 3. Ed, Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice-Hall, 1994. 598p.

BUNN, D. W.; VASSILOPOULOS, A. I.; **Comparison of seasonal estimation methods in multi-item short-term forecasting.** International Journal of Forecasting, v. 15, n. 4, p. 431-443, 1999.

CALÔBA, G. M.; CALÔBA, L. P.; SALIBY, E. **Cooperação entre redes neurais artificiais e técnicas “clássicas” para previsão de demanda de uma série de vendas de cerveja na Austrália.** Pesquisa Operacional, v. 22, n. 3, p. 345-358, 2002.

CAMARGO, A. de S. A.; AMARANTE, F. G. C. **Gestão de estoque.** 1999. Disponível em <<http://www.eps.ufsc.br/labs/grad/disciplinas/gerenciademateriais/99.1/gestestoques.ppt>>. Acesso em: 14 jun. 2009.

CHANDRA, C.; GRABIS, J. **Application of multi-steps forecasting for restraining the bullwhip effect and improving inventory performance under autoregressive demand.** European Journal of Operational Research, v. 166, n. 2, p. 337-350, 2005.

CHATFIELD, C. **The future of time-series forecasting.** International Journal of Forecasting, v. 4, n. 3, p. 411-419, 1988.

CHENGALUR-SMITH, I.; BALLOU, D.; PAZER, H. **The impact of data quality information on decision making: an exploratory analysis.** IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, v. 11, n. 6, p. 853-864, 1999.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operações.** São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2001. 465 p.

CHU, C-W; ZHANG, G. P. **A comparative of linear and nonlinear models for aggregate retail sales forecasting.** International Journal of Production Economics, v. 86, n. 3, p. 217-231, 2003.

COOPER, M.; LAMBERT, D.; PAGH, J. **Supply chain management: more than a new name for logistics.** The International Journal of Logistics Management, v. 8, n. 1, p. 1-14, 1997.

DEKKER, M.; VAN DONSELAAR, K.; OUWEHAND, P. **How to use aggregation and combined forecasting to improve seasonal demand forecast.** International Journal of Production Economics, v. 90, n. 2, p. 151-167, 2004.

DELURGIO, S. A. **Forecasting: Principles and Applications.** Boston, USA: Irwin McGraw-Hill, 1998. 802 p.

DOGANIS, P. et al. **Time series forecasting for short shelf-life food products based on artificial neural networks and evolutionary computing.** Journal of Food Engineering, v. 75, p. 196-204, 2006.

DOWNING, D.; CLARK, J. **Estatística Aplicada.** São Paulo, SP: Saraiva, 1998. 455p.

FURTADO, P. G.; CARVALHO, M. F. H. **Compartilhamento da informação como elemento de coordenação da produção em cadeia de suprimento.** Gestão e Produção, v. 12, n. 1, p. 39-53, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175p.

GOOIJER, J. G.; HYNDMAN, R. J. **25 years of time series forecasting**. International Journal of Forecasting, v. 22, n. 3, p. 443-473, 2006.

HAYKIN, S. **Redes Neurais: Princípios e Prática**. 2ª ed., Porto Alegre/RS, Editora Bookman, 2001.

HAYKIN, S. **Neural Networks and Learning Machines**. 3ª ed., McMaster University, Canada, Prentice Hall, 2008.

HIGUCHI, A. K. **A previsão de demanda de produtos alimentícios perecíveis: três estudos de caso**. Revista Eletrônica de Administração, v. 8, n. 1, p. 1-15, 2006.

HOLMBERG, S. **A system perspective on supply chain measurements**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 30, n. 10, p. 847-868, 1998.

HOLT, C.C. **Author's retrospective on "Forecasting seasonal and trends by exponentially weighted moving averages"**. International Journal of Forecasting, v. 20, n. 1, p. 11-13, 2004.

HONG, C. **A survey of model-based clustering algorithms for sequential data**. 2002. Disponível em: <<http://www.cse.ust/~hongch/doc/survey.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2009.

JAIN, A. K.; MURTY, M. N.; FLYNN, P. J. **Data clustering: a review**. ACM Computing Surveys, v. 31, n. 3, p. 264-323, 1999.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual**. São Paulo: EPU-EDUSP, 1996. 378 p.

KHAN, K. B. **An exploratory investigation of new product forecasting practices**. The Journal of Innovation Management, v. 19, p. 133-143, 2002.

KLASSEN, R. D.; FLORES, B. E. **Forecasting practices of Canadian firms: survey results and comparisons**. International Journal of Production Economics, v. 70, n. 2, p. 163-174, 2001.

KOSTELA, T. **Neural Network Methods In Analysing and Modelling Time Varying Processes**. Doctoral Thesis, Helsinki University of Technology, Department of Electrical and Communications Engineering, Finland, 2003.

KOTLER, P. **Administração de Marketing**. 10. ed. São Paulo, SP: Prentice Hall, 2000. 764 p.

KÜSTERS, U.; McCULLOUGH, B. D.; BELL, M. **Forecasting software: Past, present and future**. International Journal of Forecasting, v. 22, n. 3, p. 599-615, 2006.

KUO, R. J. **A sales forecasting system based on fuzzy neural network with initial weights generated by genetic algorithm**. European Journal of Operational Research, v. 129, n. 3, p. 496-517, 2001.

KUO, R. J.; XUE, K. C. **Fuzzy neural networks with application to sales forecasting**. Fuzzy Sets and Systems, v. 108, n. 2, p. 123-143, 1999.

LAMBERT, D.; COOPER, M.; PAGH, J. **Supply chains management: implementation issues and research opportunities**. The International Journal of Logistics Management, v. 9, n. 2, p. 1-19, 1998.

LAWRENCE, M.; O'CONNOR, M. **Sales forecasting updates: how good are they in practice**. International Journal of Forecasting, vol. 16, n. 3, p. 369-382, 2000.

LEE, C. C.; OU-YANG, C. **A neural networks approach for forecasting the supplier's bid prices in supplier selection negotiation process**. Expert Systems with Applications, v.1, n. 63, 2008.

LEE, H. L.; PADMANABHAN, V.; WHANG, S. **Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect**. Management Science, v. 43, n. 4, p. 546-558, 1997.

LEWIS, C. D. **Demand Forecasting and Inventory Control**. New York, USA: Wiley, 1997. 157p.

LIMA, M. **Estoque: custo de oportunidade e impacto sobre os indicadores financeiros**. 2003. Disponível em <<http://www.ilos.com.br>>. Acesso em: 14 jun. 2009.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: methods and applications**. 3. ed. New York, USA: John Wiley & Sons, 1998. 641 p.

MARTINEZ, R. O.; ZAMPROGNO, B. **Comparação de algumas técnicas de previsão em análise de séries temporais**. Revista Colombiana de Estatística, v. 26, n. 2, p. 129-157, 2003.

MASON-JONES, R.; TOWILL, D. **Using the information decoupling point to improve supply chain performance**. The International Journal of Logistics Management, v. 10, n. 2, p. 13-26, 1999.

MEDEIROS, A. L. et al. **Modelagem ARIMA na previsão do preço da arroba do boi gordo**. In: Congresso da SOBER, 44., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ESALQ/USP, 2006. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/440.pdf>>. Acesso em 14 jun. 2009.

MORE, A.; DEO, M. C. **Forecasting wind with neural networks**. Marine Structure, v. 16, n. 1, p. 35-49, 2003.

MOORI, R. G.; MARCONDES, R. C.; ÁVILA, R. T. **A Análise de agrupamentos como instrumento de apoio à melhoria da qualidade dos serviços aos clientes**. Revista de Administração Contemporânea, v. 6, n. 1, p. 63-85, 2002.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Previsão de séries temporais**. 2. ed. São Paulo, SP: Atual Editora, 1987. 436p.

NAHMIAS, S. **Production and Operations Analysis**. 2. ed. Illinois, USA: Richard D. Irwin, 1993. 807p.

PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. S. **Estudo comparativo entre os modelos de Winters e de Box-Jenkins para previsão de demanda sazonal**. Produto e Produção, v. 4, n. especial, p. 72-85, 2000.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometria modelos & previsões**. 4. ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2004. 726p.

QUEIROZ, A. A.; CAVALHEIRO, D. **Método de previsão de demanda e detecção de sazonalidade para o planejamento da produção de indústrias de alimentos**. In: ENEGEP, 23., Ouro Preto. **Anais...**Ouro Preto: ABEPRO, 2003. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0101_0801.pdf> Acesso em: 14 jun. 2009.

SCHWARZ, L.; WENG, Z. **The design of a JIT supply chain: the effect of leadtime uncertainty on safety stock**. Journal of Business Logistics, v. 21, n. 2, p. 231-253, 2000.

SEGURA, J. V.; VERCHER, E. **A spreadsheet modeling approach to the Holt-Winters optimal forecasting.** European Journal of Operational Research, v. 131, n. 2, p. 375-388, 2001.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo, SP: Atlas, 1997, 747 p.

SNYDER, R. D. et al. **Exponential smoothing models: means and variances for lead-time demand.** European Journal of Operational Research, v. 158, n. 2, p. 444-455, 2004.

SNYDER, R. D.; KOEHLER, A. B.; ORD, J. K. **Forecasting for inventory control with exponential smoothing.** International Journal of Forecasting, v. 18, n. 1, p. 5-18, 2002.

SOARES, J. F.; FARIAS, A. A.; CESAR, C. C. **Introdução à Estatística.** Rio de Janeiro, RJ: Guanabara, 1991.

SOUTO, D. P.; BALDEÓN, R. A.; RUSSO, S. L. **Estudo dos modelos exponenciais na previsão.** Sistemas e Informática, v. 9, n. 1, p. 97-103, 2006.

SOUZA, G. P. SAMOBYL, R. W. MIRANDA, R. G. **Métodos simplificados de previsão empresarial.** Rio de Janeiro, RJ: Ciência Moderna Ltda, 2008. 181 p.

SUN, H. X.; REN, Y. T. **The Impacto of forecasting methods on bullwhip effect in supply chain management.** IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, v. 1, n. 215-219, 2005.

TAYLOR, J. W. **Forecasting daily supermarket sales using exponentially weighted quantile regression.** European Journal of Operational Research, v. 178, n. 1, p. 154-167, 2007.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção.** São Paulo, SP: Atlas, 2000.

VAN DER MEIJDEN, L. H.; VAN NUNEN, J. A. E. E.; RAMONDT, A. **Forecasting – bridging the gap between sales and manufacturing.** International Journal Production Economics, v. 37, n. 1, p. 101-114, 1994.

VENKATESAN, R.; KUMAR, V. **A genetic algorithms approach to growth phase forecasting of wireless subscribers.** International Journal of Forecasting, v. 18, n. 4, p. 625-646, 2002.

VIEIRA, G. E.; FAVARETTO, F. **A new and practical heuristic for Master Production Scheduling creation.** International Journal of Production Research, v. 44, n. 18-19, p. 3607-3625, 2006.

XIE, J.; LEE, T. S.; ZHAO, X. **Impact of forecasting error on the performance of capacitated multi-item production systems.** Computers & Industrial Engineering, v. 46, n. 2, p. 205-219, 2004.

ZENG, A.Z. **Efficiency of using fill-rate criterion to determine safety stock: a theoretical perspective and a case study.** Production and Inventory Management Journal, v. 41, n. 2, p. 41-44, 2000.

ZHANG, G. P. **Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model.** Neurocomputing, v. 50, n. 1, p. 159-175, 2003.

ZHANG, X. **The impact of forecasting methods on the bullwhip effect.** International Journal Production Economics, v. 88, p.15-27, 2004.

ZILBER, M. A.; FISCHMANN, A. A. **Mudanças na distribuição: o papel da estratégia.** São Paulo, SP: IV Semead, 1999.

ZOTTERI, G.; KALCHSCHMIDT, M.; CANIATO, F. **The impact of aggregation level on forecasting performance.** International Journal of Production Economics, v. 93-94, n. 8, p. 479-491, 2005.

WALLER, M.; DABHOLKAR, P.; GENTRY, J. **Postponement, product customization, and market-oriented supply chain management.** Journal of Business Logistics, v. 21, n. 2, p. 133-159, 2000.

WINKLHOLFER, H. M.; DIAMANTOPOULOS, A.; **Managerial evaluation of sales forecasting effectiveness: a MIMIC modeling approach.** International Journal of Research in Marketing, v. 19, n. 2, p. 151-166, 2002.

WINTERS, P. R. **Forecasting sales by exponentially weighted moving averages.** Management Science, v. 6, n. 3, p. 324-342, 1960.

APÊNDICES

**APÊNDICE A – AJUSTAMENTO DAS PREVISÕES PARA OS PRODUTOS DO
GRUPO A NO PERÍODO DE 2004 A 2007**

Período	Demanda	Empresa	HW	HOLT	SES	MMS	MMP	ARIMA
jan/04	469,91	420,34	474,41	497,03	496,43			475,40
fev/04	501,20	456,36	490,16	474,81	490,69			471,00
mar/04	545,28	491,00	481,75	498,78	492,97	485,55		497,80
abr/04	483,68	494,32	514,06	540,42	504,28	523,24	543,28	539,70
mai/04	476,95	493,43	536,60	492,89	499,83	514,48	486,47	491,20
jun/04	467,08	475,82	496,57	480,27	494,88	480,32	477,25	479,10
jul/04	484,56	456,99	497,85	469,90	488,86	472,01	467,52	469,00
ago/04	522,43	545,07	479,44	483,58	487,93	475,82	483,77	483,00
set/04	567,72	578,96	497,16	518,38	495,40	503,50	520,72	517,80
out/04	590,20	542,66	523,80	562,61	511,04	545,07	565,66	561,80
nov/04	524,00	531,76	563,99	588,39	528,16	578,96	589,18	587,10
dez/04	527,00	474,88	579,76	534,61	545,07	557,10	527,00	532,40
jan/05	501,00	487,42	539,83	529,54	526,06	525,50	526,86	528,10
fev/05	530,00	533,14	544,93	506,24	518,81	514,00	502,18	504,80
mar/05	524,00	546,31	515,29	528,07	510,91	515,50	528,69	527,20
abr/05	508,62	522,43	539,03	525,96	526,72	527,00	524,27	524,80
mai/05	507,45	528,14	522,72	512,31	522,81	516,31	509,32	511,10
jun/05	548,83	533,91	518,25	509,33	519,48	508,04	507,50	508,30
jul/05	518,98	499,75	516,58	544,80	525,83	528,14	546,95	544,10
ago/05	614,67	591,01	543,63	523,94	524,35	533,91	520,34	522,60
set/05	567,35	574,94	528,56	603,97	543,89	566,82	610,33	603,50
out/05	582,52	577,87	604,94	574,29	548,96	591,01	569,49	572,40
nov/05	587,63	550,20	562,15	583,22	556,22	574,94	581,84	581,70
dez/05	582,78	560,98	597,95	588,90	563,02	585,08	587,40	587,30
jan/06	533,63	498,92	586,46	585,48	567,29	585,20	583,00	583,80
fev/06	550,16	521,35	588,26	542,32	560,01	558,20	535,85	540,40
mar/06	552,00	529,00	548,42	550,51	557,88	541,89	549,41	549,30
abr/06	536,15	541,00	563,02	553,26	597,32	551,08	551,92	552,10
mai/06	564,90	523,98	550,19	539,88	584,08	544,07	536,87	538,60
jun/06	577,70	497,87	545,72	562,92	579,93	550,53	563,60	562,00
jul/06	569,01	498,98	565,18	577,28	579,45	571,30	577,12	576,20
ago/06	579,20	493,20	571,77	571,77	523,81	573,36	569,40	570,40
set/06	581,30	504,88	571,43	579,81	545,85	574,11	578,74	578,50
out/06	558,00	553,57	581,09	582,76	558,92	580,25	581,20	581,40
nov/06	562,00	560,00	579,56	562,95	568,24	569,65	559,06	561,40
dez/06	513,09	450,80	564,85	563,58	554,59	560,00	561,82	562,40
jan/07	484,00	410,21	562,96	521,22	545,61	537,54	515,31	519,70
fev/07	445,00	467,21	518,46	489,94	511,62	498,54	485,32	488,90
mar/07	430,00	486,33	493,89	451,65	510,53	464,50	446,77	450,90
abr/07	439,00	445,78	451,03	433,18	517,11	437,50	430,68	433,00
mai/07	441,00	467,98	435,83	438,35	504,76	434,50	438,59	438,60
jun/07	435,00	420,12	431,84	440,82	492,35	440,00	440,91	441,00
jul/07	442,00	411,97	429,49	435,97	468,19	438,00	435,27	436,10
ago/07	466,83	470,35	425,55	441,35	451,89	438,50	441,68	441,60
set/07	473,88	489,77	433,78	463,65	455,12	454,41	465,70	464,00
out/07	505,65	531,87	452,70	472,94	459,18	470,35	473,56	473,00
nov/07	511,44	527,70	463,53	501,83	469,23	489,77	504,21	501,90
dez/07	543,96	545,84	493,86	510,96	478,36	508,55	511,18	510,60

APÊNDICE B – ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO A PARA OS MODELOS MW, MH, SES E EMPRESA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008

Período	Holt Winter						Holt						SES						Empresa					
	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan04	0,96	4,50	4,50	20,25	4,50	1,00	5,77	27,13	27,13	735,77	27,13	1,00	5,64	26,52	26,52	703,50	26,52	1,00	10,55	-49,57	49,57	2456,86	49,57	-1,00
fev04	2,20	-11,04	11,04	121,86	7,77	-0,84	5,27	-26,39	26,39	696,42	26,76	0,03	2,10	-10,50	10,50	110,28	18,51	0,87	8,95	-44,84	44,84	2010,54	47,20	-2,00
mar04	11,65	-63,53	63,53	4035,48	26,35	-2,66	8,53	-46,50	46,50	2162,15	33,34	-1,37	9,59	-52,31	52,31	2736,32	29,78	-1,22	9,95	-54,28	54,28	2945,79	49,56	-3,00
abr04	6,28	30,37	30,37	922,63	27,36	-1,45	11,73	56,74	56,74	3219,22	39,19	0,28	4,26	20,60	20,60	424,29	27,48	-0,57	2,20	10,64	10,64	113,16	39,83	-3,47
mai04	12,51	59,66	59,66	3558,87	33,82	0,59	3,34	15,95	15,95	254,29	34,54	0,78	4,80	22,88	22,88	523,42	26,56	0,27	3,46	16,48	16,48	271,75	35,16	-3,46
jun04	6,31	29,49	29,49	869,70	33,10	1,49	2,82	13,19	13,19	174,06	30,98	1,29	5,95	27,80	27,80	772,77	26,77	1,31	1,87	8,74	8,74	76,44	30,76	-3,67
jul04	2,74	13,29	13,29	176,62	30,27	2,07	3,03	-14,66	14,66	215,02	28,65	0,89	0,89	4,30	4,30	18,48	23,56	1,67	5,69	-27,58	27,58	760,45	30,30	-4,63
ago04	8,23	-42,99	42,99	1848,09	31,86	0,62	7,44	-38,85	38,85	1509,12	29,93	-0,45	6,60	-34,50	34,50	1190,24	24,93	0,19	4,33	22,64	22,64	512,67	29,35	-4,01
set04	12,43	-70,56	70,56	4978,82	36,16	-1,41	8,69	-49,34	49,34	2434,21	32,08	-1,96	12,74	-72,32	72,32	5230,33	30,19	-2,24	1,98	11,24	11,24	126,33	27,33	-3,90
out04	11,25	-66,39	66,39	4408,10	39,18	-2,99	4,67	-27,59	27,59	761,07	31,63	-2,86	13,41	-79,16	79,16	6265,55	35,09	-4,18	8,05	-47,54	47,54	2259,98	29,35	-5,25
nov04	7,63	39,99	39,99	1599,51	39,26	-1,97	12,29	64,39	64,39	4146,19	34,61	-0,75	0,79	4,16	4,16	17,34	32,28	-4,42	1,48	7,76	7,76	60,15	27,39	-5,34
dez04	10,01	52,76	52,76	2784,08	40,38	-0,61	1,44	7,61	7,61	57,85	32,36	-0,57	3,43	18,07	18,07	326,62	31,09	-4,00	9,89	-52,12	52,12	2716,85	29,45	-6,74
jan05	7,75	38,83	38,83	1508,02	40,26	0,36	5,70	28,54	28,54	814,34	32,07	0,32	5,00	25,06	25,06	628,04	30,63	-3,24	2,71	-13,58	13,58	184,31	28,23	-7,51
fev05	2,82	14,93	14,93	222,92	38,45	0,76	4,48	-23,76	23,76	564,45	31,47	-0,43	2,11	-11,19	11,19	125,12	29,24	-3,78	0,59	3,14	3,14	9,84	26,44	-7,90
mar05	1,66	-8,71	8,71	75,89	36,47	0,57	0,78	4,07	4,07	16,60	29,65	-0,32	2,50	-13,09	13,09	171,31	28,16	-4,39	4,26	22,31	22,31	497,54	26,16	-7,13
abr05	5,98	30,41	30,41	924,72	36,09	1,41	3,41	17,34	17,34	300,73	28,88	0,27	3,56	18,10	18,10	327,59	27,53	-3,83	2,72	13,81	13,81	190,74	25,39	-6,80
mai05	3,01	15,27	15,27	233,26	34,87	1,90	0,96	4,86	4,86	23,58	27,46	0,46	3,03	15,36	15,36	235,80	26,82	-3,36	4,08	20,69	20,69	428,09	25,11	-6,05
jun05	5,57	-30,58	30,58	934,88	34,63	1,03	7,20	-39,50	39,50	1560,13	28,13	-0,95	5,35	-29,35	29,35	861,24	26,96	-4,43	2,72	-14,92	14,92	222,70	24,55	-6,80
jul05	0,46	-2,40	2,40	5,76	32,93	1,01	4,97	25,82	25,82	666,48	28,01	-0,03	1,32	6,85	6,85	46,90	25,90	-4,35	3,71	-19,24	19,24	370,13	24,27	-7,67
ago05	11,56	-71,04	71,04	5046,57	34,84	-1,08	14,76	-90,73	90,73	8231,45	31,15	-2,94	14,69	-90,31	90,31	8156,78	29,12	-6,97	3,85	-23,66	23,66	559,76	24,24	-8,66
set05	6,84	-38,79	38,79	1504,79	35,03	-2,18	6,46	36,63	36,63	1341,40	31,41	-1,75	4,13	-23,46	23,46	550,31	28,85	-7,85	1,34	7,59	7,59	57,59	23,45	-8,63
out05	3,85	22,41	22,41	502,35	34,45	-1,57	1,41	-8,24	8,24	67,82	30,35	-2,09	5,76	-33,56	33,56	1126,40	29,07	-8,95	0,80	-4,66	4,66	21,72	22,59	-9,16
nov05	4,34	-25,48	25,48	649,45	34,06	-2,34	0,75	-4,42	4,42	19,50	29,23	-2,32	5,34	-31,41	31,41	986,44	29,17	-9,99	6,37	-37,43	37,43	1401,10	23,24	-10,52
dez05	2,60	15,17	15,17	230,22	33,28	-1,94	1,05	6,12	6,12	37,45	28,26	-2,18	3,39	-19,76	19,76	390,47	28,78	-10,82	3,74	-21,80	21,80	475,17	23,18	-11,48
jan06	9,90	52,84	52,84	2791,74	34,06	-0,34	9,72	51,85	51,85	2688,64	29,21	-0,33	6,31	33,67	33,67	1133,51	28,97	-9,58	6,50	-34,70	34,70	1204,23	23,64	-12,73
fev06	6,93	38,10	38,10	1451,96	34,21	0,78	1,42	-7,83	7,83	61,32	28,39	-0,62	1,79	9,85	9,85	97,10	28,24	-9,48	5,24	-28,81	28,81	830,04	23,84	-13,83
mar06	0,65	-3,58	3,58	12,84	33,08	0,69	0,27	-1,49	1,49	2,22	27,39	-0,70	1,06	5,88	5,88	34,55	27,41	-9,55	4,17	-23,00	23,00	529,00	23,81	-14,82
abr06	5,01	26,87	26,87	722,24	32,86	1,52	3,19	17,11	17,11	292,87	27,02	-0,07	11,41	61,17	61,17	3741,71	28,61	-7,01	0,90	4,85	4,85	23,52	23,13	-15,04
mai06	2,60	-14,71	14,71	216,38	32,23	1,09	4,43	-25,02	25,02	626,00	26,95	-1,00	3,40	19,18	19,18	367,89	28,29	-6,41	7,24	-40,92	40,92	1674,75	23,74	-16,37
jun06	5,54	-31,98	31,98	1022,76	32,22	0,10	2,56	-14,79	14,79	218,60	26,55	-1,57	0,39	2,23	2,23	4,99	27,42	-6,54	13,82	-79,83	79,83	6373,03	25,61	-18,30
jul06	0,67	-3,83	3,83	14,66	31,31	-0,02	1,45	8,27	8,27	68,45	25,96	-1,29	1,84	10,44	10,44	109,03	26,87	-6,28	12,31	-70,03	70,03	4904,20	27,04	-19,92
ago06	1,28	-7,43	7,43	55,22	30,56	-0,27	1,28	-7,43	7,43	55,19	25,38	-1,61	9,56	-55,39	55,39	3067,65	27,76	-8,07	14,85	-86,00	86,00	7396,00	28,89	-21,62
set06	1,70	-9,87	9,87	97,43	29,93	-0,60	0,26	-1,49	1,49	2,22	24,65	-1,72	6,10	-35,45	35,45	1256,73	28,00	-9,27	13,15	-76,42	76,42	5840,63	30,33	-23,12
out06	4,14	23,09	23,09	533,20	29,73	0,17	4,44	24,76	24,76	613,14	24,66	-0,72	0,16	0,92	0,92	0,84	27,20	-9,51	0,79	-4,43	4,43	19,60	29,57	-23,86
nov06	3,12	17,56	17,56	308,20	29,39	0,77	0,17	0,95	0,95	0,90	23,98	-0,70	1,11	6,24	6,24	38,91	26,60	-9,49	0,36	-2,00	2,00	4,00	28,78	-24,58
dez06	10,09	51,77	51,77	2679,66	30,01	2,48	9,84	50,49	50,49	2549,74	24,72	1,37	8,09	41,50	41,50	1722,32	27,01	-7,81	12,14	-62,29	62,29	3880,44	29,71	-25,91
jan07	16,31	78,96	78,96	6235,13	31,33	4,90	7,69	37,22	37,22	1385,59	25,06	2,84	12,73	61,61	61,61	3796,08	27,95	-5,34	15,25	-73,79	73,79	5444,67	30,90	-27,30
fev07	16,51	73,46	73,46	5396,38	32,44	6,99	10,10	44,94	44,94	2019,94	25,58	4,53	14,97	66,62	66,62	4438,87	28,97	-2,86	4,99	22,21	22,21	493,42	30,67	-26,78
mar07	14,86	63,89	63,89	4082,04	33,25	8,75	5,03	21,65	21,65	468,54	25,48	5,40	18,73	80,53	80,53	6484,85	30,29	-0,07	13,10	56,33	56,33	3173,31	31,33	-24,42
abr07	2,74	12,03	12,03	144,67	32,71	9,25	1,33	-5,82	5,82	33,92	24,99	5,27	17,79	78,11	78,11	6100,86	31,49	2,41	1,55	6,78	6,78	46,01	30,72	-24,68
mai07	1,17	-5,17	5,17	26,69	32,04	9,29	0,60	-2,65	2,65	7,00	24,44	5,28	14,46	63,76	63,76	4065,06	32,27	4,33	6,12	26,98	26,98	728,03	30,63	-23,88
jun07	0,73	-3,16	3,16	10,01	31,36	9,39	1,34	5,82	5,82	33,93	24,00	5,62	13,18	57,35	57,35	3288,80	32,87	5,99	3,42	-14,88	14,88	221,33	30,25	-24,66
jul07	2,83	-12,51	12,51	156,59	30,92	9,12	1,36	-6,03	6,03	36,38	23,58	5,47	5,93	26,19	26,19	685,85	32,71	6,82	6,79	-30,03	30,03	901,98	30,25	-25,66
ago07	8,84	-41,28	41,28	1703,86	31,15	7,72	5,46	-25,48	25,48	649,10	23,62	4,38	3,20	-14,93	14,93	223,04	32,31	6,45	0,76	3,53	3,53	12,44	29,64	-26,07
set07	8,46	-40,10	40,10	1608,03	31,35	6,40	2,16	-10,23	10,23	104,57														

**APÊNDICE C - ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE
PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO A PARA OS MODELOS
MMS, MMP E ARIMA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008**

Período	MMS						MMP						ARIMA					
	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/04													1,17	5,49	5,49	30,16	5,49	1,00
fev/04													6,02	-30,20	30,20	911,74	17,84	-1,38
mar/04	10,95	-59,72	59,72	3566,93	59,72	-1,00							8,71	-47,48	47,48	2253,89	27,72	-2,60
abr/04	8,18	39,55	39,55	1564,35	49,64	-0,41	12,32	59,59	59,59	3551,47	59,59	1,00	11,58	56,02	56,02	3137,87	34,79	-0,46
mai/04	7,87	37,53	37,53	1408,66	45,60	0,38	2,00	9,53	9,53	90,77	34,56	2,00	2,99	14,25	14,25	203,15	30,69	-0,06
jun/04	2,83	13,24	13,24	175,24	37,51	0,82	2,18	10,17	10,17	103,53	26,43	3,00	2,57	12,02	12,02	144,54	27,58	0,37
jul/04	2,59	-12,55	12,55	157,53	32,52	0,55	3,52	-17,04	17,04	290,31	24,08	2,59	3,21	-15,56	15,56	242,21	25,86	-0,21
ago/04	8,92	-46,61	46,61	2172,68	34,87	-0,82	7,40	-38,66	38,66	1494,72	27,00	0,87	7,55	-39,43	39,43	1554,91	27,56	-1,63
set/04	11,31	-64,22	64,22	4124,09	39,06	-2,38	8,28	-47,00	47,00	2209,07	30,33	-0,77	8,79	-49,92	49,92	2491,69	30,04	-3,16
out/04	7,65	-45,12	45,12	2035,97	39,82	-3,46	4,16	-24,53	24,53	601,80	29,50	-1,62	4,81	-28,40	28,40	806,35	29,88	-4,12
nov/04	10,49	54,96	54,96	3020,22	41,50	-2,00	12,44	65,18	65,18	4248,10	33,96	0,51	12,04	63,10	63,10	3981,61	32,90	-1,83
dez/04	5,71	30,10	30,10	905,90	40,36	-1,31	0,00	0,00	0,00	0,00	30,19	0,57	1,02	5,40	5,40	29,16	30,61	-1,79
jan/05	4,89	24,50	24,50	600,25	38,92	-0,73	5,16	25,86	25,86	668,95	29,76	1,45	5,41	27,10	27,10	734,41	30,34	-0,91
fev/05	3,02	-16,00	16,00	256,00	37,01	-1,20	5,25	-27,82	27,82	774,05	29,58	0,52	4,75	-25,20	25,20	635,04	29,97	-1,76
mar/05	1,62	-8,50	8,50	72,25	34,82	-1,52	0,89	4,69	4,69	21,96	27,51	0,73	0,61	3,20	3,20	10,24	28,18	-1,76
abr/05	3,61	18,38	18,38	337,78	33,64	-1,02	3,08	15,65	15,65	244,94	26,59	1,34	3,18	16,18	16,18	261,75	27,43	-1,22
mai/05	1,75	8,86	8,86	78,52	31,99	-0,80	0,37	1,87	1,87	3,49	24,83	1,51	0,72	3,65	3,65	13,33	26,03	-1,14
jun/05	7,43	-40,79	40,79	1664,22	32,54	-2,04	7,53	-41,33	41,33	1707,98	25,93	-0,15	7,38	-40,53	40,53	1642,70	26,84	-2,62
jul/05	1,76	9,16	9,16	83,83	31,16	-1,84	5,39	27,97	27,97	782,38	26,06	0,93	4,84	25,12	25,12	630,83	26,75	-1,69
ago/05	13,14	-80,76	80,76	6521,92	33,92	-4,07	15,35	-94,33	94,33	8897,96	30,07	-2,33	14,98	-92,07	92,07	8476,03	30,02	-4,57
set/05	0,09	-0,52	0,52	0,27	32,16	-4,31	7,58	42,98	42,98	1847,46	30,79	-0,88	6,37	36,15	36,15	1307,04	30,31	-3,34
out/05	1,46	8,48	8,48	71,93	30,98	-4,20	2,24	-13,03	13,03	169,87	29,85	-1,35	1,74	-10,12	10,12	102,52	29,39	-3,78
nov/05	2,16	-12,70	12,70	161,17	30,11	-4,74	0,99	-5,79	5,79	33,57	28,65	-1,61	1,01	-5,93	5,93	35,18	28,37	-4,13
dez/05	0,39	2,30	2,30	5,29	28,84	-4,87	0,79	4,62	4,62	21,36	27,51	-1,51	0,78	4,52	4,52	20,45	27,38	-4,11
jan/06	9,67	51,58	51,58	2660,46	29,83	-2,98	9,25	49,37	49,37	2437,71	28,50	0,28	9,40	50,17	50,17	2517,52	28,29	-2,21
fev/06	1,46	8,05	8,05	64,74	28,92	-2,79	2,60	-14,30	14,30	204,57	27,88	-0,23	1,77	-9,76	9,76	95,17	27,58	-2,62
mar/06	1,83	-10,11	10,11	102,21	28,17	-3,23	0,47	-2,59	2,59	6,73	26,83	-0,33	0,49	-2,70	2,70	7,29	26,65	-2,81
abr/06	2,78	14,93	14,93	222,91	27,66	-2,75	2,94	15,77	15,77	248,66	26,39	0,26	2,98	15,95	15,95	254,48	26,27	-2,24
mai/06	3,69	-20,83	20,83	433,89	27,41	-3,53	4,96	-28,04	28,04	786,11	26,45	-0,80	4,66	-26,30	26,30	691,89	26,27	-3,25
jun/06	4,70	-27,18	27,18	738,51	27,40	-4,53	2,44	-14,10	14,10	198,83	25,99	-1,36	2,72	-15,70	15,70	246,53	25,92	-3,89
jul/06	0,40	2,29	2,29	5,26	26,54	-4,59	1,43	8,11	8,11	65,79	25,36	-1,07	1,26	7,19	7,19	51,70	25,32	-3,30
ago/06	1,01	-5,84	5,84	34,16	25,85	-4,94	1,69	-9,80	9,80	95,96	24,82	-1,49	1,52	-8,80	8,80	77,44	24,80	-4,14
set/06	1,24	-7,19	7,19	51,77	25,24	-5,34	0,44	-2,56	2,56	6,56	24,08	-1,64	0,48	-2,80	2,80	7,84	24,13	-4,37
out/06	3,99	22,25	22,25	495,06	25,15	-4,47	4,16	23,20	23,20	538,46	24,05	-0,68	4,19	23,40	23,40	547,56	24,11	-3,40
nov/06	1,36	7,65	7,65	58,52	24,62	-4,26	0,52	-2,94	2,94	8,67	23,39	-0,83	0,11	-0,60	0,60	0,36	23,44	-3,52
dez/06	9,14	46,91	46,91	2200,60	25,28	-2,29	9,50	48,73	48,73	2374,55	24,16	1,22	9,61	49,31	49,31	2431,54	24,16	-1,38
jan/07	11,06	53,54	53,54	2867,03	26,08	-0,17	6,47	31,31	31,31	980,07	24,37	2,49	7,38	35,70	35,70	1274,49	24,47	0,10
fev/07	12,03	53,54	53,54	2867,03	26,85	1,83	9,06	40,32	40,32	1625,57	24,82	4,07	9,87	43,90	43,90	1927,21	24,98	1,85
mar/07	8,02	34,50	34,50	1190,25	27,05	3,09	3,90	16,77	16,77	281,15	24,60	4,79	4,86	20,90	20,90	436,81	24,88	2,70
abr/07	0,34	-1,50	1,50	2,25	26,38	3,11	1,90	-8,32	8,32	69,23	24,16	4,53	1,37	-6,00	6,00	36,00	24,41	2,51
mai/07	1,47	-6,50	6,50	42,25	25,87	2,92	0,55	-2,41	2,41	5,80	23,59	4,54	0,54	-2,40	2,40	5,76	23,87	2,47
jun/07	1,15	5,00	5,00	25,00	25,35	3,18	1,36	5,91	5,91	34,92	23,13	4,88	1,38	6,00	6,00	36,00	23,44	2,77
jul/07	0,90	-4,00	4,00	16,00	24,83	3,09	1,52	-6,73	6,73	45,27	22,72	4,68	1,33	-5,90	5,90	34,81	23,04	2,56
ago/07	6,07	-28,33	28,33	802,41	24,91	1,94	5,39	-25,14	25,14	632,23	22,78	3,56	5,40	-25,23	25,23	636,39	23,09	1,46
set/07	4,11	-19,47	19,47	378,94	24,78	1,16	1,73	-8,18	8,18	66,88	22,43	3,25	2,08	-9,88	9,88	97,61	22,79	1,05
out/07	6,98	-35,30	35,30	1246,03	25,02	-0,26	6,35	-32,09	32,09	1029,91	22,66	1,80	6,46	-32,65	32,65	1066,19	23,01	-0,38
nov/07	4,24	-21,67	21,67	469,75	24,95	-1,13	1,41	-7,23	7,23	52,23	22,31	1,51	1,87	-9,54	9,54	91,01	22,72	-0,81
dez/07	6,51	-35,41	35,41	1254,18	25,18	-2,52	6,03	-32,78	32,78	1074,72	22,54	0,04	6,13	-33,36	33,36	1112,93	22,94	-2,25
jan/08	3,66	-20,02	20,02	400,83	20,02	-1,00	0,96	-5,23	5,23	27,40	5,23	-1,00	1,37	-7,52	7,52	56,57	7,52	-1,00
fev/08	0,83	-4,56	4,56	20,75	12,29	-2,00	0,52	-2,85	2,85	8,10	4,04	-2,00	1,87	-10,30	10,30	106,01	8,91	-2,00
mar/08	0,96	-5,30	5,30	28,11	9,96	-3,00	0,74	-4,09	4,09	16,69	4,05	-3,00	2,64	-14,66	14,66	214,92	10,83	-3,00
abr/08	2,39	12,87	12,87	165,61	10,69	-1,59	2,72	14,67	14,67	215,25	6,71	0,37	0,13	0,69	0,69	0,48	8,29	-3,83
mai/08	7,43	37,82	37,82	1430,24	16,11	1,29	6,10	31,07	31,07	965,10	11,58	2,90	6,20	31,58	31,58	997,55	12,95	-0,02
jun/08	7,76	37,77	37,77	1426,54	19,72	2,97	4,92	23,95	23,95	573,62	13,64	4,22	11,30	54,96	54,96	3020,27	19,95	2,74
jul/08	9,38	-51,54	51,54	2656,42	24,27	0,29	11,25	-61,80	61,80	3819,73	20,52	-0,21	1,47	-8,07	8,07	65,12	18,25	2,56
ago/08	0,10	-0,54	0,54	0,29	21,30	0,31	5,41	28,03	28,03	785,55	21,46	1,11	4,26	22,11	22,11	488,63	18,74	3,67
set/08	3,05	-16,79	16,79	281,95	20,80	-0,49	5,60	-30,83	30,83	950,47	22,50	-0,31	1,97	-10,82	10,82	117,16	17,86	3,25
out/08	7,63	-44,19	44,19	1952,80	23,14	-2,35	5,10	-29,54	29,54	872,41	23,21	-1,58	6,70	-38,80	38,80	1505,44	19,95	0,96
nov/08	4,67	25,18	25,18	633,93	23,32	-1,26	7,03	37,94	37,94	1439,72	24,54	0,05	0,08	0,42	0,42	0,17	18,17	1,08
dez/08	3,36	-19,46	19,46	378,65	23,00	-2,12	6,44	-37,29	37,29	1390,52	25,61	-1,40	6,63	-38,35	38,35	1470,80	19,86	-0,95

**APÊNDICE D – AJUSTAMENTO DAS PREVISÕES REALIZADAS PARA OS
PRODUTOS DO GRUPO B NO PERÍODO DE 2004 A 2007**

Período	Demanda	Empresa	HW	HOLT	SES	MMS	MMP	ARIMA
jan/04	59,02	48,98	50,17	59,02	63,67			62,20
fev/04	50,40	54,76	53,90	58,53	62,09			61,80
mar/04	71,72	52,50	69,16	55,51	58,11	54,71		60,00
abr/04	63,13	55,32	60,96	59,88	62,74	61,06	62,28	62,30
mai/04	49,45	66,09	58,97	60,56	62,87	67,42	64,74	62,60
jun/04	60,15	57,97	61,36	56,85	58,31	56,29	57,24	60,50
jul/04	56,56	59,79	52,78	57,39	58,93	54,80	56,56	60,60
ago/04	59,83	65,09	67,22	56,71	58,13	58,36	57,02	60,10
set/04	55,53	60,33	57,64	57,24	58,71	58,20	58,66	60,30
out/04	60,46	61,33	63,52	56,33	57,63	57,68	57,24	59,60
nov/04	71,67	62,00	61,87	57,21	58,59	57,99	58,56	60,00
dez/04	48,81	59,06	55,66	61,37	63,04	66,06	65,54	62,20
jan/05	53,62	58,21	56,68	57,44	58,20	60,24	58,69	60,10
fev/05	57,45	50,01	56,37	55,97	56,64	51,22	54,06	59,10
mar/05	78,90	55,67	74,36	56,06	56,92	55,54	54,97	59,00
abr/05	68,52	54,33	66,01	62,81	64,39	68,18	67,87	62,70
mai/05	67,36	58,40	63,84	64,71	65,80	73,71	71,00	64,00
jun/05	65,46	55,76	71,46	65,78	66,33	67,94	69,21	64,80
jul/05	53,78	55,67	60,02	65,98	66,03	66,41	66,54	65,10
ago/05	80,88	56,65	71,93	62,49	61,87	59,62	59,76	63,30
set/05	67,53	54,98	66,66	68,24	68,33	67,33	68,96	66,60
out/05	73,13	55,87	74,57	68,44	68,06	74,20	70,77	67,00
nov/05	63,31	55,83	73,21	70,30	69,78	70,33	72,01	68,30
dez/05	62,16	54,87	59,57	68,63	67,58	68,22	67,46	67,70
jan/06	60,66	46,09	64,15	66,98	65,74	62,74	63,94	66,90
fev/06	57,56	46,03	63,69	65,24	64,01	61,41	61,54	66,00
mar/06	68,87	61,30	80,67	62,96	61,82	59,11	59,27	64,80
abr/06	63,68	58,70	66,65	64,73	64,22	63,21	63,68	65,70
mai/06	65,14	63,60	62,69	64,47	64,03	66,28	64,85	65,60
jun/06	71,20	61,09	69,82	64,72	64,41	64,41	65,06	65,70
jul/06	68,28	66,09	67,74	74,24	74,89	68,17	68,04	66,90
ago/06	86,81	67,98	74,20	65,61	64,47	69,74	68,97	67,40
set/06	76,47	66,01	69,76	72,25	72,07	77,54	78,04	71,00
out/06	79,94	66,01	80,16	74,05	73,56	81,64	79,28	72,20
nov/06	79,07	70,02	79,08	76,46	75,73	78,20	79,50	73,80
dez/06	56,89	72,09	67,35	77,97	76,87	79,50	79,07	75,00
jan/07	62,14	55,89	67,66	72,18	70,07	67,98	67,92	72,00
fev/07	70,08	71,09	66,51	69,39	67,38	59,52	62,28	70,50
mar/07	86,22	77,54	88,59	69,73	68,30	66,11	65,52	70,70
abr/07	74,11	68,88	76,21	74,98	74,39	78,15	77,29	73,70
mai/07	79,39	77,01	71,99	75,18	74,29	80,17	78,09	74,00
jun/07	71,16	71,77	81,75	76,94	76,03	76,75	78,28	75,20
jul/07	60,48	55,10	67,47	75,68	74,37	75,27	74,56	74,70
ago/07	69,95	70,67	80,76	71,39	69,65	65,82	66,75	72,50
set/07	54,03	80,76	68,52	71,05	69,75	65,21	66,60	72,30
out/07	67,63	81,26	70,86	65,85	64,41	61,99	60,71	69,30
nov/07	69,54	78,01	68,99	66,14	65,50	60,83	62,89	69,20
dez/07	70,42	75,80	59,01	66,97	66,88	68,59	66,93	69,50

APÊNDICE E - ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO B PARA OS MODELOS MW, MH, SES E EMPRESA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008

Período	Holt Winter						Holt						SES						Empresa					
	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan04	15,00	-8,85	8,85	78,41	8,85	-1,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	7,86	4,64	4,64	21,55	4,64	1,00	17,01	-10,04	10,04	100,83	10,04	-1,00
fev04	6,95	3,50	3,50	12,26	6,18	-0,87	16,12	8,12	8,12	66,01	4,06	2,00	23,18	11,68	11,68	136,50	8,16	2,00	8,64	4,36	4,36	18,99	7,20	-0,79
mar04	3,57	-2,56	2,56	6,55	4,97	-1,59	22,59	-16,20	16,20	262,55	8,11	-1,00	18,97	-13,60	13,60	185,07	9,98	0,27	26,80	-19,22	19,22	369,29	11,21	-2,22
abr04	3,43	-2,17	2,17	4,70	4,27	-2,36	5,13	-3,24	3,24	10,50	6,89	-1,64	0,61	-0,39	0,39	0,15	7,58	0,31	12,37	-7,81	7,81	60,93	10,36	-3,16
mai04	19,25	9,52	9,52	90,60	5,32	-0,11	22,47	11,11	11,11	123,44	7,74	-0,03	27,13	13,42	13,42	180,07	8,75	1,80	33,64	16,64	16,64	276,78	11,61	-1,38
jun04	2,01	1,21	1,21	1,46	4,63	0,14	5,48	-3,30	3,30	10,87	7,00	-0,50	3,06	-1,84	1,84	3,39	7,60	1,83	3,62	-2,18	2,18	4,75	10,04	-1,82
jul04	6,70	-3,79	3,79	14,34	4,51	-0,70	1,45	0,82	0,82	0,68	6,11	-0,44	4,19	2,37	2,37	5,62	6,85	2,38	5,70	3,23	3,23	10,40	9,07	-1,66
ago04	12,35	7,39	7,39	54,62	4,87	0,87	5,21	-3,12	3,12	9,73	5,74	-1,01	2,85	-1,70	1,70	2,90	6,21	2,35	8,79	5,26	5,26	27,67	8,59	-1,14
set04	3,81	2,11	2,11	4,46	4,57	1,39	3,09	1,71	1,71	2,94	5,29	-0,77	5,73	3,18	3,18	10,11	5,87	3,03	8,65	4,80	4,80	23,08	8,17	-0,61
out04	5,06	3,06	3,06	9,37	4,42	2,13	6,82	-4,12	4,12	17,00	5,18	-1,59	4,68	-2,83	2,83	8,02	5,57	2,68	1,44	0,87	0,87	0,76	7,44	-0,55
nov04	13,67	-9,80	9,80	96,03	4,91	-0,08	20,18	-14,46	14,46	209,22	6,02	-3,77	18,25	-13,08	13,08	171,10	6,25	0,30	13,49	-9,67	9,67	93,51	7,64	-1,80
dez04	14,02	6,85	6,85	46,86	5,07	1,28	25,73	12,56	12,56	157,68	6,57	-1,54	29,15	14,23	14,23	202,38	6,91	2,33	20,99	10,25	10,25	104,96	7,86	-0,45
jan05	5,71	3,06	3,06	9,36	4,91	1,94	7,12	3,82	3,82	14,58	6,35	-0,99	8,54	4,58	4,58	20,97	6,73	3,07	8,56	4,59	4,59	21,06	7,61	0,14
fev05	1,89	-1,09	1,09	1,18	4,64	1,82	2,59	-1,49	1,49	2,21	6,01	-1,30	1,41	-0,81	0,81	0,66	6,31	3,14	12,95	-7,44	7,44	55,39	7,60	-0,84
mar05	5,75	-4,54	4,54	20,59	4,63	0,84	28,94	-22,84	22,84	521,55	7,13	-4,30	27,86	-21,98	21,98	483,27	7,36	-0,29	29,44	-23,23	23,23	539,66	8,64	-3,43
abr05	3,67	-2,52	2,52	6,33	4,50	0,31	8,33	-5,71	5,71	32,57	7,04	-5,16	6,03	-4,13	4,13	17,06	7,15	-0,88	20,71	-14,19	14,19	201,42	8,99	-4,87
mai05	5,22	-3,51	3,51	12,34	4,44	-0,48	3,92	-2,64	2,64	6,99	6,78	-5,75	2,32	-1,56	1,56	2,44	6,83	-1,15	13,30	-8,96	8,96	80,25	8,98	-5,87
jun05	9,17	6,00	6,00	36,06	4,53	0,86	0,49	0,32	0,32	0,10	6,42	-6,02	1,33	0,87	0,75	6,49	-1,07	14,82	-9,70	9,70	94,07	9,02	-6,92	
jul05	11,61	6,24	6,24	39,00	4,62	2,19	22,70	12,20	12,20	148,95	6,73	-3,93	22,79	12,26	12,26	150,24	6,80	0,78	3,52	1,89	1,89	3,59	8,65	-7,00
ago05	11,07	-8,95	8,95	80,09	4,84	0,24	22,74	-18,39	18,39	338,17	7,31	-6,13	23,50	-19,01	19,01	361,36	7,41	-1,85	29,95	-24,23	24,23	586,89	9,43	-8,99
set05	1,28	-0,87	0,87	0,75	4,65	0,07	1,05	0,71	0,71	0,50	7,00	-6,31	1,19	0,80	0,80	0,65	7,09	-1,82	18,58	-12,55	12,55	157,45	9,58	-10,16
out05	1,96	1,44	1,44	2,06	4,50	0,39	6,42	-4,70	4,70	22,06	6,89	-7,09	6,94	-5,07	5,07	25,75	7,00	-2,57	23,61	-17,26	17,26	298,02	9,93	-11,54
nov05	15,62	9,89	9,89	97,85	4,74	2,46	11,03	6,98	6,98	48,74	6,89	-6,07	10,22	6,47	6,47	41,84	6,98	-1,65	11,82	-7,48	7,48	55,98	9,82	-12,43
dez05	4,17	-2,59	2,59	6,73	4,65	1,95	10,40	6,47	6,47	41,81	6,88	-5,14	8,72	5,42	5,42	29,38	6,91	-0,88	11,73	-7,29	7,29	53,17	9,71	-13,32
jan06	5,76	3,49	3,49	12,20	4,60	2,73	10,42	6,32	6,32	39,93	6,85	-4,24	8,37	5,08	5,08	25,80	6,84	-0,15	24,02	-14,57	14,57	212,25	9,91	-14,53
fev06	10,66	6,14	6,14	37,64	4,66	4,01	13,36	7,69	7,69	59,09	6,89	-3,10	11,22	6,46	6,46	41,68	6,83	0,80	20,03	-11,53	11,53	132,85	9,97	-15,59
mar06	17,13	11,80	11,80	139,13	4,92	6,19	8,59	-5,92	5,92	35,01	6,85	-3,98	10,24	-7,05	7,05	49,77	6,83	-0,24	11,00	-7,57	7,57	57,35	9,88	-16,50
abr06	4,67	2,97	2,97	8,83	4,85	6,89	1,65	1,05	1,05	1,11	6,64	-3,95	0,84	0,54	0,54	0,29	6,61	-0,16	7,82	-4,98	4,98	24,81	9,71	-17,31
mai06	3,76	-2,45	2,45	6,01	4,77	6,50	1,04	-0,68	0,68	0,46	6,44	-4,18	1,71	-1,11	1,11	1,24	6,42	-0,34	2,37	-1,54	1,54	2,39	9,43	-17,99
jun06	1,94	-1,38	1,38	1,91	4,66	6,36	9,11	-6,48	6,48	42,03	6,44	-5,19	9,54	-6,79	6,79	46,11	6,43	-1,40	14,20	-10,11	10,11	102,21	9,45	-19,02
jul06	0,79	-0,54	0,54	0,29	4,52	6,42	8,73	5,96	5,96	35,51	6,42	-4,27	9,68	6,61	6,61	43,68	6,44	-0,37	3,21	-2,19	2,19	4,80	9,21	-19,74
ago06	14,52	-12,60	12,60	158,83	4,78	3,45	24,42	-21,20	21,20	449,45	6,89	-7,06	25,73	-22,34	22,34	498,86	6,93	-3,56	21,69	-18,83	18,83	354,44	9,51	-21,09
set06	8,78	-6,72	6,72	45,09	4,84	2,02	5,52	-4,22	4,22	17,81	6,80	-7,77	5,76	-4,40	4,40	19,39	6,86	-4,25	13,68	-10,46	10,46	109,40	9,54	-22,13
out06	0,29	0,23	0,23	0,05	4,70	2,12	7,36	-5,88	5,88	34,59	6,88	-8,67	7,97	-6,37	6,37	40,60	6,84	-5,19	17,42	-13,93	13,93	193,92	9,67	-23,27
nov06	0,01	0,01	0,01	0,00	4,57	2,19	3,30	-2,61	2,61	6,79	6,66	-9,21	4,22	-3,34	3,34	11,13	6,74	-5,76	11,44	-9,05	9,05	81,86	9,65	-24,25
dez06	18,39	10,46	10,46	109,42	4,73	4,32	37,05	21,08	21,08	444,33	7,06	-5,70	35,11	19,98	19,98	399,00	7,11	-2,65	26,71	15,20	15,20	230,99	9,81	-22,32
jan07	8,88	5,52	5,52	30,47	4,75	5,47	16,16	10,04	10,04	100,79	7,14	-4,23	12,76	7,93	7,93	62,91	7,13	-1,53	10,06	-6,25	6,25	39,11	9,71	-23,19
fev07	5,09	-3,56	3,56	12,70	4,72	4,75	0,98	-0,68	0,68	0,47	6,97	-4,44	3,85	-2,70	2,70	7,29	7,02	-1,94	1,45	1,01	1,01	1,03	9,48	-23,64
mar07	2,74	2,37	2,37	5,59	4,66	5,32	19,13	-16,50	16,50	272,10	7,21	-6,57	20,79	-17,93	17,93	321,34	7,30	-4,32	10,07	-8,68	8,68	75,38	9,46	-24,61
abr07	2,83	2,10	2,10	4,39	4,60	5,85	1,17	0,87	0,87	0,75	7,06	-6,60	0,37	0,28	0,28	0,08	7,12	-4,39	7,07	-5,24	5,24	27,44	9,36	-25,44
mai07	9,32	-7,40	7,40	54,70	4,66	4,17	5,30	-4,21	4,21	17,71	6,99	-7,27	6,41	-5,09	5,09	25,93	7,07	-5,14	2,99	-2,38	2,38	5,65	9,19	-26,17
jun07	14,88	10,59	10,59	112,13	4,81	6,26	8,12	5,78	5,78	33,42	6,96	-6,46	6,84	4,87	4,87	23,72	7,02	-4,49	0,85	0,61	0,61	0,37	8,98	-26,70
jul07	11,57	7,00	7,00	48,97	4,86	7,63	25,14	15,21	15,21	231,24	7,15	-4,16	22,98	13,90	13,90	193,09	7,18	-2,45	8,89	-5,38	5,38	28,93	8,90	-27,56
ago07	15,45	10,81	10,81	116,83	4,99	9,59	2,05	1,43	1,43	2,06	7,02	-4,04	0,43	-0,30	0,30	0,09	7,02	-2,55	1,02	0,71	0,71	0,51	8,71	-28,06
set07	26,81	14,49	14,49	209,84	5,20	11,99	31,50	17,02	17,02	289,62	7,24	-1,56	29,09	15,72	15,72	247,02	7,22	-0,30	49,46	26,73	26,73	714,26	9,11	-23,90
out07	4,78	3,23	3,23	10,45	5,16	12,71	2,63	-1,78	1,78	3,17	7,12	-1,84	4,77	-3,23	3,23	10,41	7,13	-0,76	20,14	13,62	13,62	185,59	9,21	-22,17
nov07	0,79	-0,55	0,55	0,30	5,06	12,85	4,89	-3,40	3,40	11,57	7,04	-2,34	5,81	-4,04	4,04	16,33	7,							

APÊNDICE F - ANÁLISE DOS ÍNDICES DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO B PARA OS MODELOS MMS, MMP E ARIMA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008

Período	MMS						MMP						ARIMA					
	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/04													5,38	-3,18	3,18	10,09	3,18	-1,00
fev/04													22,61	-11,40	11,40	129,90	7,29	-2,00
mar/04	23,71	-17,00	17,00	289,12	17,00	-1,00							16,34	11,72	11,72	137,28	8,76	-0,33
abr/04	3,27	-2,07	2,07	4,27	9,53	-2,00	1,34	-0,85	0,85	0,72	0,85	-1,00	1,31	0,83	0,83	0,68	6,78	-0,30
mai/04	36,33	17,97	17,97	322,85	12,35	-0,09	30,90	15,28	15,28	233,57	8,06	1,79	26,58	-13,15	13,15	172,84	8,05	-1,88
jun/04	6,42	-3,86	3,86	14,90	10,22	-0,49	4,83	-2,91	2,91	8,44	6,35	1,82	0,58	-0,35	0,35	0,12	6,77	-2,29
jul/04	3,12	-1,76	1,76	3,11	8,53	-0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	2,42	7,13	-4,04	4,04	16,28	6,38	-3,07
ago/04	2,46	-1,47	1,47	2,17	7,36	-1,11	4,70	-2,81	2,81	7,92	4,37	1,99	0,45	-0,27	0,27	0,07	5,61	-3,53
set/04	4,81	2,67	2,67	7,13	6,69	-0,83	5,65	3,14	3,14	9,84	4,16	2,85	8,60	-4,77	4,77	22,79	5,52	-4,46
out/04	4,60	-2,78	2,78	7,73	6,20	-1,34	5,31	-3,21	3,21	10,32	4,03	2,14	1,42	0,86	0,86	0,74	5,06	-4,70
nov/04	19,08	-13,68	13,68	187,09	7,03	-3,13	18,30	-13,11	13,11	171,93	5,16	-0,87	16,28	11,67	11,67	136,19	5,66	-2,14
dez/04	35,35	17,25	17,25	297,66	8,05	-0,59	34,28	16,73	16,73	279,90	6,45	1,90	27,43	-13,39	13,39	179,27	6,30	-4,04
jan/05	12,35	6,62	6,62	43,82	7,92	0,24	9,46	5,07	5,07	25,71	6,31	2,75	12,08	-6,48	6,48	41,98	6,31	-5,06
fev/05	10,86	-6,24	6,24	38,90	7,78	-0,56	5,90	-3,39	3,39	11,49	6,05	2,30	2,87	-1,65	1,65	2,71	5,98	-5,62
mar/05	29,61	-23,36	23,36	545,87	8,98	-3,09	30,33	-23,93	23,93	572,49	7,54	-1,33	25,22	19,90	19,90	396,03	6,91	-1,98
abr/05	0,50	-0,35	0,35	0,12	8,36	-3,36	0,96	-0,66	0,66	0,43	7,01	-1,52	8,50	5,82	5,82	33,90	6,84	-1,15
mai/05	9,43	6,35	6,35	40,36	8,23	-2,64	5,40	3,64	3,64	13,24	6,77	-1,04	4,99	3,36	3,36	11,28	6,64	-0,68
jun/05	3,79	2,48	2,48	6,16	7,87	-2,44	5,73	3,75	3,75	14,05	6,57	-0,50	1,01	0,66	0,66	0,43	6,30	-0,61
jul/05	23,49	12,63	12,63	159,61	8,15	-0,81	23,73	12,76	12,76	162,88	6,95	1,37	21,06	-11,32	11,32	128,25	6,57	-2,31
ago/05	26,29	-21,26	21,26	451,94	8,88	-3,14	26,10	-21,11	21,11	445,74	7,79	-1,49	21,73	17,58	17,58	308,91	7,12	0,34
set/05	0,30	-0,20	0,20	0,04	8,42	-3,33	2,13	1,44	1,44	2,06	7,43	-1,37	1,37	0,93	0,93	0,86	6,82	0,49
out/05	1,46	1,07	1,07	1,14	8,05	-3,35	3,23	-2,36	2,36	5,58	7,17	-1,75	8,39	6,13	6,13	37,62	6,79	1,39
nov/05	11,08	7,02	7,02	49,22	8,00	-2,49	13,74	8,70	8,70	75,67	7,24	-0,53	7,87	-4,99	4,99	24,85	6,71	0,67
dez/05	9,75	6,06	6,06	36,75	7,92	-1,76	8,53	5,30	5,30	28,09	7,15	0,20	8,91	-5,54	5,54	30,67	6,67	-0,16
jan/06	3,43	2,08	2,08	4,32	7,66	-1,54	5,40	3,28	3,28	10,75	6,97	0,68	10,29	-6,24	6,24	38,95	6,65	-1,10
fev/06	6,70	3,85	3,85	14,86	7,50	-1,06	6,92	3,98	3,98	15,88	6,84	1,27	14,67	-8,44	8,44	71,30	6,72	-2,35
mar/06	14,18	-9,77	9,77	95,37	7,59	-2,34	13,94	-9,60	9,60	92,24	6,96	-0,13	5,91	4,07	4,07	16,59	6,62	-1,76
abr/06	0,73	-0,47	0,47	0,22	7,32	-2,49	0,00	0,00	0,00	0,00	6,68	-0,13	3,17	-2,02	2,02	4,08	6,45	-2,12
mai/06	1,74	1,13	1,13	1,28	7,09	-2,41	0,46	-0,30	0,30	0,09	6,44	-0,18	0,70	-0,46	0,46	0,21	6,25	-2,27
jun/06	9,53	-6,79	6,79	46,07	7,08	-3,37	8,62	-6,14	6,14	37,67	6,42	-1,14	7,72	5,50	5,50	30,25	6,22	-1,39
jul/06	0,16	-0,11	0,11	0,01	6,84	-3,50	0,36	-0,24	0,24	0,06	6,20	-1,22	2,02	1,38	1,38	1,90	6,07	-1,20
ago/06	19,66	-17,07	17,07	291,27	7,18	-5,71	20,54	-17,83	17,83	318,01	6,60	-3,84	22,36	19,41	19,41	376,62	6,48	1,87
set/06	1,40	1,07	1,07	1,15	6,98	-5,72	2,05	1,57	1,57	2,47	6,44	-3,70	7,15	5,47	5,47	29,92	6,45	2,73
out/06	2,13	1,70	1,70	2,90	6,82	-5,61	0,82	-0,65	0,65	0,43	6,25	-3,92	9,68	7,74	7,74	59,84	6,49	3,90
nov/06	1,09	-0,86	0,86	0,75	6,64	-5,89	0,55	0,43	0,43	0,19	6,07	-3,96	6,66	5,27	5,27	27,75	6,46	4,74
dez/06	39,74	22,61	22,61	511,20	7,11	-2,32	38,98	22,18	22,18	491,83	6,56	-0,28	31,83	-18,11	18,11	327,91	6,78	1,84
jan/07	9,39	5,84	5,84	34,07	7,07	-1,51	9,30	5,78	5,78	33,38	6,53	0,60	15,86	-9,86	9,86	97,16	6,86	0,38
fev/07	15,07	-10,56	10,56	111,49	7,17	-2,96	11,12	-7,79	7,79	60,73	6,57	-0,59	0,60	-0,42	0,42	0,18	6,69	0,33
mar/07	23,33	-20,11	20,11	404,50	7,52	-5,50	24,01	-20,70	20,70	428,44	6,96	-3,53	18,00	15,52	15,52	240,93	6,92	2,56
abr/07	5,44	4,03	4,03	16,28	7,43	-5,02	4,29	3,18	3,18	10,11	6,86	-3,12	0,56	0,41	0,41	0,17	6,76	2,69
mai/07	0,98	0,78	0,78	0,61	7,26	-5,03	1,63	-1,30	1,30	1,68	6,71	-3,38	6,79	5,39	5,39	29,02	6,72	3,50
jun/07	7,86	5,59	5,59	31,29	7,21	-4,29	10,01	7,12	7,12	50,72	6,72	-2,32	5,68	-4,04	4,04	16,34	6,66	2,93
jul/07	24,47	14,80	14,80	218,91	7,40	-2,18	23,29	14,09	14,09	198,41	6,91	-0,22	23,52	-14,22	14,22	202,30	6,84	0,77
ago/07	5,91	-4,14	4,14	17,10	7,32	-2,77	4,58	-3,20	3,20	10,26	6,82	-0,69	3,64	-2,55	2,55	6,49	6,74	0,40
set/07	20,69	11,18	11,18	124,99	7,41	-1,23	23,25	12,56	12,56	157,85	6,95	1,13	33,80	-18,27	18,27	333,63	6,99	-2,22
out/07	8,34	-5,64	5,64	31,81	7,37	-2,00	10,24	-6,92	6,92	47,94	6,95	0,14	2,46	-1,67	1,67	2,78	6,88	-2,50
nov/07	12,52	-8,71	8,71	75,85	7,40	-3,17	9,56	-6,65	6,65	44,23	6,95	-0,82	0,49	0,34	0,34	0,12	6,74	-2,50
dez/07	2,61	-1,84	1,84	3,37	7,28	-3,47	4,96	-3,49	3,49	12,21	6,87	-1,34	1,31	0,92	0,92	0,85	6,62	-2,41
jan/08	0,94	-0,66	0,66	0,44	0,66	-1,00	1,26	-0,89	0,89	0,80	0,89	-1,00	3,05	-2,15	2,15	4,63	2,15	-1,00
fev/08	9,31	-7,24	7,24	52,47	3,95	-2,00	9,45	-7,35	7,35	54,03	4,12	-2,00	5,63	4,38	4,38	19,18	3,27	0,68
mar/08	4,67	-3,64	3,64	13,22	3,85	-3,00	4,64	-3,61	3,61	13,03	3,95	-3,00	5,72	4,45	4,45	19,80	3,66	1,82
abr/08	8,20	-6,95	6,95	48,32	4,62	-4,00	9,23	-7,83	7,83	61,27	4,92	-4,00	12,58	10,67	10,67	113,76	5,41	3,20
mai/08	4,55	3,54	3,54	12,50	4,41	-3,40	4,60	3,58	3,58	12,81	4,65	-3,46	4,21	3,27	3,27	10,71	4,98	4,14
jun/08	4,52	3,51	3,51	12,33	4,26	-2,69	3,36	2,61	2,61	6,81	4,31	-3,13	4,19	3,26	3,26	10,61	4,70	5,08
jul/08	11,38	-9,99	9,99	99,71	5,08	-4,22	10,40	-9,13	9,13	83,28	5,00	-4,52	14,87	13,05	13,05	170,30	5,89	6,27
ago/08	5,08	4,00	4,00	16,03	4,94	-3,53	5,18	4,08	4,08	16,65	4,88	-3,80	5,02	3,95	3,95	15,60	5,65	7,24
set/08	2,78	2,25	2,25	5,06	4,64	-3,27	1,18	0,95	0,95	0,91	4,45	-3,95	7,53	6,10	6,10	37,21	5,70	8,24
out/08	12,70	-11,63	11,63	135,14	5,34	-5,02	11,48	-10,50	10,50	110,28	5,05	-5,56	18,14	16,60	16,60	275,56	6,79	9,37
nov/08	4,55	3,75	3,75	14,06	5,20	-4,44	4,31	3,55	3,55	12,61	4,92	-4,99	9,09	7,50	7,50	56,25	6,85	10,37
dez/08	14,85	11,25	11,25	126,56	5,70	-2,07	13,06	9,89	9,89	97,85	5,33	-2,75	0,33	0,25	0,25	0,06	6,30	11,32

**APÊNDICE G – AJUSTAMENTO PREVISÃO DE DEMANDA PARA OS
PRODUTOS DO GRUPO C NO PERÍODO DE 2004 A 2007**

Período	Demanda	Empresa	HW	HOLT	SES	MMS	MMP	ARIMA
jan/04	59,52	64,87	57,43	53,78	57,87			59,10
fev/04	55,88	60,98	58,07	53,63	58,90			59,70
mar/04	55,62	57,70	60,60	55,70	57,01	57,70		59,20
abr/04	57,84	56,40	55,87	55,26	56,14	55,75	56,61	54,20
mai/04	67,79	56,73	65,05	57,36	57,20	56,73	57,23	61,60
jun/04	64,20	62,81	63,47	67,01	63,84	62,81	64,20	84,90
jul/04	62,80	68,98	62,84	64,13	64,06	65,99	62,80	64,50
ago/04	67,05	63,50	66,32	62,63	63,27	63,50	64,12	64,30
set/04	56,46	64,93	61,37	66,61	65,64	64,93	66,11	65,40
out/04	54,61	61,76	58,16	56,70	59,89	61,76	58,62	57,20
nov/04	66,56	55,54	56,83	54,38	56,58	55,54	57,82	54,60
dez/04	58,58	66,32	53,45	65,69	62,83	60,59	63,38	60,80
jan/05	58,73	62,57	55,98	58,69	60,17	62,57	58,02	59,30
fev/05	58,66	60,02	57,89	58,44	59,26	58,65	60,68	59,10
mar/05	60,10	58,69	62,58	58,37	58,89	58,69	58,65	61,60
abr/05	63,92	59,38	59,75	59,75	59,65	59,38	59,68	58,50
mai/05	72,00	62,01	70,50	63,48	62,32	62,01	62,40	68,00
jun/05	68,82	67,96	68,75	71,44	68,39	67,96	68,58	89,50
jul/05	72,50	70,41	68,15	68,84	68,66	70,41	67,77	69,10
ago/05	77,07	70,66	73,95	72,21	71,07	70,66	72,17	73,80
set/05	65,75	65,34	70,29	76,78	74,83	74,78	74,76	74,70
out/05	66,92	66,20	67,46	66,20	69,14	71,41	68,05	66,60
nov/05	58,34	66,33	67,81	66,73	67,75	66,33	69,39	66,70
dez/05	55,18	62,63	55,58	58,54	61,85	62,63	60,66	55,80
jan/06	55,59	56,76	55,55	55,06	57,67	56,76	58,29	55,20
fev/06	54,27	55,38	56,20	55,26	56,36	55,38	56,25	55,00
mar/06	61,11	54,93	59,61	54,02	55,05	54,93	54,57	56,50
abr/06	53,79	57,69	58,70	60,50	58,85	57,69	59,35	59,60
mai/06	64,31	57,45	65,20	53,86	55,68	57,45	54,31	60,80
jun/06	67,09	59,05	62,31	63,56	61,09	59,05	62,94	75,90
jul/06	63,34	65,70	63,92	66,77	64,85	65,70	63,61	66,20
ago/06	61,51	65,22	67,42	63,36	63,90	65,22	63,79	66,20
set/06	66,27	62,43	59,46	61,42	62,40	62,43	63,01	58,30
out/06	61,78	63,89	61,92	65,88	64,83	63,89	65,28	64,00
nov/06	59,28	64,03	62,37	61,83	62,92	64,03	61,96	64,20
dez/06	47,49	60,53	53,20	59,21	60,64	60,53	61,17	55,40
jan/07	46,18	53,38	50,73	47,77	52,40	53,38	51,71	48,80
fev/07	53,11	46,83	49,22	45,88	48,50	46,83	49,53	46,40
mar/07	62,10	49,64	55,36	52,41	51,39	49,64	51,32	54,60
abr/07	56,05	57,60	56,83	61,39	58,10	57,60	57,62	60,30
mai/07	62,35	59,08	65,32	56,11	56,82	59,08	55,64	63,10
jun/07	56,36	59,20	61,54	61,85	60,28	59,20	61,94	73,70
jul/07	55,09	59,35	58,48	56,44	57,82	59,35	56,61	57,60
ago/07	63,01	55,73	60,60	54,92	56,11	55,73	56,98	57,60
set/07	59,90	59,05	56,62	62,42	60,44	59,05	60,91	58,20
out/07	62,29	61,46	57,37	59,87	60,10	61,46	58,87	59,20
nov/07	63,49	61,10	60,15	62,02	61,48	61,10	62,34	60,40
dez/07	55,38	52,32	53,96	63,29	62,74	62,89	62,53	58,60

APÊNDICE H - ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO C PARA OS MODELOS MW, MH, SES E EMPRESA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008

Período	Holt Winter r						Holt						SES						Empresa					
	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan04	3,51	-2,09	2,09	4,37	2,09	-1,00	9,63	-5,73	5,73	32,87	5,73	-1,00	2,77	-1,65	1,65	2,72	1,65	-1,00	8,99	5,35	5,35	28,66	5,35	1,00
fev04	3,92	2,19	2,19	4,80	2,14	0,05	4,03	-2,25	2,25	5,06	3,99	-2,00	5,41	3,02	3,02	9,15	2,34	0,59	9,13	5,10	5,10	26,05	5,23	2,00
mar04	8,95	4,98	4,98	24,76	3,09	1,64	0,14	0,08	0,08	0,01	2,69	-2,94	2,49	1,39	1,39	1,92	2,02	1,37	3,73	2,08	2,08	4,31	4,18	3,00
abr04	3,39	-1,96	1,96	3,85	2,80	1,11	4,46	-2,58	2,58	6,64	2,66	-3,94	2,94	-1,70	1,70	2,89	1,94	0,55	2,48	-1,44	1,44	2,07	3,49	3,18
mai04	4,03	-2,73	2,73	7,47	2,79	0,14	15,38	-10,42	10,42	108,64	4,21	-4,96	15,61	-10,58	10,58	112,02	3,67	-2,60	16,31	-11,06	11,06	122,27	5,01	0,01
jun04	1,14	-0,73	0,73	0,53	2,45	-0,14	4,38	2,81	2,81	7,91	3,98	-4,55	0,57	-0,36	0,36	0,13	3,12	-3,17	2,16	-1,39	1,39	1,93	4,40	-0,31
jul04	0,06	0,04	0,04	0,00	2,10	-0,15	2,11	1,33	1,33	1,76	3,60	-4,66	2,01	1,26	1,26	1,60	2,85	-3,02	9,84	6,18	6,18	38,19	4,66	1,04
ago04	1,09	-0,73	0,73	0,53	1,93	-0,54	6,60	-4,42	4,42	19,58	3,70	-5,72	5,63	-3,78	3,78	14,27	2,97	-4,18	5,29	-3,55	3,55	12,60	4,52	0,28
set04	8,70	4,91	4,91	24,13	2,26	1,71	17,98	10,15	10,15	103,08	4,42	-2,50	16,26	9,18	9,18	84,26	3,66	-0,88	14,99	8,47	8,47	71,66	4,96	1,97
out04	6,50	3,55	3,55	12,62	2,39	3,10	3,83	2,09	2,09	4,37	4,19	-2,14	9,66	5,28	5,28	27,85	3,82	0,54	13,08	7,15	7,15	51,05	5,18	3,26
nov04	14,62	-9,73	9,73	94,71	3,06	-0,76	18,31	-12,18	12,18	148,45	4,91	-4,30	14,99	-9,98	9,98	99,60	4,38	-1,81	16,56	-11,03	11,03	121,55	5,71	1,03
dez04	8,75	-5,13	5,13	26,28	3,23	-2,30	12,14	7,11	7,11	50,55	5,10	-2,75	7,26	4,25	4,25	18,09	4,37	-0,84	13,21	7,74	7,74	59,89	5,88	2,31
jan05	4,68	-2,75	2,75	7,55	3,19	-3,19	0,06	-0,03	0,03	0,00	4,71	-2,99	2,46	1,44	1,44	2,08	4,14	-0,54	6,55	3,84	3,84	14,78	5,72	3,05
fev05	1,32	-0,77	0,77	0,60	3,02	-3,63	0,38	-0,22	0,22	0,05	4,39	-3,25	1,03	0,60	0,60	0,36	3,89	-0,42	2,31	1,36	1,36	1,84	5,41	3,48
mar05	4,13	2,48	2,48	6,16	2,98	-2,84	2,88	-1,73	1,73	2,99	4,21	-3,80	2,02	-1,21	1,21	1,47	3,71	-0,77	2,34	-1,41	1,41	1,98	5,14	3,38
abr05	6,53	-4,17	4,17	17,41	3,06	-4,13	6,53	-4,17	4,17	17,43	4,21	-4,80	6,68	-4,27	4,27	18,26	3,75	-1,90	7,10	-4,54	4,54	20,60	5,10	2,52
mai05	2,10	-1,51	1,51	2,28	2,97	-4,77	11,83	-8,52	8,52	72,59	4,46	-6,43	13,44	-9,68	9,68	93,68	4,10	-4,10	13,88	-9,99	9,99	99,87	5,39	0,53
jun05	0,10	-0,07	0,07	0,00	2,81	-5,07	3,80	2,61	2,61	6,83	4,36	-5,99	0,63	-0,43	0,43	0,19	3,89	-4,42	1,25	-0,86	0,86	0,74	5,14	0,39
jul05	6,00	-4,35	4,35	18,92	2,89	-6,43	5,04	-3,66	3,66	13,37	4,32	-6,88	5,29	-3,84	3,84	14,71	3,89	-5,41	2,87	-2,08	2,08	4,34	4,98	-0,02
ago05	4,04	-3,12	3,12	9,70	2,90	-7,48	6,30	-4,85	4,85	23,57	4,35	-7,96	7,79	-6,00	6,00	36,05	4,00	-6,77	8,32	-6,41	6,41	41,08	5,05	-1,28
set05	6,91	4,54	4,54	20,62	2,98	-5,76	16,78	11,03	11,03	121,73	4,67	-5,05	13,81	9,08	9,08	82,41	4,24	-4,24	0,62	-0,41	0,41	0,17	4,83	-1,43
out05	0,81	0,54	0,54	0,29	2,87	-5,79	1,07	-0,71	0,71	0,51	4,49	-5,41	3,32	2,22	2,22	4,94	4,15	-3,80	1,07	-0,72	0,72	0,51	4,64	-1,64
nov05	16,25	9,48	9,48	89,84	3,15	-2,26	14,38	8,39	8,39	70,40	4,66	-3,41	16,13	9,41	9,41	88,55	4,38	-1,45	13,71	8,00	8,00	63,96	4,79	0,08
dez05	0,72	0,40	0,40	0,16	3,04	-2,21	6,09	3,36	3,36	11,30	4,60	-2,72	12,09	6,67	6,67	44,47	4,47	0,07	13,49	7,45	7,45	55,45	4,90	1,60
jan06	0,06	-0,03	0,03	0,00	2,92	-2,32	0,94	-0,52	0,52	0,27	4,44	-2,94	3,75	2,08	2,08	4,34	4,38	0,55	2,11	1,17	1,17	1,37	4,75	1,90
fev06	3,56	1,93	1,93	3,72	2,88	-1,68	1,82	0,99	0,99	0,97	4,31	-2,80	3,85	2,09	2,09	4,37	4,29	1,05	2,04	1,11	1,11	1,23	4,61	2,19
mar06	2,45	-1,49	1,49	2,23	2,83	-2,24	11,60	-7,09	7,09	50,24	4,41	-4,34	9,91	-6,05	6,05	36,64	4,35	-0,36	10,11	-6,18	6,18	38,16	4,67	0,84
abr06	9,12	4,91	4,91	24,08	2,90	-0,49	12,46	6,71	6,71	44,96	4,49	-2,77	9,40	5,06	5,06	25,57	4,38	0,80	7,25	3,90	3,90	15,21	4,64	1,69
mai06	1,38	0,89	0,89	0,79	2,83	-0,19	16,25	-10,45	10,45	109,27	4,70	-4,88	13,42	-8,63	8,63	74,54	4,52	-1,14	10,67	-6,86	6,86	47,10	4,72	0,21
jun06	7,12	-4,78	4,78	22,83	2,90	-1,83	5,26	-3,53	3,53	12,44	4,66	-5,67	8,94	-6,00	6,00	36,00	4,57	-2,44	11,98	-8,04	8,04	64,61	4,83	-1,46
jul06	0,92	0,58	0,58	0,34	2,82	-1,68	5,42	3,43	3,43	11,77	4,62	-4,98	2,38	1,51	1,51	2,28	4,48	-2,15	3,73	2,36	2,36	5,58	4,75	-0,99
ago06	9,60	5,91	5,91	34,87	2,92	0,40	3,01	1,85	1,85	3,43	4,53	-4,67	3,89	2,39	2,39	5,73	4,41	-1,64	6,02	3,71	3,71	13,73	4,72	-0,21
set06	10,29	-6,82	6,82	46,48	3,04	-1,86	7,32	-4,85	4,85	23,55	4,54	-5,72	5,84	-3,87	3,87	14,98	4,39	-2,53	5,81	-3,85	3,85	14,82	4,69	-1,03
out06	0,22	0,13	0,13	0,02	2,95	-1,87	6,63	4,09	4,09	16,77	4,53	-4,84	4,93	3,05	3,05	9,29	4,35	-1,85	3,42	2,11	2,11	4,46	4,61	-0,59
nov06	5,22	3,09	3,09	9,57	2,96	-0,82	4,30	2,55	2,55	6,49	4,47	-4,33	6,14	3,64	3,64	13,24	4,33	-1,02	8,01	4,75	4,75	22,54	4,62	0,44
dez06	12,03	5,71	5,71	32,66	3,03	1,09	24,67	11,72	11,72	137,31	4,67	-1,63	27,69	13,15	13,15	172,91	4,58	1,91	27,46	13,04	13,04	170,09	4,85	3,10
jan07	9,86	4,55	4,55	20,72	3,08	2,55	3,46	1,60	1,60	2,55	4,59	-1,32	13,48	6,22	6,22	38,72	4,62	3,23	15,61	7,21	7,21	51,97	4,92	4,53
fev07	7,31	-3,88	3,88	15,07	3,10	1,28	13,61	-7,23	7,23	52,26	4,66	-2,85	8,68	-4,61	4,61	21,22	4,62	2,24	11,81	-6,27	6,27	39,35	4,95	3,23
mar07	10,85	-6,74	6,74	45,41	3,19	-0,87	15,60	-9,69	9,69	93,91	4,79	-4,79	17,25	-10,71	10,71	114,80	4,78	-0,08	20,06	-12,46	12,46	155,24	5,14	0,69
abr07	1,40	0,78	0,78	0,61	3,13	-0,63	9,53	5,34	5,34	28,55	4,80	-3,67	3,66	2,05	2,05	4,20	4,71	0,36	2,77	1,55	1,55	2,41	5,05	1,01
mai07	4,76	2,97	2,97	8,82	3,13	0,31	10,01	-6,24	6,24	38,93	4,84	-4,93	8,87	-5,53	5,53	30,62	4,73	-0,81	5,25	-3,27	3,27	10,72	5,01	0,36
jun07	9,20	5,19	5,19	26,89	3,17	1,94	9,74	5,49	5,49	30,10	4,85	-3,79	6,96	3,92	3,92	15,40	4,71	0,01	5,04	2,84	2,84	8,07	4,96	0,94
jul07	6,14	3,38	3,38	11,43	3,18	3,00	2,43	1,34	1,34	1,80	4,77	-3,57	4,95	2,73	2,73	7,45	4,67	0,60	7,73	4,26	4,26	18,14	4,94	1,80
ago07	3,83	-2,41	2,41	5,83	3,16	2,26	12,83	-8,09	8,09	65,38	4,85	-5,18	10,94	-6,90	6,90	47,56	4,72	-0,87	11,56	-7,28	7,28	53,05	5,00	0,32
set07	5,48	-3,28	3,28	10,76	3,16	1,22	4,21	2,52	2,52	6,35	4,80	-4,71	0,89	0,54	0,54	0,29	4,62	-0,77	1,42	-0,85	0,85	0,72	4,90	0,16
out07	7,91	-4,92	4,92	24,25	3,20	-0,33	3,90	-2,43	2,43	5,89	4,74	-5,27	3,52	-2,19	2,19	4,82	4,57	-1,26	1,35	-0,84	0,84	0,70	4,82	-0,01
nov07	5,26	-3,34	3,34	11,15	3,21	-1,38	2,32	-1,47	1,47	2,17	4,67	-5,67	3,17	-2,01	2,01	4,06	4,52	-1,72	3,77	-2,39	2,39	5,72	4,76	-0,52
dez07	2,55	-1,41	1,41	2,00	3,17	-1,84	14,28	7,91	7,91	62,55	4,74	-3,92	13,29	7,36	7,36	54,18								

APÊNDICE I - ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO C PARA OS MODELOS MMS, MMP E ARIMA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008

Período	MMS						MMP						ARIMA					
	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/04													0,70	-0,42	0,42	0,17	0,42	-1,00
fev/04													6,84	3,82	3,82	14,62	2,12	1,61
mar/04	3,73	2,08	2,08	4,31	2,08	1,00							6,44	3,58	3,58	12,82	2,61	2,68
abr/04	3,61	-2,09	2,09	4,36	2,08	-0,01	2,12	-1,23	1,23	1,51	-1,23	1,00	6,29	-3,64	3,64	13,23	2,86	1,17
mai/04	16,31	-11,06	11,06	122,27	5,07	-2,18	15,58	-10,56	10,56	111,53	-5,89	1,79	9,13	-6,19	6,19	38,27	3,53	-0,80
jun/04	2,16	-1,39	1,39	1,93	4,15	-3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,93	2,69	32,24	20,70	20,70	428,49	6,39	2,80
jul/04	5,08	3,19	3,19	10,20	3,96	-2,34	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,95	3,58	2,71	1,70	1,70	2,89	5,72	3,42
ago/04	5,29	-3,55	3,55	12,60	3,89	-3,29	4,36	-2,93	2,93	8,56	-2,94	4,58	4,10	-2,75	2,75	7,56	5,35	3,14
set/04	14,99	8,47	8,47	71,66	4,55	-0,96	17,08	9,65	9,65	93,04	-0,84	4,55	15,83	8,94	8,94	79,92	5,75	4,48
out/04	13,08	7,15	7,15	51,05	4,87	0,57	7,35	4,01	4,01	16,10	-0,15	-1,16	4,74	2,59	2,59	6,71	5,43	5,22
nov/04	16,56	-11,03	11,03	121,55	5,55	-1,48	13,12	-8,74	8,74	76,31	-1,22	7,00	17,97	-11,96	11,96	143,04	6,03	2,72
dez/04	3,42	2,00	2,00	4,02	5,20	-1,20	8,20	4,80	4,80	23,05	-0,55	6,78	3,79	2,22	2,22	4,92	5,71	3,26
jan/05	6,55	3,84	3,84	14,78	5,08	-0,47	1,20	-0,70	0,70	0,50	-0,57	7,84	0,98	0,57	0,57	0,33	5,31	3,61
fev/05	0,02	-0,01	0,01	0,00	4,65	-0,51	3,44	2,02	2,02	4,06	-0,33	7,33	0,74	0,44	0,44	0,19	4,97	3,95
mar/05	2,34	-1,41	1,41	1,98	4,40	-0,86	2,42	-1,45	1,45	2,11	-0,43	9,13	2,50	1,50	1,50	2,25	4,73	4,46
abr/05	7,10	-4,54	4,54	20,60	4,41	-1,89	6,64	-4,24	4,24	18,00	-0,72	11,30	8,48	-5,42	5,42	29,38	4,78	3,29
mai/05	13,88	-9,99	9,99	99,87	4,79	-3,83	13,34	-9,61	9,61	92,30	-1,36	13,09	5,56	-4,00	4,00	16,03	4,73	2,47
jun/05	1,25	-0,86	0,86	0,74	4,54	-4,23	0,35	-0,24	0,24	0,06	-1,28	14,04	30,04	20,68	20,68	427,55	5,62	5,76
jul/05	2,87	-2,08	2,08	4,34	4,40	-4,84	6,52	-4,73	4,73	22,36	-1,50	15,18	4,69	-3,40	3,40	11,54	5,50	5,27
ago/05	8,32	-6,41	6,41	41,08	4,51	-6,14	6,35	-4,90	4,90	23,96	-1,70	16,28	4,24	-3,27	3,27	10,69	5,39	4,77
set/05	13,74	9,03	9,03	81,60	4,75	-3,93	13,70	9,01	9,01	81,12	-1,10	16,89	13,61	8,95	8,95	80,11	5,56	6,23
out/05	6,71	4,49	4,49	20,18	4,73	-2,99	1,70	1,14	1,14	1,29	-0,98	17,75	0,47	-0,32	0,32	0,10	5,32	6,45
nov/05	13,71	8,00	8,00	63,96	4,89	-1,26	18,96	11,06	11,06	122,30	-0,38	16,79	14,34	8,36	8,36	69,96	5,45	7,83
dez/05	13,49	7,45	7,45	55,45	5,00	0,26	9,93	5,48	5,48	30,01	-0,10	9,07	1,12	0,62	0,62	0,38	5,25	8,25
jan/06	2,11	1,17	1,17	1,37	4,84	0,51	4,86	2,70	2,70	7,31	0,02	71,87	0,69	-0,39	0,39	0,15	5,06	8,49
fev/06	2,04	1,11	1,11	1,23	4,68	0,76	3,64	1,98	1,98	3,91	0,11	34,21	1,34	0,73	0,73	0,53	4,89	8,93
mar/06	10,11	-6,18	6,18	38,16	4,74	-0,55	10,69	-6,54	6,54	42,71	-0,17	16,66	7,54	-4,61	4,61	21,23	4,88	8,00
abr/06	7,25	3,90	3,90	15,21	4,71	0,27	10,34	5,56	5,56	30,94	0,06	44,85	10,80	5,81	5,81	33,74	4,91	9,13
mai/06	10,67	-6,86	6,86	47,10	4,79	-1,16	15,55	-10,00	10,00	100,05	-0,33	22,22	5,46	-3,51	3,51	12,34	4,86	8,50
jun/06	11,98	-8,04	8,04	64,61	4,91	-2,77	6,19	-4,15	4,15	17,24	-0,47	24,37	13,13	8,81	8,81	77,62	5,00	10,04
jul/06	3,73	2,36	2,36	5,58	4,82	-2,33	0,43	0,27	0,27	0,07	-0,44	25,21	4,52	2,86	2,86	8,18	4,93	10,76
ago/06	6,02	3,71	3,71	13,73	4,78	-1,58	3,70	2,28	2,28	5,19	-0,35	25,46	7,62	4,69	4,69	22,00	4,92	11,73
set/06	5,81	-3,85	3,85	14,82	4,75	-2,40	4,93	-3,27	3,27	10,68	-0,44	27,24	12,03	-7,97	7,97	63,59	5,01	9,92
out/06	3,42	2,11	2,11	4,46	4,67	-1,99	5,66	3,50	3,50	12,25	-0,32	27,13	3,59	2,22	2,22	4,92	4,93	10,54
nov/06	8,01	4,75	4,75	22,54	4,67	-0,97	4,52	2,68	2,68	7,17	-0,22	26,51	8,30	4,92	4,92	24,21	4,93	11,54
dez/06	27,46	13,04	13,04	170,09	4,92	1,73	28,80	13,68	13,68	187,08	0,20	39,21	16,66	7,91	7,91	62,59	5,01	12,92
jan/07	15,61	7,21	7,21	51,97	4,98	3,15	11,98	5,53	5,53	30,60	0,35	37,46	5,68	2,62	2,62	6,89	4,95	13,62
fev/07	11,81	-6,27	6,27	39,35	5,02	1,88	6,74	-3,58	3,58	12,80	0,24	40,07	12,63	-6,71	6,71	44,96	4,99	12,15
mar/07	20,06	-12,46	12,46	155,24	5,22	-0,58	17,35	-10,78	10,78	116,15	-0,06	16,75	12,08	-7,50	7,50	56,25	5,06	10,52
abr/07	2,77	1,55	1,55	2,41	5,12	-0,29	2,81	1,57	1,57	2,48	-0,02	-25,97	7,58	4,25	4,25	18,06	5,04	11,40
mai/07	5,25	-3,27	3,27	10,72	5,08	-0,93	10,76	-6,71	6,71	44,98	-0,20	31,72	1,21	0,75	0,75	0,56	4,93	11,80
jun/07	5,04	2,84	2,84	8,07	5,02	-0,38	9,91	5,59	5,59	31,19	-0,05	13,02	30,77	17,34	17,34	300,72	5,23	14,45
jul/07	7,73	4,26	4,26	18,14	5,00	0,47	2,75	1,51	1,51	2,29	-0,01	-108,53	4,55	2,51	2,51	6,28	5,17	15,11
ago/07	11,56	-7,28	7,28	53,05	5,06	-0,97	9,57	-6,03	6,03	36,37	-0,16	33,09	8,59	-5,41	5,41	29,27	5,17	14,05
set/07	1,42	-0,85	0,85	0,72	4,96	-1,16	1,69	1,01	1,01	1,03	-0,13	32,35	2,84	-1,70	1,70	2,89	5,09	13,93
out/07	1,35	-0,84	0,84	0,70	4,86	-1,36	5,50	-3,43	3,43	11,75	-0,20	36,98	4,97	-3,09	3,09	9,57	5,05	13,43
nov/07	3,77	-2,39	2,39	5,72	4,81	-1,87	1,81	-1,15	1,15	1,31	-0,23	38,55	4,87	-3,09	3,09	9,55	5,01	12,93
dez/07	13,57	7,52	7,52	56,48	4,87	-0,31	12,91	7,15	7,15	51,11	-0,06	25,07	5,82	3,22	3,22	10,39	4,97	13,67
jan/08	2,14	1,25	1,25	1,55	1,25	1,00	1,10	-0,64	0,64	0,41	-0,64	1,00	3,64	-2,12	2,12	4,48	2,12	-1,00
fev/08	11,08	-7,07	7,07	50,03	4,16	-1,40	7,04	-4,49	4,49	20,19	-0,53	9,59	11,41	-7,29	7,29	53,07	4,70	-2,00
mar/08	3,64	2,14	2,14	4,58	3,49	-1,06	4,32	2,54	2,54	6,48	0,45	-5,69	3,75	2,21	2,21	4,88	3,87	-1,86
abr/08	6,76	3,89	3,89	15,11	3,59	0,06	2,60	1,50	1,50	2,24	-0,24	4,50	0,52	-0,30	0,30	0,09	2,98	-2,52
mai/08	8,33	-5,29	5,29	27,98	3,93	-1,30	6,80	-4,32	4,32	18,65	-1,11	4,87	0,77	0,49	0,49	0,24	2,48	-2,82
jun/08	0,96	0,57	0,57	0,33	3,37	-1,34	3,50	2,10	2,10	4,39	2,10	-1,58	7,15	4,28	4,28	18,32	2,78	-0,98
jul/08	12,92	-9,16	9,16	83,81	4,20	-3,26	16,02	-11,35	11,35	128,86	-4,63	3,17	11,79	-8,35	8,35	69,72	3,58	-3,10
ago/08	8,52	-6,09	6,09	37,09	4,43	-4,46	4,28	-3,06	3,06	9,96	-4,11	4,32	11,01	-7,87	7,87	61,94	4,11	-4,61
set/08	3,24	-2,38	2,38	5,66	4,20	-5,27	6,80	-5,00	5,00	24,97	-4,33	5,25	13,16	-9,68	9,68	93,70	4,73	-6,05
out/08	0,14	-0,10	0,10	0,01	3,79	-5,86	0,20	0,14	0,14	0,02	-3,43	6,57	18,61	-13,51	13,51	182,52	5,61	-7,51
nov/08	15,90	10,03	10,03	100,50	4,36	-2,80	14,79	9,33	9,33	86,96	-1,31	10,14	17,66	-11,13	11,13	123,88	6,11	-8,72
dez/08	3,83	2,50	2,50	6,25	4,21	-2,31	1,33	0,87	0,87	0,75	-1,00	12,42	37,83	-24,71	24,71	610,58	7,66	-10,18

**APÊNDICE J – AJUSTAMENTO DAS PREVISÕES REALIZADAS PELOS
MÉTODOS PARA OS PRODUTOS DO GRUPO D NO PERÍODO DE 2004 A 2007**

Período	Demanda	Empresa	HW	HOLT	SES	MMS	MMP	ARIMA
jan/04	47,36	59,10	46,72	47,36	60,04			55,30
fev/04	46,96	44,09	47,62	47,14	57,86			54,20
mar/04	61,79	62,78	47,77	46,89	55,98	47,16		53,20
abr/04	51,78	49,10	48,93	49,15	56,98	54,37	50,92	54,70
mai/04	46,42	49,09	49,21	49,46	56,09	56,78	54,31	54,40
jun/04	53,70	59,87	49,93	48,84	54,42	49,10	53,70	53,20
jul/04	54,41	55,10	50,25	49,52	54,30	50,06	50,07	53,40
ago/04	56,31	55,12	51,18	50,24	54,32	54,05	51,48	53,70
set/04	58,72	57,89	51,48	51,18	54,66	55,36	54,66	54,30
out/04	56,96	57,33	52,50	52,41	55,36	57,52	56,30	55,20
nov/04	62,41	56,54	52,79	53,18	55,63	57,84	57,47	55,60
dez/04	45,82	55,54	53,84	54,77	56,80	59,69	58,95	56,90
jan/05	51,33	54,98	53,97	53,39	54,91	54,12	56,34	55,20
fev/05	49,43	54,21	54,60	53,10	54,30	48,58	52,72	54,70
mar/05	67,25	54,02	54,89	52,52	53,46	50,38	49,02	54,00
abr/05	42,43	51,10	55,80	54,99	55,83	58,34	54,65	56,30
mai/05	67,55	53,09	56,05	53,01	53,53	54,84	54,96	54,20
jun/05	72,31	58,97	56,69	55,46	55,94	54,99	57,10	56,50
jul/05	59,09	59,45	57,65	58,38	58,75	69,93	60,49	59,20
ago/05	83,79	68,45	58,12	58,73	58,81	65,70	67,33	59,40
set/05	66,23	60,56	59,15	63,13	63,11	71,44	69,82	63,50
out/05	73,53	67,34	59,98	64,04	63,64	75,01	71,11	64,10
nov/05	76,74	77,78	60,61	66,04	65,35	69,88	73,91	65,80
dez/05	65,84	54,88	61,70	68,29	67,30	75,13	71,95	67,80
jan/06	62,39	53,98	62,17	68,43	67,05	71,29	72,87	67,60
fev/06	59,91	54,33	62,83	67,95	66,25	64,12	68,55	67,00
mar/06	71,74	52,87	63,23	67,10	65,16	61,15	62,89	66,00
abr/06	54,80	52,40	64,02	68,31	66,29	65,83	63,78	67,10
mai/06	63,42	55,78	64,40	66,53	64,32	63,27	63,47	65,30
jun/06	64,20	60,54	64,83	66,39	64,16	59,11	62,61	65,10
jul/06	61,30	58,20	65,56	67,48	65,29	63,81	60,77	65,20
ago/06	79,16	64,56	65,57	63,41	61,07	62,75	63,19	64,70
set/06	68,99	56,21	66,24	66,25	64,18	70,23	66,86	67,20
out/06	75,14	68,77	67,19	67,02	65,01	74,07	70,64	67,70
nov/06	64,34	71,98	67,52	68,71	66,75	72,07	73,93	69,10
dez/06	57,96	65,21	68,41	68,37	66,34	69,74	70,33	68,50
jan/07	53,18	68,99	68,38	67,00	64,89	61,15	66,26	67,00
fev/07	70,85	68,82	68,95	64,99	62,88	55,57	58,83	64,90
mar/07	83,89	70,99	69,11	66,17	64,25	62,01	59,31	66,00
abr/07	59,41	55,98	70,47	69,36	67,63	77,37	68,38	69,10
mai/07	78,18	65,10	70,40	68,06	66,22	71,65	73,27	67,70
jun/07	63,34	62,35	71,37	70,04	68,27	68,80	72,33	69,60
jul/07	48,54	58,20	71,56	69,28	67,42	70,76	68,16	68,80
ago/07	72,42	60,98	71,75	66,14	64,18	55,94	64,42	65,70
set/07	60,34	55,78	72,08	67,37	65,59	60,48	59,58	66,90
out/07	71,16	56,78	72,73	66,42	64,69	66,38	61,42	66,00
nov/07	67,74	64,50	72,83	67,38	65,80	65,75	67,11	67,00
dez/07	70,87	59,34	73,72	67,65	66,14	69,45	66,70	67,30

APÊNDICE K - ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO D PARA OS MODELOS MW, MH, SES E EMPRESA, NO PERÍODO DE 2004 A 2008

Período	Holt Winter							Holt							SES							Empresa						
	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS		MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS		MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS		MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	
jan04	1,36	-0,64	0,64	0,41	0,64	-1,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	26,76	12,68	12,68	160,69	12,68	1,00	24,78	11,74	11,74	137,72	11,74	1,00			
fev04	1,39	0,65	0,65	0,43	0,65	0,01	0,37	0,18	0,18	0,03	0,09	1,95	23,20	10,89	10,89	118,70	11,79	2,00	6,12	-2,87	2,87	8,25	7,30	1,21				
mar04	22,69	-14,02	14,02	196,49	5,11	-2,74	24,11	-14,90	14,90	221,92	5,03	-2,93	9,39	-5,80	5,80	33,66	9,79	1,81	1,61	0,99	0,99	0,99	5,20	1,90				
abr04	5,49	-2,84	2,84	8,08	4,54	-3,71	5,08	-2,63	2,63	6,92	4,43	-3,92	10,06	5,21	5,21	27,11	8,64	2,66	5,17	-2,68	2,68	7,17	4,57	1,57				
mai04	6,01	2,79	2,79	7,78	4,19	-3,36	6,54	3,04	3,04	9,23	4,15	-3,45	20,83	9,67	9,67	93,46	8,85	3,69	5,76	2,67	2,67	7,14	4,19	2,35				
jun04	7,01	-3,76	3,76	14,17	4,12	-4,33	9,05	-4,86	4,86	23,59	4,27	-4,49	1,35	0,73	0,73	0,53	7,50	4,45	11,49	6,17	6,17	38,08	4,52	3,54				
jul04	7,64	-4,16	4,16	17,30	4,12	-5,33	8,98	-4,89	4,89	23,87	4,36	-5,52	0,20	-0,11	0,11	0,01	6,44	5,17	1,27	0,69	0,69	0,48	3,97	4,21				
ago04	9,11	-5,13	5,13	26,32	4,25	-6,38	10,79	-6,08	6,08	36,94	4,57	-6,59	3,54	-1,99	1,99	3,98	5,88	5,31	2,12	-1,19	1,19	1,42	3,63	4,28				
set04	12,33	-7,24	7,24	52,40	4,58	-7,50	12,84	-7,54	7,54	56,85	4,90	-7,69	6,91	-4,06	4,06	16,47	5,68	4,79	1,41	-0,83	0,83	0,69	3,32	4,43				
out04	7,84	-4,46	4,46	19,92	4,57	-8,49	8,00	-4,56	4,56	20,75	4,87	-8,68	2,81	-1,60	1,60	2,57	5,27	4,86	0,65	0,37	0,37	0,14	3,02	4,99				
nov04	15,42	-9,62	9,62	92,64	5,03	-9,63	14,78	-9,23	9,23	85,14	5,26	-9,78	10,86	-6,78	6,78	45,93	5,41	3,48	9,41	-5,87	5,87	34,48	3,28	2,80				
dez04	17,48	8,01	8,01	64,17	5,28	-7,66	19,52	8,94	8,94	80,00	5,57	-7,63	23,95	10,98	10,98	120,46	5,87	5,07	21,20	9,72	9,72	94,39	3,82	4,95				
jan05	5,15	2,64	2,64	6,98	5,08	-7,45	4,02	2,06	2,06	4,25	5,30	-7,63	6,99	3,59	3,59	12,85	5,70	5,86	7,12	3,65	3,65	13,35	3,80	5,93				
fev05	10,46	5,17	5,17	26,73	5,08	-6,42	7,42	3,67	3,67	13,44	5,18	-7,10	9,84	4,87	4,87	23,67	5,64	6,78	9,67	4,78	4,78	22,87	3,87	7,06				
mar05	18,38	-12,36	12,36	152,76	5,57	-8,08	21,89	-14,72	14,72	216,71	5,82	-8,85	20,50	-13,79	13,79	190,07	6,18	3,96	19,67	-13,22	13,22	174,88	4,50	3,14				
abr05	31,52	13,37	13,37	178,77	6,06	-5,22	29,61	12,56	12,56	157,85	6,24	-6,24	31,60	13,41	13,41	179,71	6,63	5,71	20,44	8,67	8,67	75,22	4,76	4,79				
mai05	17,02	-11,50	11,50	132,23	6,38	-6,76	21,53	-14,55	14,55	211,59	6,73	-7,95	20,77	-14,03	14,03	196,78	7,07	3,37	21,41	-14,46	14,46	209,20	5,33	1,56				
jun05	21,60	-15,62	15,62	244,00	6,89	-8,52	23,31	-16,86	16,86	284,16	7,29	-9,65	22,64	-16,38	16,38	268,15	7,59	0,99	18,45	-13,34	13,34	178,04	5,77	-0,87				
jul05	2,44	-1,44	1,44	2,08	6,60	-9,11	1,19	-0,71	0,71	0,50	6,94	-10,23	0,56	-0,33	0,33	0,11	7,20	0,99	0,61	0,36	0,36	0,13	5,49	-0,85				
ago05	30,63	-25,66	25,66	658,62	7,56	-11,36	29,91	-25,06	25,06	627,88	7,85	-12,24	29,81	-24,97	24,97	623,74	8,09	-2,20	18,30	-15,34	15,34	235,20	5,98	-3,34				
set05	10,70	-7,09	7,09	50,25	7,53	-12,34	4,68	-3,10	3,10	9,62	7,62	-13,01	4,72	-3,13	3,13	9,78	7,86	-2,67	8,57	-5,67	5,67	32,20	5,97	-4,30				
out05	18,43	-13,55	13,55	183,60	7,81	-13,64	12,90	-9,49	9,49	90,01	7,71	-14,10	13,44	-9,89	9,89	97,71	7,95	-3,88	8,42	-6,19	6,19	38,31	5,98	-5,33				
nov05	21,01	-16,12	16,12	260,00	8,17	-15,01	13,95	-10,70	10,70	114,52	7,84	-15,23	14,85	-11,39	11,39	129,77	8,10	-5,22	1,36	1,04	1,04	1,09	5,76	-5,35				
dez05	6,29	-4,14	4,14	17,13	8,00	-15,84	3,72	2,45	2,45	6,01	7,61	-15,36	2,23	1,47	1,47	2,15	7,82	-5,21	16,65	-10,96	10,96	120,18	5,98	-6,99				
jan06	0,35	-0,22	0,22	0,05	7,69	-16,51	9,67	6,03	6,03	36,41	7,55	-14,69	7,47	4,66	4,66	21,73	7,69	-4,69	13,48	-8,41	8,41	70,74	6,08	-8,26				
fev06	4,87	2,92	2,92	8,50	7,51	-16,53	13,42	8,04	8,04	64,62	7,57	-13,59	10,58	6,34	6,34	40,21	7,64	-3,90	9,31	-5,58	5,58	31,14	6,06	-9,21				
mar06	11,86	-8,51	8,51	72,44	7,54	-17,57	6,47	-4,64	4,64	21,54	7,46	-14,41	9,17	-6,58	6,58	43,30	7,60	-4,78	26,30	-18,87	18,87	356,10	6,53	-11,43				
abr06	16,83	9,22	9,22	85,07	7,60	-16,22	24,66	13,51	13,51	182,55	7,68	-12,24	20,97	11,49	11,49	132,10	7,74	-3,21	4,38	-2,40	2,40	5,75	6,38	-12,07				
mai06	1,55	0,98	0,98	0,97	7,37	-16,59	4,91	3,11	3,11	9,68	7,52	-12,09	1,42	0,90	0,90	0,81	7,51	-3,19	12,04	-7,64	7,64	58,31	6,43	-13,17				
jun06	0,97	0,63	0,63	0,39	7,15	-17,02	3,41	2,19	2,19	4,80	7,34	-12,08	0,06	-0,04	0,04	0,00	7,26	-3,31	5,70	-3,66	3,66	13,40	6,34	-13,94				
jul06	6,96	4,26	4,26	18,18	7,06	-16,64	10,07	6,18	6,18	38,14	7,31	-11,30	3,99	3,99	15,94	7,15	-2,80	5,06	-3,10	3,10	9,61	6,23	-14,67					
ago06	17,16	-13,58	13,58	184,45	7,26	-18,05	19,89	-15,74	15,74	247,84	7,57	-12,98	22,85	-18,09	18,09	327,18	7,49	-5,08	18,44	-14,60	14,60	213,05	6,49	-16,33				
set06	3,98	-2,75	2,75	7,55	7,12	-18,78	3,96	-2,74	2,74	7,48	7,42	-13,61	6,97	-4,81	4,81	23,10	7,41	-5,79	18,52	-12,77	12,77	163,18	6,68	-17,78				
out06	10,59	-7,96	7,96	63,30	7,15	-19,83	10,80	-8,12	8,12	65,92	7,44	-14,66	13,49	-10,14	10,14	102,76	7,49	-7,08	8,49	-6,38	6,38	40,69	6,67	-18,76				
nov06	4,94	3,18	3,18	10,11	7,03	-19,70	6,79	4,37	4,37	19,10	7,35	-14,24	3,74	2,41	2,41	5,81	7,35	-6,89	11,88	7,64	7,64	58,38	6,70	-17,54				
dez06	18,04	10,45	10,45	109,28	7,13	-17,97	17,97	10,42	10,42	108,49	7,44	-12,68	14,46	8,38	8,38	70,22	7,38	-5,73	12,52	7,26	7,26	52,66	6,72	-16,42				
jan07	28,58	15,20	15,20	231,00	7,35	-15,37	25,99	13,82	13,82	191,00	7,61	-10,58	22,03	11,72	11,72	137,29	7,49	-4,07	29,73	15,81	15,81	249,93	6,96	-13,57				
fev07	2,68	-1,90	1,90	3,60	7,20	-15,94	8,27	-5,86	5,86	34,31	7,57	-11,42	11,25	-7,97	7,97	63,50	7,51	-5,13	2,86	-2,03	2,03	4,11	6,83	-14,12				
mar07	17,62	-14,78	14,78	218,43	7,40	-17,51	21,12	-17,72	17,72	313,93	7,83	-13,30	23,41	-19,64	19,64	385,66	7,82	-7,44	15,38	-12,90	12,90	166,46	6,99	-15,66				
abr07	18,61	11,06	11,06	122,24	7,49	-15,82	16,75	9,95	9,95	99,04	7,88	-11,95	13,83	8,22	8,22	67,55	7,83	-6,38	5,77	-3,43	3,43	11,76	6,90	-16,35				
mai07	9,95	-7,78	7,78	60,58	7,50	-16,85	12,95	-10,12	10,12	102,46	7,93	-13,14	15,31	-11,97	11,97	143,24	7,93	-7,81	16,74	-13,09	13,09	171,23	7,05	-17,86				
jun07	12,68	8,03	8,03	64,46	7,51	-15,75	10,58	6,70	6,70	44,87	7,90	-12,34	7,79	4,93	4,93	24,35	7,86	-7,25	1,57	-0,99	0,99	0,99	6,91	-18,38				
jul07	47,43	23,02	23,02	529,98	7,87	-12,10	42,72	20,74	20,74	430,05	8,20	-9,37	38,90	18,88	18,88	356,58	8,11	-4,69	19,90	9,66	9,66	93,29	6,97	-16,82				
ago07	0,91	-0,66	0,66	0,44	7,71	-12,45	8,66	-6,27	6,27	39,37	8,16	-10,18	11,38	-8,24	8,24	67,88	8,12	-5,71	15,79	-11,44	11,44	130,77	7,07	-18,20				
set07	19,46	11,74	11,74	137,82	7,80	-10,80	11,65	7,03	7,03	49,42</																		

APÊNDICE L- ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO D PARA OS MODELOS MMS, MMP E ARIMA NO PERÍODO DE 2004 A 2008

Período	MMS						MMP						ARIMA					
	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/04													16,76	-7,94	7,94	63,01	7,94	-1,00
fev/04													15,41	-7,24	7,24	52,37	7,59	-2,00
mar/04	23,67	-14,62	14,62	213,81	14,62	-1,00							13,90	8,59	8,59	73,70	7,92	-0,83
abr/04	5,02	2,60	2,60	6,75	8,61	-1,40	1,66	-0,86	0,86	0,74	0,86	-1,00	5,65	-2,92	2,92	8,55	6,67	-1,43
mai/04	22,32	10,36	10,36	107,34	9,19	-0,18	17,00	7,89	7,89	62,26	4,37	1,61	17,19	-7,98	7,98	63,68	6,93	-2,52
jun/04	8,57	-4,60	4,60	21,17	8,05	-0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	2,92	2,41	0,93	0,50	0,50	0,25	5,86	-2,90
jul/04	7,99	-4,35	4,35	18,89	7,31	-1,45	7,98	-4,34	4,34	18,84	3,27	0,82	1,85	1,01	1,01	1,01	5,17	-3,09
ago/04	4,02	-2,26	2,26	5,11	6,46	-1,99	8,59	-4,84	4,84	23,38	3,59	-0,60	4,64	2,61	2,61	6,83	4,85	-2,76
set/04	5,72	-3,36	3,36	11,29	6,02	-2,70	6,91	-4,06	4,06	16,44	3,66	-1,69	7,53	4,42	4,42	19,54	4,80	-1,87
out/04	0,97	0,55	0,55	0,31	5,34	-2,94	1,15	-0,66	0,66	0,43	3,23	-2,12	3,09	1,76	1,76	3,11	4,50	-1,60
nov/04	7,32	-4,57	4,57	20,89	5,25	-3,85	7,91	-4,94	4,94	24,40	3,45	-3,42	10,91	6,81	6,81	46,40	4,71	-0,08
dez/04	30,25	13,86	13,86	192,16	6,11	-1,04	28,64	13,12	13,12	172,21	4,52	0,29	24,17	-11,08	11,08	122,66	5,24	-2,19
jan/05	5,44	2,79	2,79	7,80	5,81	-0,62	9,76	5,01	5,01	25,09	4,57	1,39	7,55	-3,87	3,87	15,01	5,13	-2,99
fev/05	1,73	-0,85	0,85	0,73	5,40	-0,82	6,66	3,29	3,29	10,82	4,45	2,16	10,66	-5,27	5,27	27,77	5,14	-4,01
mar/05	25,08	-16,87	16,87	284,50	6,28	-3,39	27,10	-18,22	18,22	332,12	5,60	-1,54	19,70	13,25	13,25	175,44	5,68	-1,29
abr/05	37,51	15,91	15,91	253,21	6,97	-0,78	28,82	12,22	12,22	149,45	6,11	0,59	32,70	-13,87	13,87	192,51	6,19	-3,43
mai/05	18,83	-12,72	12,72	161,76	7,35	-2,46	18,64	-12,59	12,59	158,52	6,57	-1,36	19,77	13,35	13,35	178,32	6,62	-1,19
jun/05	23,96	-17,32	17,32	300,11	7,98	-4,44	21,04	-15,21	15,21	231,47	7,15	-3,38	21,87	15,81	15,81	250,05	7,13	1,11
jul/05	18,36	10,85	10,85	117,64	8,14	-3,02	2,37	1,40	1,40	1,95	6,79	-3,35	0,19	-0,11	0,11	0,01	6,76	1,16
ago/05	21,59	-18,09	18,09	327,11	8,70	-4,91	19,64	-16,45	16,45	270,77	7,36	-5,33	29,11	24,39	24,39	594,70	7,64	4,22
set/05	7,85	5,20	5,20	27,06	8,51	-4,40	5,42	3,59	3,59	12,87	7,15	-4,99	4,13	2,73	2,73	7,48	7,41	4,72
out/05	2,01	1,48	1,48	2,19	8,16	-4,41	3,30	-2,42	2,42	5,87	6,90	-5,52	12,82	9,43	9,43	88,92	7,50	5,92
nov/05	8,93	-6,85	6,85	46,98	8,10	-5,29	3,68	-2,83	2,83	7,99	6,70	-6,11	14,25	10,94	10,94	119,61	7,65	7,23
dez/05	14,12	9,29	9,29	86,39	8,15	-4,12	9,28	6,11	6,11	37,33	6,67	-5,22	2,98	-1,96	1,96	3,85	7,41	7,20
jan/06	14,26	8,90	8,90	79,14	8,19	-3,01	16,79	10,48	10,48	109,75	6,84	-3,55	8,35	-5,21	5,21	27,13	7,32	6,58
fev/06	7,02	4,21	4,21	17,68	8,02	-2,55	14,42	8,64	8,64	74,61	6,92	-2,27	11,83	-7,09	7,09	50,27	7,31	5,61
mar/06	14,76	-10,59	10,59	112,14	8,12	-3,82	12,34	-8,85	8,85	78,34	7,00	-3,50	8,00	5,74	5,74	32,95	7,25	6,45
abr/06	20,12	11,03	11,03	121,59	8,23	-2,43	16,39	8,98	8,98	80,67	7,08	-2,20	22,45	-12,30	12,30	151,33	7,44	4,64
mai/06	0,23	-0,15	0,15	0,02	7,93	-2,54	0,08	0,05	0,05	0,00	6,81	-2,28	2,97	-1,88	1,88	3,55	7,24	4,50
jun/06	7,93	-5,09	5,09	25,94	7,83	-3,23	2,47	-1,59	1,59	2,52	6,62	-2,58	1,40	-0,90	0,90	0,81	7,03	4,51
jul/06	4,09	2,51	2,51	6,29	7,65	-2,97	0,86	-0,53	0,53	0,28	6,40	-2,75	6,36	-3,90	3,90	15,21	6,93	4,01
ago/06	20,73	-16,41	16,41	269,17	7,94	-4,93	20,17	-15,96	15,96	254,81	6,73	-4,99	18,26	14,46	14,46	208,98	7,17	5,90
set/06	1,80	1,24	1,24	1,54	7,73	-4,91	3,08	-2,12	2,12	4,51	6,57	-5,43	2,59	1,79	1,79	3,19	7,00	6,29
out/06	1,43	-1,07	1,07	1,15	7,52	-5,19	6,00	-4,51	4,51	20,30	6,51	-6,18	9,91	7,44	7,44	55,42	7,02	7,34
nov/06	12,01	7,72	7,72	59,67	7,52	-4,16	14,91	9,59	9,59	91,99	6,60	-4,63	7,40	-4,76	4,76	22,65	6,95	6,72
dez/06	20,34	11,79	11,79	138,93	7,65	-2,55	21,34	12,37	12,37	153,01	6,78	-2,69	18,19	-10,54	10,54	111,19	7,05	5,13
jan/07	14,99	7,97	7,97	63,53	7,66	-1,50	24,60	13,08	13,08	171,17	6,96	-0,74	25,99	-13,82	13,82	191,06	7,23	3,09
fev/07	21,57	-15,28	15,28	233,54	7,87	-3,40	16,96	-12,02	12,02	144,41	7,11	-2,42	8,40	5,95	5,95	35,39	7,20	3,93
mar/07	26,08	-21,88	21,88	478,56	8,25	-5,90	29,30	-24,58	24,58	604,04	7,59	-5,50	21,32	17,89	17,89	320,02	7,47	6,18
abr/07	30,23	17,96	17,96	322,52	8,50	-3,61	15,09	8,97	8,97	80,41	7,63	-4,30	16,31	-9,69	9,69	93,90	7,53	4,85
mai/07	8,36	-6,53	6,53	42,69	8,45	-4,41	6,28	-4,91	4,91	24,13	7,56	-4,99	13,41	10,48	10,48	109,90	7,60	6,18
jun/07	8,62	5,46	5,46	29,79	8,38	-3,79	14,20	8,99	8,99	80,89	7,60	-3,78	9,89	-6,26	6,26	39,21	7,57	5,38
jul/07	45,78	22,22	22,22	493,72	8,72	-1,10	40,41	19,62	19,62	384,81	7,90	-1,15	41,74	-20,26	20,26	410,42	7,87	2,60
ago/07	22,75	-16,48	16,48	271,44	8,90	-2,93	11,04	-7,99	7,99	63,87	7,90	-2,16	9,27	6,72	6,72	45,10	7,84	3,47
set/07	0,23	0,14	0,14	0,02	8,70	-2,98	1,25	-0,75	0,75	0,57	7,73	-2,31	10,88	-6,56	6,56	43,07	7,81	2,64
out/07	6,72	-4,78	4,78	22,85	8,61	-3,56	13,68	-9,74	9,74	94,81	7,78	-3,55	7,25	5,16	5,16	26,59	7,75	3,33
nov/07	2,94	-1,99	1,99	3,96	8,46	-3,86	0,92	-0,62	0,62	0,39	7,61	-3,70	1,09	0,74	0,74	0,54	7,60	3,49
dez/07	2,01	-1,42	1,42	2,03	8,31	-4,10	5,88	-4,17	4,17	17,37	7,54	-4,29	5,04	3,57	3,57	12,74	7,52	4,00
jan/08	2,99	-2,14	2,14	4,57	2,14	-1,00	2,48	-1,77	1,77	3,13	1,77	-1,00	4,68	3,34	3,34	11,17	3,34	1,00
fev/08	7,64	-5,88	5,88	34,62	8,13	-0,99	9,16	-7,06	7,06	49,80	4,41	-2,00	11,47	8,84	8,84	78,15	6,09	2,00
mar/08	25,25	14,97	14,97	224,04	8,27	0,84	22,65	13,42	13,42	180,19	7,42	0,62	15,06	-8,93	8,93	79,69	7,04	0,46
abr/08	1,95	-1,36	1,36	1,84	8,13	0,69	1,58	1,10	1,10	1,20	5,84	0,98	1,46	1,01	1,01	1,03	5,53	0,77
mai/08	10,17	-7,29	7,29	53,09	8,11	-0,21	5,44	-3,90	3,90	15,21	5,45	0,33	4,30	3,08	3,08	9,49	5,04	1,46
jun/08	0,34	0,24	0,24	0,06	7,96	-0,18	5,21	-3,67	3,67	13,46	5,15	-0,36	2,64	1,86	1,86	3,46	4,51	2,04
jul/08	0,03	-0,02	0,02	0,00	7,81	-0,19	0,58	-0,42	0,42	0,17	4,48	-0,51	3,58	2,54	2,54	6,45	4,23	2,78
ago/08	11,41	-9,11	9,11	82,90	7,84	-1,35	11,07	-8,83	8,83	78,04	5,02	-2,22	14,17	11,31	11,31	127,80	5,11	4,51
set/08	5,81	4,14	4,14	17,13	7,77	-0,83	2,51	1,79	1,79	3,21	4,66	-2,00	4,05	2,88	2,88	8,32	4,87	5,33
out/08	22,27	13,76	13,76	189,27	7,88	0,93	20,92	12,93	12,93	167,11	5,49	0,66	10,86	-6,71	6,71	45,06	5,05	3,81
nov/08	14,55	-11,33	11,33	128,29	7,94	-0,51	7,98	-6,21	6,21	38,61	5,55	-0,47	12,02	9,36	9,36	87,65	5,44	5,25
dez/08	9,55	-7,37	7,37	54,31	7,93	-1,44	10,53	-8,13	8,13	66,04	5,77	-1,86	11,39	8,79	8,79	77,33	5,72	6,53

**APÊNDICE M – AJUSTAMENTO DAS PREVISÕES REALIZADAS PELOS
MÉTODOS PARA OS PRODUTOS DO GRUPO E NO PERÍODO DE 2004 A 2007**

Período	Demanda	Empresa	HW	HOLT	SES	MMS	MMP	ARIMA
jan/04	7,93	6,11	10,80	7,93	13,78			8,00
fev/04	5,09	7,00	10,01	7,85	12,47			6,00
mar/04	5,30	10,63	11,25	7,05	10,81	6,51		5,00
abr/04	10,62	13,25	8,50	6,39	9,58	5,19	5,30	11,00
mai/04	15,98	13,74	9,71	7,18	9,81	7,96	10,62	14,00
jun/04	13,14	13,00	9,84	9,36	11,19	13,30	15,98	14,00
jul/04	12,08	10,78	11,80	10,66	11,63	14,56	13,14	14,00
ago/04	13,77	13,37	13,40	11,54	11,73	12,61	12,08	12,00
set/04	17,35	14,82	12,68	12,70	12,19	12,92	13,77	16,00
out/04	8,99	14,40	10,81	14,59	13,34	15,56	17,35	10,00
nov/04	18,13	16,76	13,24	14,06	12,37	13,17	8,99	18,00
dez/04	16,07	14,77	13,23	15,75	13,66	13,56	18,13	16,00
jan/05	16,08	16,00	10,89	16,67	14,20	17,10	16,07	17,00
fev/05	12,15	15,89	11,70	17,37	14,62	16,07	16,08	14,00
mar/05	19,78	16,28	14,72	16,85	14,07	14,12	12,15	17,00
abr/05	15,75	14,25	13,35	18,18	15,35	15,96	19,78	17,00
mai/05	13,32	13,98	15,11	18,27	15,44	17,77	15,75	12,00
jun/05	13,67	15,28	13,28	17,59	14,96	14,54	13,32	14,00
jul/05	14,95	16,03	15,03	16,94	14,67	13,49	13,67	17,00
ago/05	17,21	12,77	17,01	16,59	14,74	14,31	14,95	15,00
set/05	15,94	15,60	16,08	16,83	15,29	16,08	17,21	15,00
out/05	14,83	14,97	12,76	16,70	15,44	16,58	15,94	17,00
nov/05	16,04	12,79	16,73	16,28	15,30	15,39	14,83	16,00
dez/05	14,03	13,46	15,46	16,19	15,47	15,44	16,04	14,00
jan/06	12,09	13,52	11,98	15,59	15,14	15,03	14,03	12,00
fev/06	14,25	12,05	11,77	14,54	14,46	13,06	12,09	17,00
mar/06	14,21	12,93	15,33	14,15	14,41	13,17	14,25	12,00
abr/06	7,68	8,53	12,81	13,84	14,37	14,23	14,21	8,00
mai/06	16,89	14,12	12,86	11,92	12,87	10,95	7,68	15,00
jun/06	20,00	13,40	12,29	12,58	13,77	12,28	16,89	21,00
jul/06	5,47	7,90	15,58	14,12	15,17	18,44	20,00	6,00
ago/06	14,72	11,63	15,35	11,86	12,99	12,74	5,47	13,00
set/06	13,73	12,10	14,33	12,15	13,38	10,10	14,72	13,00
out/06	6,44	11,26	11,29	12,26	13,46	14,22	13,73	7,00
nov/06	16,12	10,80	13,08	10,53	11,89	10,08	6,44	16,00
dez/06	11,23	8,55	12,73	11,46	12,83	11,28	16,12	11,00
jan/07	5,04	9,13	9,80	11,16	12,48	13,68	11,23	5,00
fev/07	9,38	10,68	8,65	9,33	10,81	8,14	5,04	11,00
mar/07	12,97	8,74	10,96	8,80	10,49	7,21	9,38	11,00
abr/07	9,69	4,48	9,61	9,33	11,05	11,18	12,97	10,00
mai/07	3,57	5,93	10,49	9,08	10,74	11,33	9,69	3,00
jun/07	0,19	7,33	8,15	7,33	9,14	6,63	3,57	0,00
jul/07	14,02	9,82	7,33	4,90	7,13	1,88	0,19	16,00
ago/07	7,78	7,99	9,76	6,32	8,67	7,11	14,02	7,00
set/07	7,65	7,34	8,78	6,20	8,47	10,90	7,78	7,00
out/07	8,53	6,67	6,75	6,15	8,29	7,72	7,65	10,00
nov/07	5,83	6,57	8,97	6,41	8,34	8,09	8,53	6,00
dez/07	5,66	6,58	7,71	6,02	7,78	7,18	5,83	6,00

APÊNDICE N - ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO E PARA OS MODELOS MW, MH, SES E EMPRESA NO PERÍODO DE 2004 A 2008

Período	Holt Winter					Holt					SES					Emps									
	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS		
jan/04	36,12	2,86	2,86	8,21	2,86	1,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	72,70	5,85	5,85	34,17	5,85	1,00	23,02	-1,83	1,83	3,33	1,83	-1,00	
fev/04	96,70	4,92	4,92	24,23	3,89	2,00	54,17	2,76	2,76	7,60	1,38	2,00	144,92	7,38	7,38	54,42	6,61	2,00	37,54	1,91	1,91	3,65	1,87	0,05	
mar/04	112,39	5,95	5,95	35,42	4,58	3,00	33,20	1,76	1,76	3,89	1,51	3,00	104,23	5,52	5,52	30,46	6,25	3,00	100,78	5,34	5,34	28,48	3,02	1,79	
abr/04	19,98	-2,12	2,12	4,50	3,97	2,93	39,86	-4,23	4,23	17,92	2,19	0,13	9,78	-1,04	1,04	1,08	4,95	3,58	24,77	2,63	2,63	6,92	2,93	2,75	
mai/04	39,25	-6,27	6,27	39,35	4,43	1,21	55,08	-8,80	8,80	77,49	3,51	-2,43	38,60	-6,17	6,17	38,06	5,19	2,22	14,06	-2,25	2,25	5,05	2,79	2,08	
jun/04	25,13	-3,30	3,30	10,91	4,24	0,48	28,81	-3,79	3,79	14,34	3,56	-3,46	14,84	-1,95	1,95	3,80	4,65	2,06	1,11	-0,15	0,15	0,02	2,35	2,41	
jul/04	2,34	-0,28	0,28	0,08	3,67	0,48	11,73	-1,42	1,42	2,01	3,25	-4,22	3,73	-0,45	0,45	0,20	4,05	2,26	10,78	-1,30	1,30	1,70	2,20	1,98	
ago/04	2,66	-0,37	0,37	0,13	3,26	0,43	16,18	-2,23	2,23	4,96	3,12	-5,11	14,80	-2,04	2,04	4,15	3,80	1,87	2,90	-0,40	0,40	0,16	1,97	2,00	
set/04	26,91	-4,67	4,67	21,78	3,42	-0,96	26,79	-4,65	4,65	21,59	3,29	-6,26	29,74	-5,16	5,16	26,60	3,95	0,49	14,54	-2,52	2,52	6,36	2,04	0,70	
out/04	20,15	1,81	1,81	3,29	3,26	-0,45	62,19	5,59	5,59	31,29	3,52	-4,26	48,36	4,35	4,35	18,92	3,99	1,58	60,05	5,40	5,40	29,18	2,37	2,88	
nov/04	26,98	-4,89	4,89	23,92	3,41	-1,87	22,47	-4,07	4,07	16,60	3,57	-5,34	31,77	-5,76	5,76	33,18	4,15	0,13	7,56	-1,37	1,37	1,88	2,28	2,40	
dez/04	17,65	-2,83	2,83	8,04	3,36	-2,74	1,96	-0,31	0,31	0,10	3,30	-5,88	14,98	-2,41	2,41	5,79	4,01	-0,47	8,08	-1,30	1,30	1,68	2,20	1,90	
jan/05	32,30	-5,19	5,19	26,99	3,50	-4,11	3,66	0,59	0,59	0,35	3,09	-6,08	11,72	-1,88	1,88	2,48	3,55	3,84	-0,98	0,49	-0,08	0,08	0,01	2,04	2,01
fev/05	3,75	-0,46	0,46	0,21	3,28	-4,52	42,97	5,22	5,22	27,27	3,24	-4,19	20,31	2,47	2,47	6,09	3,74	-0,35	20,79	3,74	3,74	14,00	2,16	3,63	
mar/05	25,57	-5,06	5,06	25,58	3,40	-5,85	14,79	-2,92	2,92	8,55	3,22	-5,12	28,87	-5,71	5,71	32,59	3,87	-1,81	17,67	-3,49	3,49	12,20	2,25	1,93	
abr/05	15,29	-2,41	2,41	5,80	3,34	-6,68	15,41	2,43	2,43	5,89	3,17	-4,44	25,59	-0,41	0,41	0,17	3,66	-2,03	9,57	-1,51	1,51	2,27	2,20	1,29	
mai/05	13,45	1,79	1,79	3,21	3,25	-6,32	37,18	4,95	4,95	24,52	3,28	-2,78	15,92	2,12	2,12	4,49	3,57	-1,48	4,96	0,66	0,66	0,44	2,11	1,65	
jun/05	2,87	-0,39	0,39	0,15	3,09	-6,77	28,69	3,92	3,92	15,38	3,31	-1,57	9,48	1,30	1,30	1,68	3,44	-1,16	11,77	1,61	1,61	2,59	2,08	2,45	
jul/05	0,58	0,09	0,09	0,01	2,93	-7,10	13,30	1,99	1,99	3,95	3,24	-0,99	1,83	-0,27	0,27	0,08	3,27	-1,30	7,27	1,09	1,09	1,18	2,03	3,05	
ago/05	1,16	-0,20	0,20	0,04	2,79	-7,52	3,60	-0,62	0,62	0,38	3,11	-1,23	14,39	-2,48	2,48	6,14	3,23	-2,09	25,83	-4,45	4,45	19,77	2,15	0,81	
set/05	0,85	0,14	0,14	0,02	2,67	-7,83	5,55	0,89	0,89	0,78	3,01	-0,98	4,08	-0,65	0,65	0,42	3,11	-2,38	2,11	-0,34	0,34	0,11	2,06	0,68	
out/05	13,98	-2,07	2,07	4,30	2,64	-8,69	12,59	1,87	1,87	3,49	2,96	-0,37	4,06	0,60	0,60	0,36	3,00	-2,27	0,90	0,13	0,13	0,02	1,98	0,78	
nov/05	4,30	0,69	0,69	0,48	2,56	-8,71	1,48	0,24	0,24	0,06	2,84	-0,30	4,62	-0,74	0,74	0,55	2,90	-2,60	20,30	-3,26	3,26	10,60	2,03	-0,85	
dez/05	10,24	1,44	1,44	2,06	2,51	-8,30	15,41	2,16	2,16	4,67	2,81	0,47	10,27	1,44	1,44	2,07	2,84	-2,15	4,06	-0,57	0,57	0,32	1,97	-1,16	
jan/06	0,88	-0,11	0,11	0,01	2,41	-8,68	28,94	3,50	3,50	12,24	2,84	1,70	25,26	3,05	3,05	9,32	2,85	-1,07	11,82	1,43	1,43	2,04	1,95	-0,44	
fev/06	17,40	-2,48	2,48	6,15	2,42	-9,70	2,01	0,29	0,29	0,08	2,74	1,86	1,45	0,21	0,21	0,04	2,75	-1,03	15,46	-2,20	2,20	4,86	1,96	-1,56	
mar/06	7,82	1,11	1,11	1,24	2,37	-9,42	0,45	-0,06	0,06	0,00	2,64	1,91	1,40	0,20	0,20	0,04	2,65	-1,00	9,06	-1,29	1,29	1,66	1,93	-2,25	
abr/06	66,78	5,13	5,13	26,31	2,47	-6,97	80,17	6,16	6,16	37,92	2,76	4,05	87,07	6,69	6,69	44,72	2,80	1,45	11,09	0,85	0,85	0,73	1,90	-1,85	
mai/06	23,85	-4,03	4,03	16,22	2,52	-8,42	29,40	-4,97	4,97	24,65	2,84	2,19	23,79	-4,02	4,02	16,14	2,84	0,01	16,38	-2,77	2,77	7,65	1,93	-3,25	
jun/06	38,55	-7,71	7,71	59,45	2,69	-10,74	37,09	-7,42	7,42	55,05	2,99	-0,40	31,16	-6,23	6,23	38,83	2,95	-2,10	33,01	-6,60	6,60	43,60	2,08	-6,18	
jul/06	184,61	10,10	10,10	102,09	2,93	-6,42	157,90	8,64	8,64	74,69	3,18	2,35	177,09	9,69	9,69	96,99	3,17	1,10	44,29	2,42	2,42	5,88	2,09	-4,99	
ago/06	4,24	0,62	0,62	0,39	2,86	-6,36	19,45	-2,86	2,86	8,20	3,17	1,45	11,74	-1,73	1,73	2,99	3,12	0,56	21,00	-3,09	3,09	9,56	2,12	-6,37	
set/06	4,43	0,61	0,61	0,37	2,79	-6,30	11,45	-1,57	1,57	2,47	3,12	0,97	2,52	-0,35	0,35	0,12	3,04	0,47	11,87	-1,63	1,63	2,46	2,11	-7,19	
out/06	75,30	4,85	4,85	23,51	2,85	-4,46	90,34	5,82	5,82	33,85	2,30	2,76	108,99	7,02	7,02	49,26	3,16	2,67	74,92	4,82	4,82	23,28	2,19	-4,73	
nov/06	18,89	-3,05	3,05	9,27	2,86	-5,52	34,71	-5,60	5,60	31,32	3,27	0,99	26,28	-4,24	4,24	17,96	3,19	1,32	33,02	-5,32	5,32	28,35	2,28	-6,88	
dez/06	13,39	1,50	1,50	2,26	2,82	-5,06	2,08	0,23	0,23	0,05	3,18	1,09	14,29	1,60	1,60	2,58	3,14	1,85	23,85	-5,38	2,68	7,17	2,29	-8,01	
jan/07	94,34	4,76	4,76	22,64	2,87	-3,31	121,36	6,12	6,12	37,46	3,26	2,94	147,35	7,43	7,43	55,23	3,26	4,06	81,07	4,09	4,09	16,72	2,34	-6,10	
fev/07	7,75	-0,73	0,73	0,53	2,82	-3,64	0,52	-0,05	0,05	0,00	3,18	3,00	15,23	1,43	1,43	2,04	3,21	4,57	13,84	1,30	1,30	1,69	2,31	-5,61	
mar/07	15,52	-2,01	2,01	4,05	2,80	-4,38	32,17	-4,17	4,17	17,41	3,20	1,68	19,13	-2,48	2,48	6,16	3,19	3,82	32,60	-4,23	4,23	17,89	2,36	-7,28	
abr/07	0,79	-0,08	0,08	0,01	2,73	-4,52	3,66	-0,35	0,35	0,13	3,13	1,60	14,01	1,36	1,36	1,84	3,15	4,30	53,72	-5,20	5,20	27,08	2,43	-9,21	
mai/07	193,89	6,92	6,92	47,86	2,83	-1,91	154,57	5,52	5,52	30,42	3,19	3,30	201,06	7,17	7,17	51,46	3,24	6,38	66,13	2,36	2,36	5,57	2,43	-8,25	
jun/07	4097,58	7,96	7,96	63,36	2,95	0,86	3675,56	7,14	7,14	50,98	3,28	5,38	4602,52	8,94	8,94	79,94	3,38	8,77	3674,89	7,14	7,14	50,96	2,54	-5,07	
jul/07	47,72	-6,69	6,69	44,77	3,04	-1,36	85,06	-9,12	9,12	83,22	3,42	2,50	49,14	-6,89	6,89	47,46	3,46	6,58	29,97	-4,20	4,20	17,66	2,58	-6,63	
ago/07	25,44	1,98	1,98	3,92	3,01	-0,72	18,84	-1,47	1,47	2,15	3,37	2,10	11,43	0,89	0,89	0,79	3,40	6,95	2,62	0,20	0,20	0,04	2,53	-6,69	
set/07	14,72	1,13	1,13	1,27	2,97	-0,35	18,95	-1,45	1,45	2,10	3,33	1,69	10,77	0,82	0,82	0,68	3,35	7,32	4,10	-0,31	0,31	0,10	2,48	-6,95	
out/07	20,85	-1,78	1,78	3,17	2,95	-0,96	27,92	-2,38	2,38	5,67	3,31	0,98	2,84	-0,24	0,24	0,06	3,28	7,39	21,79	-1,86	1,86	3,45	2,46	-7,74	
nov/07	53,90	3,14	3,14	9,87	2,95	0,11	9,98	0,58	0,58	0,34	3,25	1,18	43,16	2,52	2,52	6,33	3,26	8,20	12,72	0,74	0,74	0,55	2,43	-7,55	
dez/07	36,31	2,05	2,05	4,22	2,93	0,81	6,38	0,36	0,36	0,13	3,19	1,31	37,49	2,12	2,12	4,50	3,24	8,92	16,30	0,92	0,92	0,85	2,40	-7,26	
jan/08																									

APÊNDICE O - ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO APLICADOS AOS PRODUTOS DO GRUPO E PARA OS MODELOS MMS, MMP E ARIMA NO PERÍODO DE 2004 A 2008

Período	MMS						MMP						ARIMA					
	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/04													0,86	-0,07	0,07	0,00	0,07	-1,00
fev/04													17,87	-0,91	0,91	0,83	0,49	-2,00
mar/04	22,96	1,22	1,22	1,48	1,22	1,00							5,58	0,30	0,30	0,09	0,42	-1,61
abr/04	51,09	-5,43	5,43	29,43	3,32	-1,27	50,13	-5,32	5,32	28,33	5,32	-1,00	3,59	-0,38	0,38	0,15	0,41	-2,57
mai/04	50,21	-8,03	8,03	64,40	4,89	-2,50	33,56	-5,36	5,36	28,77	5,34	-2,00	12,40	1,98	1,98	3,93	0,73	1,26
jun/04	1,19	0,16	0,16	0,02	3,71	-3,26	21,59	2,84	2,84	8,05	4,51	-1,74	6,51	-0,86	0,86	0,73	0,75	0,08
jul/04	20,55	2,48	2,48	6,16	3,46	-2,77	8,81	1,06	1,06	1,13	3,65	-1,86	15,89	-1,92	1,92	3,69	0,92	-2,03
ago/04	8,40	-1,16	1,16	1,34	3,08	-3,49	12,27	-1,69	1,69	2,85	3,26	-2,60	12,85	1,77	1,77	3,13	1,02	-0,09
set/04	25,49	-4,42	4,42	19,54	3,27	-4,64	20,62	-3,58	3,58	12,79	3,31	-3,64	7,76	1,35	1,35	1,81	1,06	1,19
out/04	72,96	6,56	6,56	43,07	3,68	-2,34	92,84	8,35	8,35	69,73	4,03	-0,92	11,18	-1,01	1,01	1,01	1,05	0,24
nov/04	27,35	-4,96	4,96	24,59	3,82	-3,55	50,39	-9,13	9,13	83,44	4,67	-2,75	0,71	0,13	0,13	0,02	0,97	0,39
dez/04	15,58	-2,50	2,50	6,27	3,69	-4,36	12,85	2,06	2,06	4,26	4,38	-2,46	0,40	0,07	0,07	0,00	0,89	0,50
jan/05	6,30	1,01	1,01	1,03	3,45	-4,37	0,11	-0,02	0,02	0,00	3,94	-2,74	5,70	-0,92	0,92	0,84	0,90	-0,53
fev/05	32,27	3,92	3,92	15,38	3,49	-3,19	32,35	3,93	3,93	15,45	3,94	-1,74	15,20	-1,85	1,85	3,41	0,96	-2,41
mar/05	28,61	-5,66	5,66	32,02	3,65	-4,60	38,55	-7,62	7,62	58,12	4,25	-3,41	14,04	2,78	2,78	7,71	1,08	0,42
abr/05	1,33	0,21	0,21	0,04	3,41	-4,87	25,53	4,02	4,02	16,17	4,23	-2,47	7,91	-1,25	1,25	1,55	1,09	-0,72
mai/05	33,40	4,45	4,45	19,79	3,48	-3,49	18,30	2,44	2,44	5,94	4,10	-1,96	9,89	1,32	1,32	1,74	1,11	0,48
jun/05	6,36	0,87	0,87	0,75	3,31	-3,40	2,56	-0,35	0,35	0,12	3,85	-2,17	2,43	-0,33	0,33	0,11	1,06	0,19
jul/05	9,74	-1,46	1,46	2,12	3,20	-3,97	8,56	-1,28	1,28	1,64	3,69	-2,61	13,73	-2,05	2,05	4,21	1,12	-1,66
ago/05	16,88	-2,91	2,91	8,44	3,19	-4,90	13,16	-2,27	2,27	5,13	3,61	-3,30	12,86	2,21	2,21	4,90	1,17	0,31
set/05	0,88	0,14	0,14	0,02	3,03	-5,12	7,98	1,27	1,27	1,62	3,48	-3,06	5,90	0,94	0,94	0,88	1,16	1,12
out/05	11,76	1,74	1,74	3,04	2,96	-4,64	7,47	1,11	1,11	1,23	3,35	-2,84	14,61	-2,17	2,17	4,70	1,21	-0,72
nov/05	4,08	-0,65	0,65	0,43	2,85	-5,05	7,53	-1,21	1,21	1,46	3,25	-3,31	0,26	0,04	0,04	0,00	1,16	-0,72
dez/05	10,06	1,41	1,41	1,99	2,79	-4,66	14,37	2,02	2,02	4,06	3,19	-2,74	0,18	0,03	0,03	0,00	1,11	-0,72
jan/06	24,34	2,94	2,94	8,66	2,79	-3,59	16,00	1,94	1,94	3,74	3,13	-2,17	0,75	0,09	0,09	0,01	1,07	-0,67
fev/06	8,39	-1,20	1,20	1,43	2,73	-4,12	15,18	-2,16	2,16	4,68	3,09	-2,90	19,27	-2,75	2,75	7,54	1,13	-3,05
mar/06	7,33	-1,04	1,04	1,09	2,66	-4,62	0,28	0,04	0,04	0,00	2,96	-3,01	15,58	2,21	2,21	4,90	1,17	-1,06
abr/06	85,33	6,55	6,55	42,95	2,81	-2,04	85,08	6,53	6,53	42,70	3,10	-0,77	4,16	-0,32	0,32	0,10	1,14	-1,37
mai/06	35,17	-5,94	5,94	35,28	2,93	-3,99	54,52	-9,21	9,21	84,76	3,34	-3,47	11,17	1,89	1,89	3,56	1,17	0,28
jun/06	38,59	-7,72	7,72	59,57	3,10	-6,26	15,57	-3,11	3,11	9,70	3,33	-4,42	4,99	-1,00	1,00	1,00	1,16	-0,58
jul/06	237,00	12,97	12,97	168,25	3,44	-1,87	265,45	14,53	14,53	211,08	3,73	-0,05	9,63	-0,53	0,53	0,28	1,14	-1,05
ago/06	13,48	-1,98	1,98	3,94	3,39	-2,48	62,82	-9,25	9,25	85,54	3,92	-2,40	11,70	1,72	1,72	2,96	1,16	0,45
set/06	26,44	-3,63	3,63	13,17	3,40	-3,54	7,25	1,00	1,00	0,99	3,82	-2,21	5,29	0,73	0,73	0,53	1,15	1,09
out/06	120,87	7,78	7,78	60,59	3,53	-1,20	113,15	7,29	7,29	53,10	3,94	-0,29	8,70	-0,56	0,56	0,31	1,13	0,61
nov/06	37,46	-6,04	6,04	36,49	3,61	-2,85	60,06	-9,68	9,68	93,78	4,11	-2,63	0,77	0,12	0,12	0,02	1,10	0,74
dez/06	0,46	0,05	0,05	0,00	3,51	-2,92	43,58	4,89	4,89	23,95	4,14	-1,43	2,05	0,23	0,23	0,05	1,08	0,97
jan/07	171,18	8,63	8,63	74,54	3,65	-0,44	122,66	6,19	6,19	38,27	4,20	0,06	0,86	0,04	0,04	0,00	1,05	1,03
fev/07	13,27	-1,24	1,24	1,55	3,59	-0,79	46,24	-4,34	4,34	18,82	4,20	-0,97	17,26	-1,62	1,62	2,62	1,06	-0,50
mar/07	44,40	-5,76	5,76	33,17	3,64	-2,36	27,68	-3,59	3,59	12,89	4,19	-1,83	15,20	1,97	1,97	3,89	1,09	1,32
abr/07	15,37	1,49	1,49	2,22	3,59	-1,98	33,90	3,28	3,28	10,78	4,16	-1,06	3,23	-0,31	0,31	0,10	1,07	1,05
mai/07	217,53	7,76	7,76	60,24	3,69	0,17	171,51	6,12	6,12	37,45	4,21	0,41	15,92	0,57	0,57	0,32	1,06	1,60
jun/07	3311,78	6,43	6,43	41,39	3,76	1,88	1736,69	3,37	3,37	11,38	4,19	1,22	100,00	0,19	0,19	0,04	1,03	1,82
jul/07	86,58	-12,14	12,14	147,36	3,97	-1,28	98,61	-13,83	13,83	191,16	4,43	-1,97	14,12	-1,98	1,98	3,92	1,06	-0,09
ago/07	8,70	-0,68	0,68	0,46	3,89	-1,48	80,10	6,24	6,24	38,88	4,48	-0,56	10,08	0,78	0,78	0,62	1,05	0,66
set/07	42,52	3,25	3,25	10,58	3,87	-0,64	1,76	0,13	0,13	0,02	4,37	-0,54	8,50	0,65	0,65	0,42	1,04	1,29
out/07	9,54	-0,81	0,81	0,66	3,80	-0,87	10,33	-0,88	0,88	0,78	4,29	-0,75	17,21	-1,47	1,47	2,16	1,05	-0,12
nov/07	38,82	2,26	2,26	5,12	3,77	-0,28	46,39	2,70	2,70	7,31	4,26	-0,13	2,95	-0,17	0,17	0,03	1,03	-0,29
dez/07	26,87	1,52	1,52	2,31	3,72	0,13	2,99	0,17	0,17	0,03	4,16	-0,09	6,02	-0,34	0,34	0,12	1,02	-0,63
jan/08	30,14	-2,48	2,48	6,14	2,48	-1,00	31,16	-2,56	2,56	6,56	2,56	-1,00	9,99	0,82	0,82	0,67	0,82	1,00
fev/08	18,33	1,08	1,08	1,16	1,78	-0,79	40,17	2,36	2,36	5,55	2,46	-0,08	15,94	-0,94	0,94	0,87	0,88	-0,13
mar/08	7,67	0,50	0,50	0,25	1,35	-0,67	10,33	-0,68	0,68	0,46	1,86	-0,47	2,43	-0,16	0,16	0,03	0,64	-0,43
abr/08	4,18	0,25	0,25	0,06	1,08	-0,61	9,86	0,59	0,59	0,34	1,55	-0,19	12,53	-0,75	0,75	0,56	0,67	-1,53
mai/08	15,39	-1,14	1,14	1,29	1,09	-1,64	19,37	-1,43	1,43	2,04	1,52	-1,13	10,62	0,78	0,78	0,61	0,69	-0,34
jun/08	0,21	0,01	0,01	0,00	0,91	-1,95	10,95	0,73	0,73	0,53	1,39	-0,72	0,83	0,06	0,06	0,00	0,58	-0,31
jul/08	22,25	1,28	1,28	1,63	0,96	-0,52	15,90	0,91	0,91	0,83	1,32	-0,06	14,94	-0,86	0,86	0,74	0,62	-1,67
ago/08	30,77	-2,75	2,75	7,59	1,19	-2,74	35,87	-3,21	3,21	10,31	1,56	-2,11	27,40	2,45	2,45	6,02	0,85	1,66
set/08	26,79	1,55	1,55	2,41	1,23	-1,38	54,50	3,16	3,16	9,97	1,74	-0,08	12,17	-0,71	0,71	0,50	0,84	0,85
out/08	16,27	1,03	1,03	1,07	1,21	-0,55	8,63	-0,55	0,55	0,30	1,62	-0,42	2,49	-0,16	0,16	0,02	0,77	0,72
nov/08	4,50	0,26	0,26	0,07	1,12	-0,36	9,21	0,53	0,53	0,29	1,52	-0,10	10,21	-0,59	0,59	0,35	0,75	-0,05
dez/08	22,48	-1,76	1,76	3,10	1,17	-1,84	25,89	-2,03	2,03	4,12	1,56	-1,39	18,33	1,44	1,44	2,06	0,81	1,73

APÊNDICE P – AJUSTAMENTO DA PRVISÃO RN, METODOLOGIA EMPRESA E MEDIDAS DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO PARA PRODUTOS DO GRUPO A NO PERÍODO DE 2004 A 2007

Período	Demanda	Modelos		Medidas de desempenho Empresa						Medidas de desempenho RN					
		Empresa	RN	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/04	469,91	420,34		10,55	-49,57	49,57	2456,86	49,57	-1,00						
fev/04	501,20	456,36		8,95	-44,84	44,84	2010,54	47,20	-2,00						
mar/04	545,28	491,00		9,95	-54,28	54,28	2945,79	49,56	-3,00	100,00	-545,28	545,28	297325,02	545,28	-1,00
abr/04	483,68	494,32	529,67	2,20	10,64	10,64	113,16	39,83	-3,47	9,51	45,99	45,99	2115,09	295,63	-1,69
mai/04	476,95	493,43	530,07	3,46	16,48	16,48	271,75	35,16	-3,46	11,14	53,12	53,12	2822,26	214,80	-2,08
jun/04	467,08	475,82	455,30	1,87	8,74	8,74	76,44	30,76	-3,67	2,52	-11,78	11,78	138,77	164,04	-2,79
jul/04	484,56	456,99	474,63	5,69	-27,58	27,58	760,45	30,30	-4,63	2,05	-9,93	9,93	98,70	133,22	-3,51
ago/04	522,43	545,07	492,70	4,33	22,64	22,64	512,67	29,35	-4,01	5,69	-29,73	29,73	883,80	115,97	-4,29
set/04	567,72	578,96	530,72	1,98	11,24	11,24	126,33	27,33	-3,90	6,52	-36,99	36,99	1368,57	104,69	-5,11
out/04	590,20	542,66	537,15	8,05	-47,54	47,54	2259,98	29,35	-5,25	8,99	-53,05	53,05	2813,79	98,23	-5,98
nov/04	524,00	531,76	540,33	1,48	7,76	7,76	60,15	27,39	-5,34	3,12	16,33	16,33	266,72	89,13	-6,41
dez/04	527,00	474,88	533,76	9,89	-52,12	52,12	2716,85	29,45	-6,74	1,28	6,76	6,76	45,73	80,90	-6,98
jan/05	501,00	487,42	491,63	2,71	-13,58	13,58	184,31	28,23	-7,51	1,87	-9,37	9,37	87,84	74,39	-7,71
fev/05	530,00	533,14	519,93	0,59	3,14	3,14	9,84	26,44	-7,90	1,90	-10,07	10,07	101,34	69,03	-8,46
mar/05	524,00	546,31	539,16	4,26	22,31	22,31	497,54	26,16	-7,13	2,89	15,16	15,16	229,95	64,89	-8,77
abr/05	508,62	522,43	555,59	2,72	13,81	13,81	190,74	25,39	-6,80	9,23	46,97	46,97	2206,01	63,61	-8,20
mai/05	507,45	528,14	522,74	4,08	20,69	20,69	428,09	25,11	-6,05	3,01	15,29	15,29	233,69	60,39	-8,39
jun/05	548,83	533,91	516,23	2,72	-14,92	14,92	222,70	24,55	-6,80	5,94	-32,60	32,60	1062,82	58,65	-9,19
jul/05	518,98	499,75	559,26	3,71	-19,24	19,24	370,13	24,27	-7,67	7,76	40,27	40,27	1622,07	57,57	-8,67
ago/05	614,67	591,01	555,91	3,85	-23,66	23,66	559,76	24,24	-8,66	9,56	-58,76	58,76	3452,25	57,64	-9,68
set/05	567,35	574,94	556,86	1,34	7,59	7,59	57,59	23,45	-8,63	1,85	-10,49	10,49	110,00	55,16	-10,30
out/05	582,52	577,87	535,70	0,80	-4,66	4,66	21,72	22,59	-9,16	8,04	-46,82	46,82	2192,28	54,74	-11,23
nov/05	587,63	550,20	578,87	6,37	-37,43	37,43	1401,10	23,24	-10,52	1,49	-8,77	8,77	76,83	52,55	-11,87
dez/05	582,78	560,98	559,78	3,74	-21,80	21,80	475,17	23,18	-11,48	3,95	-23,00	23,00	528,85	51,21	-12,63
jan/06	533,63	498,92	571,57	6,50	-34,70	34,70	1204,23	23,64	-12,73	7,11	37,95	37,95	1440,09	50,63	-12,02
fev/06	550,16	521,35	536,81	5,24	-28,81	28,81	830,04	23,84	-13,83	2,43	-13,34	13,34	177,99	49,08	-12,68
mar/06	552,00	529,00	532,55	4,17	-23,00	23,00	529,00	23,81	-14,82	3,52	-19,45	19,45	378,39	47,89	-13,40
abr/06	536,15	541,00	556,49	0,90	4,85	4,85	23,52	23,13	-15,04	3,79	20,34	20,34	413,72	46,83	-13,27
mai/06	564,90	523,98	544,78	7,24	-40,92	40,92	1674,75	23,74	-16,37	3,56	-20,12	20,12	404,90	45,84	-13,99
jun/06	577,70	497,87	557,50	13,82	-79,83	79,83	6373,03	25,61	-18,30	3,50	-20,21	20,21	408,27	44,93	-14,73
jul/06	569,01	498,98	548,64	12,31	-70,03	70,03	4904,20	27,04	-19,92	3,58	-20,37	20,37	414,98	44,08	-15,47
ago/06	579,20	493,20	553,56	14,85	-86,00	86,00	7396,00	28,89	-21,62	4,43	-25,64	25,64	657,32	43,46	-16,28
set/06	581,30	504,88	559,70	13,15	-76,42	76,42	5840,63	30,33	-23,12	3,72	-21,60	21,60	466,52	42,76	-17,05
out/06	558,00	553,57	558,64	0,79	-4,43	4,43	19,60	29,57	-23,86	0,11	0,64	0,64	0,41	41,44	-17,58
nov/06	562,00	560,00	556,13	0,36	-2,00	2,00	4,00	28,78	-24,58	1,05	-5,87	5,87	34,51	40,37	-18,19
dez/06	513,09	450,80	550,08	12,14	-62,29	62,29	3880,44	29,71	-25,91	7,21	36,99	36,99	1368,09	40,27	-17,32
jan/07	484,00	410,21	519,43	15,25	-73,79	73,79	5444,67	30,90	-27,30	7,32	35,43	35,43	1255,58	40,13	-16,50
fev/07	445,00	467,21	461,28	4,99	22,21	22,21	493,42	30,67	-26,78	3,66	16,28	16,28	265,17	39,47	-16,36
mar/07	430,00	486,33	451,18	13,10	56,33	56,33	3173,31	31,33	-24,42	4,92	21,18	21,18	448,48	38,97	-16,02
abr/07	439,00	445,78	446,67	1,55	6,78	6,78	46,01	30,72	-24,68	1,75	7,67	7,67	58,88	38,15	-16,17
mai/07	441,00	467,98	443,32	6,12	26,98	26,98	728,03	30,63	-23,88	0,53	2,32	2,32	5,36	37,23	-16,51
jun/07	435,00	420,12	442,19	3,42	-14,88	14,88	221,33	30,25	-24,66	1,65	7,19	7,19	51,68	36,48	-16,65
jul/07	442,00	411,97	444,44	6,79	-30,03	30,03	901,98	30,25	-25,66	0,55	2,44	2,44	5,97	35,65	-16,97
ago/07	466,83	470,35	444,74	0,76	3,53	3,53	12,44	29,64	-26,07	4,73	-22,08	22,08	487,71	35,33	-17,75
set/07	473,88	489,77	461,77	3,35	15,89	15,89	252,38	29,33	-25,80	2,56	-12,11	12,11	146,74	34,79	-18,37
out/07	505,65	531,87	489,31	5,18	26,22	26,22	687,36	29,26	-24,96	3,23	-16,34	16,34	266,93	34,37	-19,07
nov/07	511,44	527,70	521,84	3,18	16,26	16,26	264,40	28,99	-24,64	2,03	10,40	10,40	108,22	33,83	-19,06
dez/07	543,96	545,84	541,15	0,35	1,88	1,88	3,54	28,42	-25,06	0,52	-2,81	2,81	7,90	33,16	-19,54

APÊNDICE Q – PREVISÃO DE DEMANDA E MEDIDAS DE DESEMPENHO RN E METODOLOGIA EMPRESA PARA PRODUTOS DO GRUPO A NO ANO DE 2008

Período	Demanda	Modelos		Medidas de desempenho Empresa						Medidas de desempenho RN					
		Empresa	RN	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/08	547,72	523,65	558,19	4,39	-24,07	24,07	579,22	24,07	-1,00	1,91	10,47	10,47	109,59	10,47	1,00
fev/08	550,40	509,77	551,74	7,38	-40,63	40,63	1650,88	32,35	-2,00	0,24	1,34	1,34	1,80	5,91	2,00
mar/08	554,36	523,80	555,01	5,51	-30,56	30,56	933,91	31,75	-3,00	0,12	0,65	0,65	0,42	4,15	3,00
abr/08	539,51	511,74	546,66	5,15	-27,77	27,77	770,95	30,76	-4,00	1,33	7,15	7,15	51,15	4,90	4,00
mai/08	509,12	497,83	533,25	2,22	-11,29	11,29	127,39	26,86	-5,00	4,74	24,13	24,13	582,24	8,75	5,00
jun/08	486,54	499,00	483,71	2,56	12,46	12,46	155,18	24,46	-4,98	0,58	-2,83	2,83	8,04	7,76	5,27
jul/08	549,37	457,87	469,26	16,66	-91,50	91,50	8372,25	34,04	-6,27	14,58	-80,11	80,11	6417,02	18,10	-2,17
ago/08	518,50	473,82	503,51	8,62	-44,67	44,67	1995,77	35,37	-7,30	2,89	-14,98	14,98	224,50	17,71	-3,06
set/08	550,72	489,65	522,16	11,09	-61,07	61,07	3729,79	38,22	-8,35	5,19	-28,56	28,56	815,80	18,91	-4,37
out/08	578,80	559,19	547,34	3,39	-19,61	19,61	384,47	36,36	-9,31	5,43	-31,46	31,46	989,43	20,17	-5,66
nov/08	539,58	523,45	551,00	2,99	-16,13	16,13	260,27	34,52	-10,28	2,12	11,41	11,41	130,25	19,37	-5,31
dez/08	578,65	556,48	568,38	3,83	-22,17	22,17	491,55	33,49	-11,26	1,77	-10,27	10,27	105,44	18,61	-6,07

APÊNDICE R – AJUSTAMENTO DA PREVISÃO RN, METODOLOGIA EMPRESA E MEDIDAS DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO PARA PRODUTOS DO GRUPO B NO PERÍODO DE 2004 A 2007

Período	Demanda	Modelos		Medidas de desempenho Empresa						Medidas de desempenho RN					
		Empresa	RN	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/04	59,02	48,98		17,01	-10,04	10,04	100,83	10,04	-1,00						
fev/04	50,40	54,76		8,64	4,36	4,36	18,99	7,20	-0,79						
mar/04	71,72	52,50	57,42	26,80	-19,22	19,22	369,29	11,21	-2,22	19,94	-14,30	14,30	204,43	14,30	-1,00
abr/04	63,13	55,32	68,65	12,37	-7,81	7,81	60,93	10,36	-3,16	8,75	5,52	5,52	30,52	9,91	-0,89
mai/04	49,45	66,09	70,50	33,64	16,64	16,64	276,78	11,61	-1,38	42,56	21,05	21,05	443,01	13,62	0,90
jun/04	60,15	57,97	58,10	3,62	-2,18	2,18	4,75	10,04	-1,82	3,40	-2,05	2,05	4,19	10,73	0,95
jul/04	56,56	59,79	64,33	5,70	3,23	3,23	10,40	9,07	-1,66	13,72	7,76	7,76	60,25	10,14	1,77
ago/04	59,83	65,09	65,40	8,79	5,26	5,26	27,67	8,59	-1,14	9,32	5,57	5,57	31,07	9,38	2,51
set/04	55,53	60,33	66,52	8,65	4,80	4,80	23,08	8,17	-0,61	19,80	10,99	10,99	120,82	9,61	3,60
out/04	60,46	61,33	64,25	1,44	0,87	0,87	0,76	7,44	-0,55	6,28	3,80	3,80	14,41	8,88	4,32
nov/04	71,67	62,00	66,58	13,49	-9,67	9,67	93,51	7,64	-1,80	7,11	-5,09	5,09	25,94	8,46	3,93
dez/04	48,81	59,06	68,90	20,99	10,25	10,25	104,96	7,86	-0,45	41,16	20,09	20,09	403,72	9,62	5,54
jan/05	53,62	58,21	61,88	8,56	4,59	4,59	21,06	7,61	0,14	15,41	8,26	8,26	68,30	9,50	6,49
fev/05	57,45	50,01	56,46	12,95	-7,44	7,44	55,39	7,60	-0,84	1,73	-0,99	0,99	0,98	8,79	6,90
mar/05	78,90	55,67	63,43	29,44	-23,23	23,23	539,66	8,64	-3,43	19,60	-15,47	15,47	239,27	9,30	4,85
abr/05	68,52	54,33	68,90	20,71	-14,19	14,19	201,42	8,99	-4,87	0,55	0,37	0,37	0,14	8,67	5,25
mai/05	67,36	58,40	73,44	13,30	-8,96	8,96	80,25	8,98	-5,87	9,02	6,08	6,08	36,94	8,49	6,08
jun/05	65,46	55,76	69,54	14,82	-9,70	9,70	94,07	9,02	-6,92	6,24	4,08	4,08	16,68	8,22	6,78
jul/05	53,78	55,67	69,50	3,52	1,89	1,89	3,59	8,65	-7,00	29,24	15,72	15,72	247,16	8,66	8,25
ago/05	80,88	56,65	64,87	29,95	-24,23	24,23	586,89	9,43	-8,99	19,79	-16,00	16,00	256,08	9,07	6,11
set/05	67,53	54,98	68,88	18,58	-12,55	12,55	157,45	9,58	-10,16	2,01	1,36	1,36	1,84	8,66	6,55
out/05	73,13	55,87	75,73	23,61	-17,26	17,26	298,02	9,93	-11,54	3,56	2,60	2,60	6,77	8,36	7,10
nov/05	63,31	55,83	69,20	11,82	-7,48	7,48	55,98	9,82	-12,43	9,29	5,88	5,88	34,62	8,24	7,92
dez/05	62,16	54,87	70,92	11,73	-7,29	7,29	53,17	9,71	-13,32	14,09	8,76	8,76	76,66	8,26	8,96
jan/06	60,66	46,09	68,83	24,02	-14,57	14,57	212,25	9,91	-14,53	13,47	8,17	8,17	66,77	8,26	9,95
fev/06	57,56	46,03	68,32	20,03	-11,53	11,53	132,85	9,97	-15,59	18,70	10,76	10,76	115,81	8,36	11,11
mar/06	68,87	61,30	66,41	11,00	-7,57	7,57	57,35	9,88	-16,50	3,58	-2,46	2,46	6,07	8,13	11,13
abr/06	63,68	58,70	68,73	7,82	-4,98	4,98	24,81	9,71	-17,31	7,93	5,05	5,05	25,53	8,01	11,93
mai/06	65,14	63,60	69,83	2,37	-1,54	1,54	2,39	9,43	-17,99	7,19	4,68	4,68	21,92	7,89	12,71
jun/06	71,20	61,09	69,06	14,20	-10,11	10,11	102,21	9,45	-19,02	3,01	-2,15	2,15	4,60	7,68	12,77
jul/06	68,28	66,09	69,09	3,21	-2,19	2,19	4,80	9,21	-19,74	1,19	0,81	0,81	0,66	7,44	13,28
ago/06	86,81	67,98	69,91	21,69	-18,83	18,83	354,44	9,51	-21,09	19,47	-16,90	16,90	285,53	7,76	10,56
set/06	76,47	66,01	69,13	13,68	-10,46	10,46	109,40	9,54	-22,13	9,60	-7,34	7,34	53,91	7,75	9,63
out/06	79,94	66,01	84,27	17,42	-13,93	13,93	193,92	9,67	-23,27	5,42	4,33	4,33	18,77	7,64	10,34
nov/06	79,07	70,02	70,82	11,44	-9,05	9,05	81,86	9,65	-24,25	10,43	-8,25	8,25	68,06	7,66	9,23
dez/06	56,89	72,09	73,17	26,71	15,20	15,20	230,99	9,81	-22,32	28,62	16,28	16,28	265,10	7,91	11,00
jan/07	62,14	55,89	74,35	10,06	-6,25	6,25	39,11	9,71	-23,19	19,65	12,21	12,21	149,08	8,03	12,35
fev/07	70,08	71,09	67,65	1,45	1,01	1,01	1,03	9,48	-23,64	3,46	-2,43	2,43	5,89	7,88	12,28
mar/07	86,22	77,54	68,96	10,07	-8,68	8,68	75,38	9,46	-24,61	20,02	-17,27	17,27	298,10	8,13	9,78
abr/07	74,11	68,88	69,26	7,07	-5,24	5,24	27,44	9,36	-25,44	6,54	-4,85	4,85	23,53	8,05	9,28
mai/07	79,39	77,01	83,48	2,99	-2,38	2,38	5,65	9,19	-26,17	5,16	4,09	4,09	16,75	7,94	9,91
jun/07	71,16	71,77	70,01	0,85	0,61	0,61	0,37	8,98	-26,70	1,62	-1,15	1,15	1,33	7,77	9,98
jul/07	60,48	55,10	73,45	8,89	-5,38	5,38	28,93	8,90	-27,56	21,45	12,98	12,98	168,36	7,90	11,46
ago/07	69,95	70,67	70,34	1,02	0,71	0,71	0,51	8,71	-28,06	0,56	0,39	0,39	0,15	7,72	11,78
set/07	54,03	80,76	68,89	49,46	26,73	26,73	714,26	9,11	-23,90	27,49	14,85	14,85	220,59	7,89	13,41
out/07	67,63	81,26	67,14	20,14	13,62	13,62	185,59	9,21	-22,17	0,73	-0,49	0,49	0,24	7,72	13,64
nov/07	69,54	78,01	68,44	12,18	8,47	8,47	71,70	9,19	-21,28	1,58	-1,10	1,10	1,21	7,57	13,76
dez/07	70,42	75,80	69,32	7,63	5,38	5,38	28,90	9,12	-20,88	1,56	-1,10	1,10	1,21	7,43	13,87

APÊNDICE S – PREVISÃO DE DEMANDA E MEDIDAS DE DESEMPENHO RN E METODOLOGIA EMPRESA PARA PRODUTOS DO GRUPO B NO ANO DE 2008

Período	Demanda Real	Modelos		Medidas de desempenho Empresa						Medidas de desempenho RN					
		Empresa	RN	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/08	70,65	65,50	69,49	7,29	-5,15	5,15	26,50	5,15	-1,00	1,64	-1,16	1,16	1,34	1,16	-1,00
fev/08	77,78	61,20	70,32	21,32	-16,58	16,58	274,90	10,86	-2,00	9,60	-7,46	7,46	55,70	4,31	-2,00
mar/08	77,85	62,67	71,79	19,50	-15,18	15,18	230,43	12,30	-3,00	7,78	-6,06	6,06	36,67	4,89	-3,00
abr/08	84,77	71,89	63,77	15,19	-12,88	12,88	165,79	12,45	-4,00	24,77	-21,00	21,00	440,98	8,92	-4,00
mai/08	77,77	73,50	72,20	5,49	-4,27	4,27	18,25	10,81	-5,00	7,17	-5,58	5,58	31,10	8,25	-5,00
jun/08	77,76	73,54	77,81	5,42	-4,22	4,22	17,78	9,71	-6,00	0,07	0,05	0,05	0,00	6,88	-5,98
jul/08	87,75	76,10	65,20	13,28	-11,65	11,65	135,77	9,99	-7,00	25,70	-22,55	22,55	508,64	9,12	-6,99
ago/08	78,75	81,87	77,41	3,96	3,12	3,12	9,73	9,13	-7,32	1,70	-1,34	1,34	1,80	8,15	-7,99
set/08	81,00	78,24	83,81	3,41	-2,76	2,76	7,62	8,42	-8,26	3,47	2,81	2,81	7,91	7,56	-8,24
out/08	91,50	83,30	70,67	8,96	-8,20	8,20	67,24	8,40	-9,26	22,76	-20,83	20,83	433,73	8,88	-9,35
nov/08	82,50	84,40	91,71	2,30	1,90	1,90	3,61	7,81	-9,71	11,17	9,21	9,21	84,87	8,91	-8,29
dez/08	75,75	73,08	68,72	3,52	-2,67	2,67	7,13	7,38	-10,64	9,28	-7,03	7,03	49,40	8,76	-9,24

APÊNDICE T – AJUSTAMENTO DA PREVISÃO RN, METODOLOGIA EMPRESA E MEDIDAS DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO PARA PRODUTOS DO GRUPO C NO PERÍODO DE 2004 A 2007

Período	Demanda Real	Modelos		Medidas de desempenho Empresa						Medidas de desempenho RN					
		Empresa	RN	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/04	59,52	64,87		8,99	5,35	5,35	28,66	5,35	1,00						
fev/04	55,88	60,98		9,13	5,10	5,10	26,05	5,23	2,00						
mar/04	55,62	57,70	54,82	3,73	2,08	2,08	4,31	4,18	3,00	1,14	-0,63	0,63	0,40	0,63	-1,00
abr/04	57,84	56,40	54,64	2,48	-1,44	1,44	2,07	3,49	3,18	10,13	5,86	5,86	34,34	3,25	1,61
mai/04	67,79	56,73	54,99	16,31	-11,06	11,06	122,27	5,01	0,01	7,38	-5,00	5,00	25,01	3,83	0,06
jun/04	64,20	62,81	63,70	2,16	-1,39	1,39	1,93	4,40	-0,31	7,69	-4,94	4,94	24,40	4,11	-1,15
jul/04	62,80	68,98	62,79	9,84	6,18	6,18	38,19	4,66	1,04	2,58	1,62	1,62	2,62	3,61	-0,86
ago/04	67,05	63,50	59,26	5,29	-3,55	3,55	12,60	4,52	0,28	14,09	-9,45	9,45	89,24	4,58	-2,74
set/04	56,46	64,93	64,42	14,99	8,47	8,47	71,66	4,96	1,97	3,35	-1,89	1,89	3,58	4,20	-3,44
out/04	54,61	61,76	57,60	13,08	7,15	7,15	51,05	5,18	3,26	13,37	7,30	7,30	53,27	4,59	-1,56
nov/04	66,56	55,54	54,57	16,56	-11,03	11,03	121,55	5,71	1,03	13,23	-8,81	8,81	77,53	5,06	-3,15
dez/04	58,58	66,32	61,91	13,21	7,74	7,74	59,89	5,88	2,31	5,77	-3,38	3,38	11,42	4,89	-3,95
jan/05	58,73	62,57	57,75	6,55	3,84	3,84	14,78	5,72	3,05	6,02	-3,54	3,54	12,51	4,76	-4,80
fev/05	58,66	60,02	55,20	2,31	1,36	1,36	1,84	5,41	3,48	4,94	-2,90	2,90	8,40	4,61	-5,59
mar/05	60,10	58,69	55,19	2,34	-1,41	1,41	1,98	5,14	3,38	1,08	-0,65	0,65	0,42	4,30	-6,13
abr/05	63,92	59,38	55,76	7,10	-4,54	4,54	20,60	5,10	2,52	5,36	3,43	3,43	11,74	4,24	-5,42
mai/05	72,00	62,01	59,45	13,88	-9,99	9,99	99,87	5,39	0,53	8,55	-6,16	6,16	37,94	4,37	-6,67
jun/05	68,82	67,96	67,35	1,25	-0,86	0,86	0,74	5,14	0,39	2,05	-1,41	1,41	2,00	4,18	-7,30
jul/05	72,50	70,41	65,84	2,87	-2,08	2,08	4,34	4,98	-0,02	12,46	-9,03	9,03	81,62	4,47	-8,86
ago/05	77,07	70,66	67,41	8,32	-6,41	6,41	41,08	5,05	-1,28	22,11	-17,04	17,04	290,48	5,17	-10,96
set/05	65,75	65,34	63,46	0,62	-0,41	0,41	0,17	4,83	-1,43	0,43	-0,28	0,28	0,08	4,91	-11,59
out/05	66,92	66,20	60,03	1,07	-0,72	0,72	0,51	4,64	-1,64	13,52	-9,05	9,05	81,88	5,12	-12,89
nov/05	58,34	66,33	65,47	13,71	8,00	8,00	63,96	4,79	0,08	6,30	-3,68	3,68	13,51	5,05	-13,79
dez/05	55,18	62,63	57,87	13,49	7,45	7,45	55,45	4,90	1,60	0,94	-0,52	0,52	0,27	4,84	-14,48
jan/06	55,59	56,76	54,66	2,11	1,17	1,17	1,37	4,75	1,90	1,84	-1,02	1,02	1,04	4,68	-15,22
fev/06	54,27	55,38	54,66	2,04	1,11	1,11	1,23	4,61	2,19	4,76	2,58	2,58	6,66	4,59	-14,94
mar/06	61,11	54,93	54,56	10,11	-6,18	6,18	38,16	4,67	0,84	9,95	-6,08	6,08	36,98	4,65	-16,06
abr/06	53,79	57,69	56,86	7,25	3,90	3,90	15,21	4,64	1,69	11,42	6,14	6,14	37,75	4,71	-14,56
mai/06	64,31	57,45	55,03	10,67	-6,86	6,86	47,10	4,72	0,21	1,17	0,75	0,75	0,57	4,56	-14,86
jun/06	67,09	59,05	59,94	11,98	-8,04	8,04	64,61	4,83	-1,46	8,45	-5,67	5,67	32,14	4,60	-15,96
jul/06	63,34	65,70	65,07	3,73	2,36	2,36	5,58	4,75	-0,99	9,05	-5,73	5,73	32,89	4,64	-17,07
ago/06	61,51	65,22	61,42	6,02	3,71	3,71	13,73	4,72	-0,21	2,44	1,50	1,50	2,25	4,54	-17,13
set/06	66,27	62,43	57,61	5,81	-3,85	3,85	14,82	4,69	-1,03	10,46	-6,93	6,93	48,06	4,61	-18,34
out/06	61,78	63,89	63,01	3,42	2,11	2,11	4,46	4,61	-0,59	9,61	-5,94	5,94	35,23	4,65	-19,46
nov/06	59,28	64,03	59,34	8,01	4,75	4,75	22,54	4,62	0,44	7,71	-4,57	4,57	20,91	4,65	-20,45
dez/06	47,49	60,53	55,85	27,46	13,04	13,04	170,09	4,85	3,10	20,64	9,80	9,80	96,12	4,80	-17,76
jan/07	46,18	53,38	54,71	15,61	7,21	7,21	51,97	4,92	4,53	25,20	11,64	11,64	135,42	5,00	-14,74
fev/07	53,11	46,83	57,29	11,81	-6,27	6,27	39,35	4,95	3,23	9,22	4,90	4,90	23,98	5,00	-13,77
mar/07	62,10	49,64	57,81	20,06	-12,46	12,46	155,24	5,14	0,69	10,83	-6,72	6,72	45,19	5,04	-14,98
abr/07	56,05	57,60	58,00	2,77	1,55	1,55	2,41	5,05	1,01	2,92	1,64	1,64	2,68	4,95	-14,92
mai/07	62,35	59,08	55,38	5,25	-3,27	3,27	10,72	5,01	0,36	11,02	-6,87	6,87	47,18	5,00	-16,14
jun/07	56,36	59,20	57,69	5,04	2,84	2,84	8,07	4,96	0,94	3,13	-1,77	1,77	3,12	4,92	-16,77
jul/07	55,09	59,35	55,48	7,73	4,26	4,26	18,14	4,94	1,80	6,16	3,40	3,40	11,53	4,88	-16,20
ago/07	63,01	55,73	54,59	11,56	-7,28	7,28	53,05	5,00	0,32	10,35	-6,52	6,52	42,56	4,92	-17,40
set/07	59,90	59,05	58,49	1,42	-0,85	0,85	0,72	4,90	0,16	4,02	-2,41	2,41	5,79	4,86	-18,10
out/07	62,29	61,46	56,49	1,35	-0,84	0,84	0,70	4,82	-0,01	4,72	-2,94	2,94	8,64	4,82	-18,87
nov/07	63,49	61,10	57,49	3,77	-2,39	2,39	5,72	4,76	-0,52	12,02	-7,63	7,63	58,28	4,88	-20,20
dez/07	55,38	52,32	59,35	5,52	-3,06	3,06	9,34	4,73	-1,17	7,56	4,18	4,18	17,51	4,87	-19,40

APÊNDICE U – PREVISÃO DE DEMANDA E MEDIDAS DE DESEMPENHO RN E METODOLOGIA EMPRESA PARA PRODUTOS DO GRUPO C NO ANO DE 2008

Período	Demanda Real	Modelos		Medidas de desempenho Empresa						Medidas de desempenho RN					
		Empresa	RN	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/08	58,19	55,80	55,86	4,10	-2,39	2,39	5,70	2,39	-1,00	4,01	-2,33	2,33	5,44	2,33	-1,00
fev/08	63,86	57,90	59,56	9,33	-5,96	5,96	35,46	4,17	-2,00	6,72	-4,29	4,29	18,44	3,31	-2,00
mar/08	58,88	52,40	62,93	11,01	-6,48	6,48	41,99	4,94	-3,00	6,87	4,05	4,05	16,37	3,56	-0,73
abr/08	57,48	56,78	58,51	1,22	-0,70	0,70	0,49	3,88	-4,00	1,79	1,03	1,03	1,06	2,93	-0,53
mai/08	63,47	58,18	64,23	8,33	-5,29	5,29	27,98	4,16	-5,00	1,20	0,76	0,76	0,58	2,49	-0,32
jun/08	59,90	65,40	59,79	9,18	5,50	5,50	30,25	4,39	-3,49	0,18	-0,11	0,11	0,01	2,09	-0,43
jul/08	70,84	61,69	60,24	12,92	-9,16	9,16	83,81	5,07	-4,83	14,96	-10,60	10,60	112,38	3,31	-3,47
ago/08	71,46	65,37	62,41	8,52	-6,09	6,09	37,09	5,19	-5,88	12,66	-9,05	9,05	81,86	4,03	-5,10
set/08	73,53	66,30	72,21	9,83	-7,23	7,23	52,27	5,42	-6,97	1,79	-1,32	1,32	1,73	3,73	-5,87
out/08	72,60	65,34	74,31	10,00	-7,26	7,26	52,71	5,60	-8,04	2,36	1,71	1,71	2,93	3,52	-5,72
nov/08	63,04	61,20	64,19	2,92	-1,84	1,84	3,39	5,26	-8,91	1,82	1,15	1,15	1,32	3,31	-5,74
dez/08	65,32	60,21	60,04	7,82	-5,11	5,11	26,11	5,25	-9,90	8,09	-5,28	5,28	27,89	3,47	-6,99

APÊNDICE V – AJUSTAMENTO DA PREVISÃO RN, METODOLOGIA EMPRESA E MEDIDAS DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO PARA PRODUTOS DO GRUPO D NO PERÍODO DE 2004 A 2007

Período	Demanda	Modelos		Medidas de desempenho Empresa						Medidas de desempenho RN					
		Empresa	RN	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/04	47,36	59,10		24,78	11,74	11,74	137,72	11,74	1,00						
fev/04	46,96	44,09		6,12	-2,87	2,87	8,25	7,30	1,21						
mar/04	61,79	62,78		1,61	0,99	0,99	0,99	5,20	1,90						
abr/04	51,78	49,10	60,70	5,17	-2,68	2,68	7,17	4,57	1,57	17,25	8,93	8,93	79,72	35,36	-1,49
mai/04	46,42	49,09	61,29	5,76	2,67	2,67	7,14	4,19	2,35	32,04	14,87	14,87	221,15	28,53	-1,33
jun/04	53,70	59,87	51,85	11,49	6,17	6,17	38,08	4,52	3,54	3,45	-1,85	1,85	3,43	21,86	-1,82
jul/04	54,41	55,10	60,17	1,27	0,69	0,69	0,48	3,97	4,21	10,59	5,76	5,76	33,18	18,64	-1,83
ago/04	56,31	55,12	60,75	2,12	-1,19	1,19	1,42	3,63	4,28	7,87	4,43	4,43	19,64	16,27	-1,82
set/04	58,72	57,89	60,13	1,41	-0,83	0,83	0,69	3,32	4,43	2,40	1,41	1,41	1,99	14,15	-2,00
out/04	56,96	57,33	60,30	0,65	0,37	0,37	0,14	3,02	4,99	5,86	3,34	3,34	11,16	12,80	-1,95
nov/04	62,41	56,54	60,03	9,41	-5,87	5,87	34,48	3,28	2,80	3,82	-2,38	2,38	5,67	11,64	-2,34
dez/04	45,82	55,54	60,62	21,20	9,72	9,72	94,39	3,82	4,95	32,29	14,80	14,80	218,98	11,96	-1,04
jan/05	51,33	54,98	58,22	7,12	3,65	3,65	13,35	3,80	5,93	13,43	6,89	6,89	47,51	11,50	-0,49
fev/05	49,43	54,21	56,36	9,67	4,78	4,78	22,87	3,87	7,06	14,02	6,93	6,93	48,04	11,12	0,12
mar/05	67,25	54,02	63,36	19,67	-13,22	13,22	174,88	4,50	3,14	5,78	-3,89	3,89	15,12	10,56	-0,24
abr/05	42,43	51,10	60,92	20,44	8,67	8,67	75,22	4,76	4,79	43,60	18,50	18,50	342,09	11,13	1,43
mai/05	67,55	53,09	68,35	21,41	-14,46	14,46	209,20	5,33	1,56	1,18	0,80	0,80	0,64	10,44	1,60
jun/05	72,31	58,97	60,60	18,45	-13,34	13,34	178,04	5,77	-0,87	16,20	-11,71	11,71	137,18	10,52	0,48
jul/05	59,09	59,45	64,79	0,61	0,36	0,36	0,13	5,49	-0,85	9,66	5,71	5,71	32,57	10,23	1,05
ago/05	83,79	68,45	60,03	18,30	-15,34	15,34	235,20	5,98	-3,34	28,36	-23,76	23,76	564,52	10,99	-1,18
set/05	66,23	60,56	65,61	8,57	-5,67	5,67	32,20	5,97	-4,30	0,94	-0,62	0,62	0,39	10,44	-1,31
out/05	73,53	67,34	64,51	8,42	-6,19	6,19	38,31	5,98	-5,33	12,27	-9,02	9,02	81,42	10,37	-2,19
nov/05	76,74	77,78	61,63	1,36	1,04	1,04	1,09	5,76	-5,35	19,69	-15,11	15,11	228,28	10,60	-3,56
dez/05	65,84	54,88	65,65	16,65	-10,96	10,96	120,18	5,98	-6,99	0,28	-0,18	0,18	0,03	10,12	-3,75
jan/06	62,39	53,98	62,00	13,48	-8,41	8,41	70,74	6,08	-8,26	0,63	-0,39	0,39	0,15	9,70	-3,95
fev/06	59,91	54,33	58,16	9,31	-5,58	5,58	31,14	6,06	-9,21	2,92	-1,75	1,75	3,05	9,37	-4,28
mar/06	71,74	52,87	59,99	26,30	-18,87	18,87	356,10	6,53	-11,43	16,38	-11,75	11,75	138,11	9,46	-5,48
abr/06	54,80	52,40	62,93	4,38	-2,40	2,40	5,75	6,38	-12,07	14,84	8,13	8,13	66,16	9,41	-4,64
mai/06	63,42	55,78	59,83	12,04	-7,64	7,64	58,31	6,43	-13,17	5,65	-3,58	3,58	12,85	9,20	-5,14
jun/06	64,20	60,54	59,96	5,70	-3,66	3,66	13,40	6,34	-13,94	6,61	-4,24	4,24	18,00	9,02	-5,71
jul/06	61,30	58,20	61,21	5,06	-3,10	3,10	9,61	6,23	-14,67	0,15	-0,09	0,09	0,01	8,71	-5,93
ago/06	79,16	64,56	60,43	18,44	-14,60	14,60	213,05	6,49	-16,33	23,66	-18,73	18,73	350,67	9,04	-7,78
set/06	68,99	56,21	65,31	18,52	-12,77	12,77	163,18	6,68	-17,78	5,33	-3,67	3,67	13,50	8,87	-8,34
out/06	75,14	68,77	64,80	8,49	-6,38	6,38	40,69	6,67	-18,76	13,76	-10,34	10,34	106,93	8,92	-9,46
nov/06	64,34	71,98	63,55	11,88	7,64	7,64	58,38	6,70	-17,54	1,22	-0,79	0,79	0,62	8,67	-9,82
dez/06	57,96	65,21	62,16	12,52	7,26	7,26	52,66	6,72	-16,42	7,25	4,20	4,20	17,66	8,54	-9,48
jan/07	53,18	68,99	55,96	29,73	15,81	15,81	249,93	6,96	-13,57	5,24	2,79	2,79	7,77	8,38	-9,33
fev/07	70,85	68,82	58,25	2,86	-2,03	2,03	4,11	6,83	-14,12	17,78	-12,60	12,60	158,71	8,49	-10,69
mar/07	83,89	70,99	61,62	15,38	-12,90	12,90	166,46	6,99	-15,66	26,54	-22,27	22,27	495,80	8,87	-12,75
abr/07	59,41	55,98	65,94	5,77	-3,43	3,43	11,76	6,90	-16,35	10,99	6,53	6,53	42,65	8,80	-12,10
mai/07	78,18	65,10	60,57	16,74	-13,09	13,09	171,23	7,05	-17,86	22,53	-17,61	17,61	310,18	9,03	-13,75
jun/07	63,34	62,35	62,78	1,57	-0,99	0,99	0,99	6,91	-18,38	0,89	-0,56	0,56	0,32	8,82	-14,14
jul/07	48,54	58,20	62,90	19,90	9,66	9,66	93,29	6,97	-16,82	29,57	14,36	14,36	206,09	8,95	-12,32
ago/07	72,42	60,98	17,09	15,79	-11,44	11,44	130,77	7,07	-18,20	76,40	-55,33	55,33	3061,29	10,06	-16,47
set/07	60,34	55,78	61,38	7,55	-4,56	4,56	20,77	7,02	-18,99	1,73	1,04	1,04	1,09	9,85	-16,72
out/07	71,16	56,78	61,11	20,20	-14,38	14,38	206,67	7,18	-20,57	14,12	-10,05	10,05	100,94	9,85	-17,73
nov/07	67,74	64,50	62,46	4,78	-3,24	3,24	10,48	7,09	-21,27	7,79	-5,27	5,27	27,82	9,75	-18,45
dez/07	70,87	59,34	63,53	16,27	-11,53	11,53	132,94	7,18	-22,60	10,36	-7,34	7,34	53,89	9,70	-19,31

APÊNDICE W – PREVISÃO DE DEMANDA E MEDIDAS DE DESEMPENHO RN E METODOLOGIA EMPRESA PARA PRODUTOS DO GRUPO D NO ANO DE 2008

Período	Demanda	Modelos		Medidas de desempenho Empresa						Medidas de desempenho RN					
		Empresa	RN	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/08	71,44	63,50	63,73	11,12	-7,94	7,94	63,08	7,94	-1,00	10,80	-7,71	7,71	59,52	7,71	-1,00
fev/08	77,04	64,80	65,17	15,89	-12,24	12,24	149,82	10,09	-2,00	15,41	-11,87	11,87	140,96	9,70	-2,02
mar/08	59,27	63,40	61,83	6,96	4,13	4,13	17,03	8,10	-1,98	4,32	2,56	2,56	6,55	9,56	-1,78
abr/08	69,51	58,91	71,37	15,25	-10,60	10,60	112,44	8,73	-3,05	2,68	1,86	1,86	3,46	9,40	-1,61
mai/08	71,68	60,25	62,93	15,95	-11,43	11,43	130,64	9,27	-4,11	12,20	-8,75	8,75	76,51	9,39	-2,55
jun/08	70,36	63,45	67,40	9,82	-6,91	6,91	47,75	8,88	-5,07	4,21	-2,96	2,96	8,76	9,27	-2,90
jul/08	71,04	68,20	68,32	4,00	-2,84	2,84	8,07	8,01	-5,97	3,83	-2,72	2,72	7,42	9,14	-3,24
ago/08	79,81	70,23	67,59	12,00	-9,58	9,58	91,68	8,21	-6,99	15,30	-12,21	12,21	149,16	9,20	-4,55
set/08	71,28	69,65	68,39	2,29	-1,63	1,63	2,67	7,48	-7,90	4,05	-2,89	2,89	8,35	9,08	-4,92
out/08	61,79	72,56	70,09	17,44	10,77	10,77	116,06	7,81	-6,18	13,43	8,30	8,30	68,86	9,07	-4,01
nov/08	77,86	78,50	74,50	0,82	0,64	0,64	0,41	7,16	-6,66	4,32	-3,36	3,36	11,30	8,97	-4,43
dez/08	77,19	81,98	66,03	6,19	4,78	4,78	22,87	6,96	-6,16	14,46	-11,16	11,16	124,61	9,01	-5,65

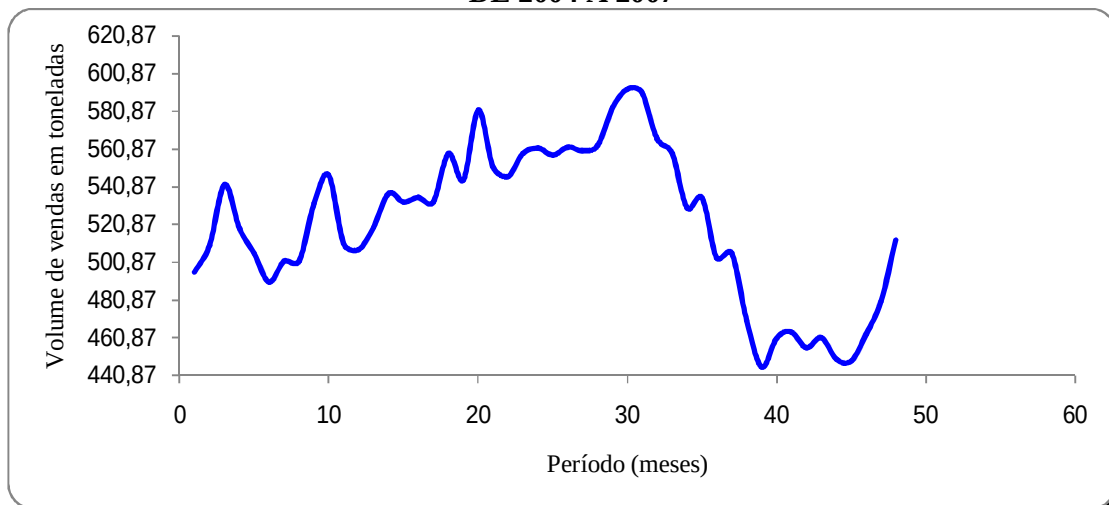
APÊNDICE X – AJUSTAMENTO DA PREVISÃO RN, METODOLOGIA EMPRESA E MEDIDAS DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO PARA PRODUTOS DO GRUPO E NO PERÍODO DE 2004 A 2007

Período	Demanda	Modelos		Medidas de desempenho Empresa						Medidas de desempenho RN					
		Empresa	RN	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/04	7,93	6,11		23,02	-1,83	1,83	3,33	1,83	-1,00						
fev/04	5,09	7,00		37,54	1,91	1,91	3,65	1,87	0,05						
mar/04	5,30	10,63		100,78	5,34	5,34	28,48	3,02	1,79						
abr/04	10,62	13,25		24,77	2,63	2,63	6,92	2,93	2,75						
mai/04	15,98	13,74		14,06	-2,25	2,25	5,05	2,79	2,08						
jun/04	13,14	13,00		1,11	-0,15	0,15	0,02	2,35	2,41						
jul/04	12,08	10,78	10,28	10,78	-1,30	1,30	1,70	2,20	1,98	0,07	0,01	0,01	0,00	3,00	0,65
ago/04	13,77	13,37	11,75	2,90	-0,40	0,40	0,16	1,97	2,00	22,14	-3,05	3,05	9,29	3,01	-0,36
set/04	17,35	14,82	12,64	14,54	-2,52	2,52	6,36	2,04	0,70	36,02	-6,25	6,25	39,04	3,47	-2,11
out/04	8,99	14,40	11,48	60,05	5,40	5,40	29,18	2,37	2,88	26,98	2,43	2,43	5,89	3,34	-1,47
nov/04	18,13	16,76	11,12	7,56	-1,37	1,37	1,88	2,28	2,40	29,31	-5,31	5,31	28,23	3,56	-2,87
dez/04	16,07	14,77	12,09	8,08	-1,30	1,30	1,68	2,20	1,90	39,58	-6,36	6,36	40,42	3,84	-4,32
jan/05	16,08	16,00	10,72	0,49	-0,08	0,08	0,01	2,04	2,01	28,36	-4,56	4,56	20,81	3,91	-5,41
fev/05	12,15	15,89	11,10	30,79	3,74	3,74	14,00	2,16	3,63	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	-5,91
mar/05	19,78	16,28	11,42	17,67	-3,49	3,49	12,20	2,25	1,93	33,24	-6,57	6,57	43,22	3,81	-7,27
abr/05	15,75	14,25	12,82	9,57	-1,51	1,51	2,27	2,20	1,29	40,09	-6,32	6,32	39,89	3,99	-8,53
mai/05	13,32	13,98	9,71	4,96	0,66	0,66	0,44	2,11	1,65	20,25	-2,70	2,70	7,27	3,90	-9,41
jun/05	13,67	15,28	11,52	11,77	1,61	1,61	2,59	2,08	2,45	15,10	-2,06	2,06	4,26	3,79	-10,24
jul/05	14,95	16,03	12,15	7,27	1,09	1,09	1,18	2,03	3,05	20,53	-3,07	3,07	9,42	3,75	-11,18
ago/05	17,21	12,77	13,20	25,83	-4,45	4,45	19,77	2,15	0,81	31,74	-5,46	5,46	29,86	3,84	-12,32
set/05	15,94	15,60	9,44	2,11	-0,34	0,34	0,11	2,06	0,68	26,38	-4,21	4,21	17,68	3,86	-13,35
out/05	14,83	14,97	10,62	0,90	0,13	0,13	0,02	1,98	0,78	18,48	-2,74	2,74	7,51	3,80	-14,26
nov/05	16,04	12,79	11,60	20,30	-3,26	3,26	10,60	2,03	-0,85	29,11	-4,67	4,67	21,81	3,85	-15,33
dez/05	14,03	13,46	11,88	4,06	-0,57	0,57	0,32	1,97	-1,16	16,11	-2,26	2,26	5,11	3,77	-16,22
jan/06	12,09	13,52	11,75	11,82	1,43	1,43	2,04	1,95	-0,44	3,38	0,41	0,41	0,17	3,63	-16,76
fev/06	14,25	12,05	11,74	15,46	-2,20	2,20	4,86	1,96	-1,56	35,52	-5,06	5,06	25,64	3,69	-17,86
mar/06	14,21	12,93	12,09	9,06	-1,29	1,29	1,66	1,93	-2,25	19,52	-2,77	2,77	7,70	3,65	-18,80
abr/06	7,68	8,53	11,37	11,09	0,85	0,85	0,73	1,90	-1,85	69,06	5,30	5,30	28,13	3,71	-17,05
mai/06	16,89	14,12	11,77	16,38	-2,77	2,77	7,65	1,93	-3,25	16,22	-2,74	2,74	7,50	3,68	-17,96
jun/06	20,00	13,40	12,50	33,01	-6,60	6,60	43,60	2,08	-6,18	42,86	-8,57	8,57	73,48	3,85	-19,37
jul/06	5,47	7,90	9,19	44,29	2,42	2,42	5,88	2,09	-4,99	93,62	5,12	5,12	26,25	3,90	-17,84
ago/06	14,72	11,63	11,44	21,00	-3,09	3,09	9,56	2,12	-6,37	15,25	-2,24	2,24	5,04	3,84	-18,68
set/06	13,73	12,10	12,98	11,87	-1,63	1,63	2,66	2,11	-7,19	10,66	-1,46	1,46	2,14	3,76	-19,45
out/06	6,44	11,26	14,15	74,92	4,82	4,82	23,28	2,19	-4,73	115,45	7,44	7,44	55,28	3,88	-16,96
nov/06	16,12	10,80	11,43	33,02	-5,32	5,32	28,35	2,28	-6,88	12,34	-1,99	1,99	3,96	3,82	-17,73
dez/06	11,23	8,55	10,60	23,85	-2,68	2,68	7,17	2,29	-8,01	14,75	-1,66	1,66	2,75	3,76	-18,47
jan/07	5,04	9,13	12,48	81,07	4,09	4,09	16,72	2,34	-6,10	144,47	7,29	7,29	53,09	3,86	-16,10
fev/07	9,38	10,68	12,26	13,84	1,30	1,30	1,69	2,31	-5,61	91,78	8,61	8,61	74,13	3,99	-13,41
mar/07	12,97	8,74	13,88	32,60	-4,23	4,23	17,89	2,36	-7,28	19,82	2,57	2,57	6,61	3,95	-12,89
abr/07	9,69	4,48	14,13	53,72	-5,20	5,20	27,08	2,43	-9,21	12,33	-1,19	1,19	1,43	3,88	-13,44
mai/07	3,57	5,93	9,57	66,13	2,36	2,36	5,57	2,43	-8,25	229,38	8,18	8,18	66,98	3,99	-11,02
jun/07	0,19	7,33	12,33	3674,89	7,14	7,14	50,96	2,54	-5,07	6403,04	12,44	12,44	154,72	4,20	-7,51
jul/07	14,02	9,82	17,99	29,97	-4,20	4,20	17,66	2,58	-6,63	13,94	1,95	1,95	3,82	4,15	-7,13
ago/07	7,78	7,99	15,54	2,62	0,20	0,20	0,04	2,53	-6,69	61,62	4,80	4,80	23,01	4,16	-5,95
set/07	7,65	7,34	8,49	4,10	-0,31	0,31	0,10	2,48	-6,95	14,05	-1,07	1,07	1,16	4,09	-6,32
out/07	8,53	6,67	11,75	21,79	-1,86	1,86	3,45	2,46	-7,74	16,04	1,37	1,37	1,87	4,03	-6,08
nov/07	5,83	6,57	12,63	12,72	0,74	0,74	0,55	2,43	-7,55	35,25	2,05	2,05	4,22	3,99	-5,63
dez/07	5,66	6,58	15,97	16,30	0,92	0,92	0,85	2,40	-7,26	182,28	10,32	10,32	106,41	4,12	-2,94

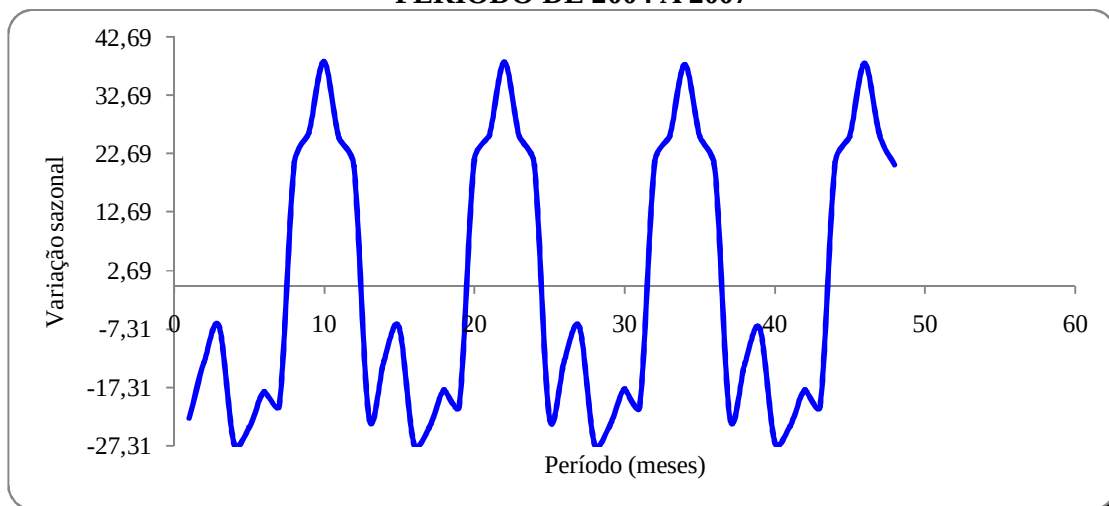
APÊNDICE Y – PREVISÃO DE DEMANDA E MEDIDAS DE DESEMPENHO RN E METODOLOGIA DA EMPRESA PARA PRODUTOS DO GRUPO E NO ANO DE 2008

Período	Demanda	Modelos		Medidas de desempenho Empresa						Medidas de desempenho RN					
		Empresa	RN	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS	MAPE	Erro	E Abs	Err2	DAM	TS
jan/08	8,22	6,88	12,58	16,36	-1,35	1,35	1,81	1,35	-1,00	53,04	4,36	4,36	19,01	4,36	1,00
fev/08	5,87	6,32	6,58	7,76	0,46	0,46	0,21	0,90	-0,99	12,11	0,71	0,71	0,50	2,54	2,00
mar/08	6,54	5,63	9,90	13,98	-0,91	0,91	0,84	0,91	-1,99	51,35	3,36	3,36	11,28	2,81	3,00
abr/08	5,95	6,66	7,88	11,93	0,71	0,71	0,50	0,86	-1,28	32,38	1,93	1,93	3,72	2,59	4,00
mai/08	7,38	6,59	7,22	10,70	-0,79	0,79	0,62	0,84	-2,24	2,26	-0,17	0,17	0,03	2,10	4,84
jun/08	6,66	6,12	3,60	8,09	-0,54	0,54	0,29	0,79	-3,06	45,95	-3,06	3,06	9,35	2,26	3,15
jul/08	5,74	6,34	4,75	10,45	0,60	0,60	0,36	0,76	-2,38	17,25	-0,99	0,99	0,98	2,08	2,95
ago/08	8,95	7,03	6,40	21,48	-1,92	1,92	3,70	0,91	-4,12	28,53	-2,55	2,55	6,52	2,14	1,68
set/08	5,80	6,98	5,84	20,47	1,19	1,19	1,41	0,94	-2,72	0,73	0,04	0,04	0,00	1,91	1,90
out/08	6,34	6,66	7,33	5,04	0,32	0,32	0,10	0,88	-2,55	15,51	0,98	0,98	0,97	1,82	2,54
nov/08	5,81	4,55	6,60	21,69	-1,26	1,26	1,59	0,91	-3,83	13,63	0,79	0,79	0,63	1,72	3,14
dez/08	7,84	5,99	5,17	23,58	-1,85	1,85	3,42	0,99	-5,40	34,07	-2,67	2,67	7,13	1,80	1,52

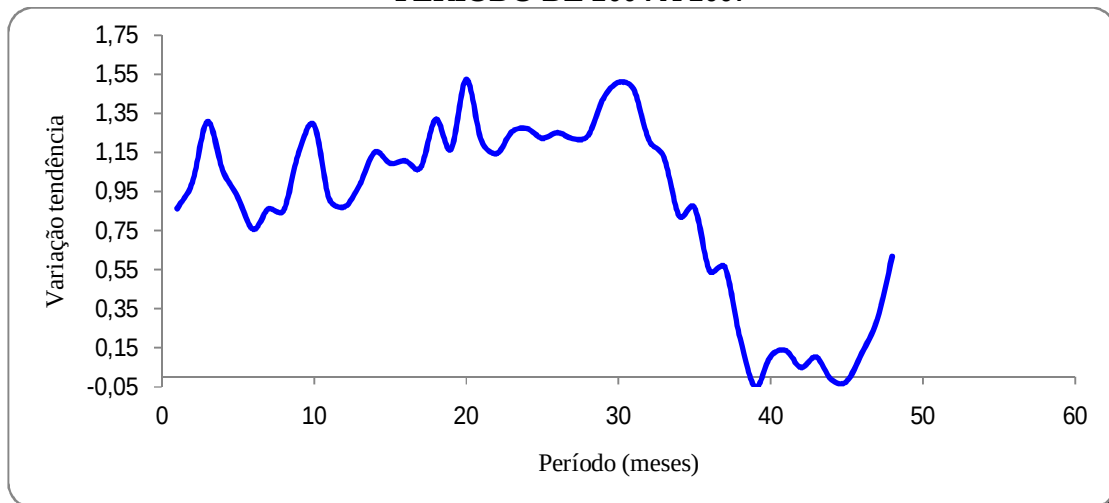
APÊNDICE Z – TESTE DE NÍVEL PARA OS PRODUTOS DO GRUPO A NO ANO DE 2004 A 2007



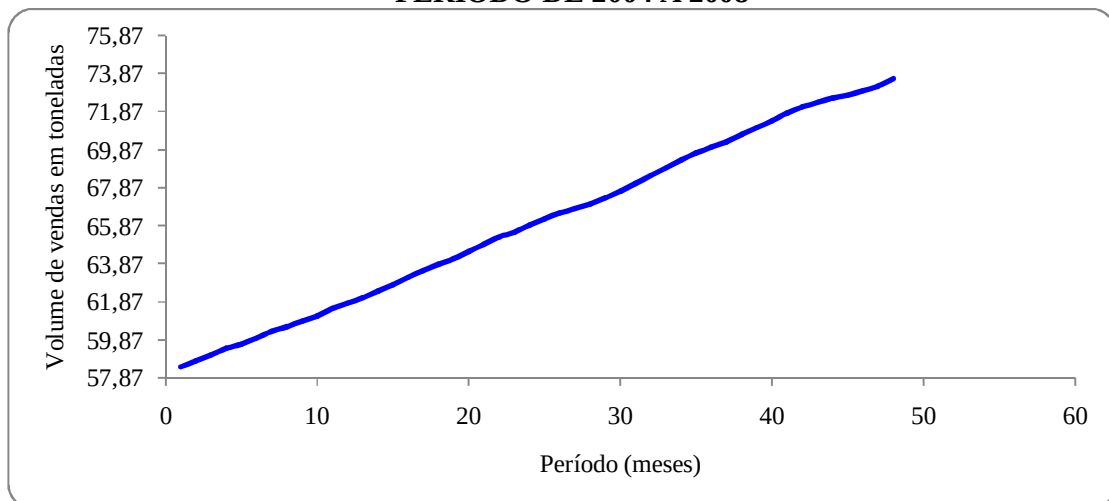
APÊNDICE AA – TESTE DE SAZONALIDADE PRODUTOS DO GRUPO A NO PERÍODO DE 2004 A 2007



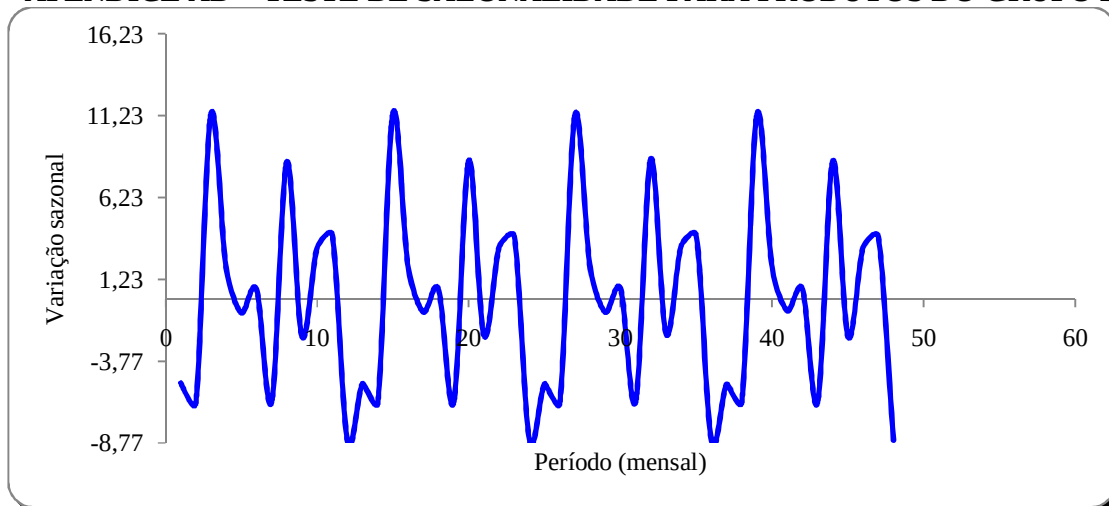
APÊNDICE AB – TESTE TENDÊNCIA PARA PRODUTOS DO GRUPO A NO PERÍODO DE 2004 A 2007



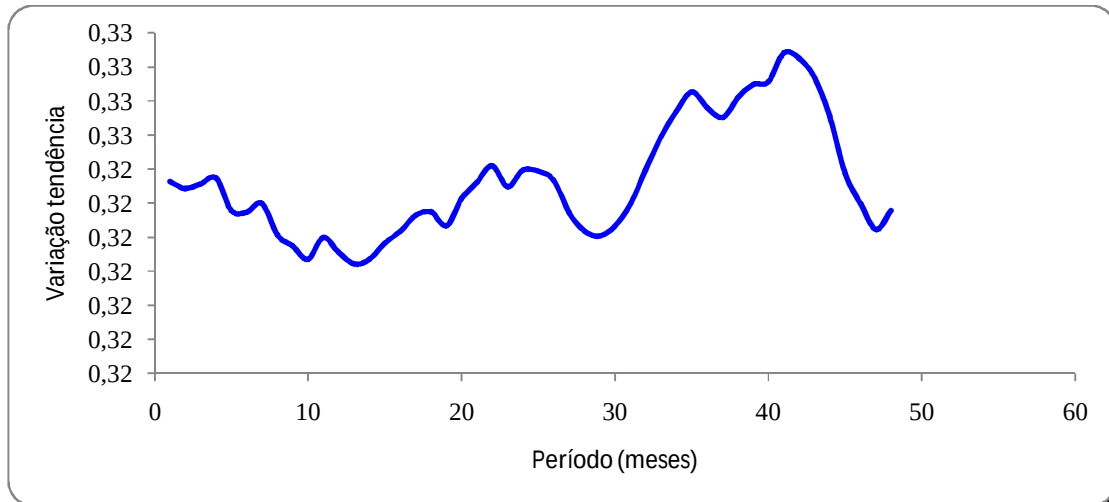
APÊNDICE AC – TESTE DE NÍVEL PARA PRODUTOS DO GRUPO B, NO PERÍODO DE 2004 A 2008



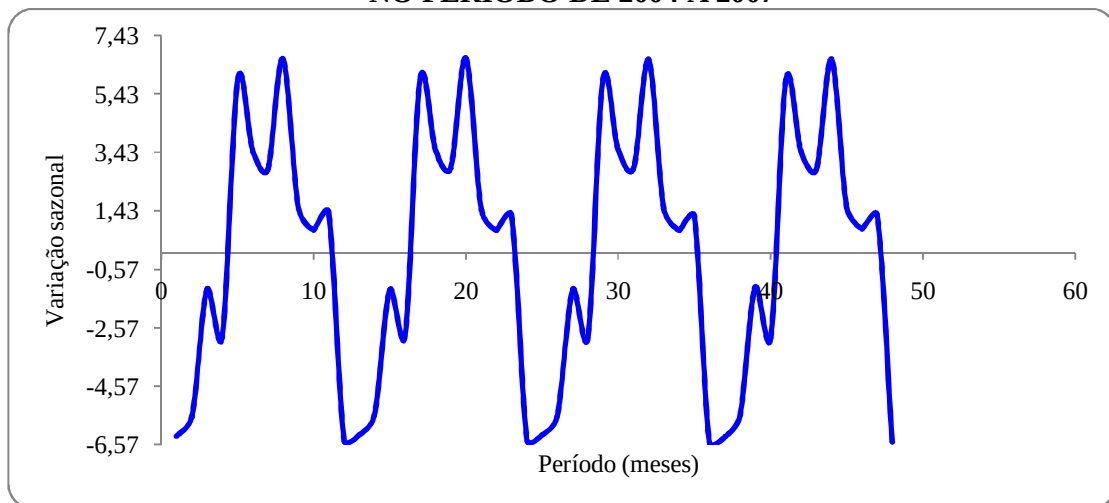
APÊNDICE AD – TESTE DE SAZONALIDADE PARA PRODUTOS DO GRUPO B



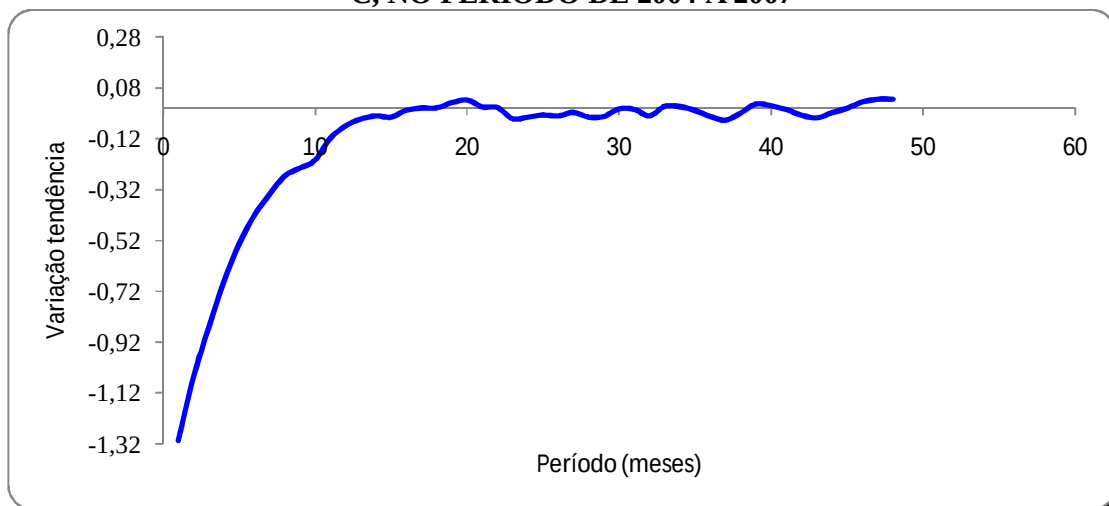
APÊNDICE AE – TESTE DE TENDÊNCIA PARA PRODUTOS DO GRUPO B, NO PERÍODO DE 2004 A 2007



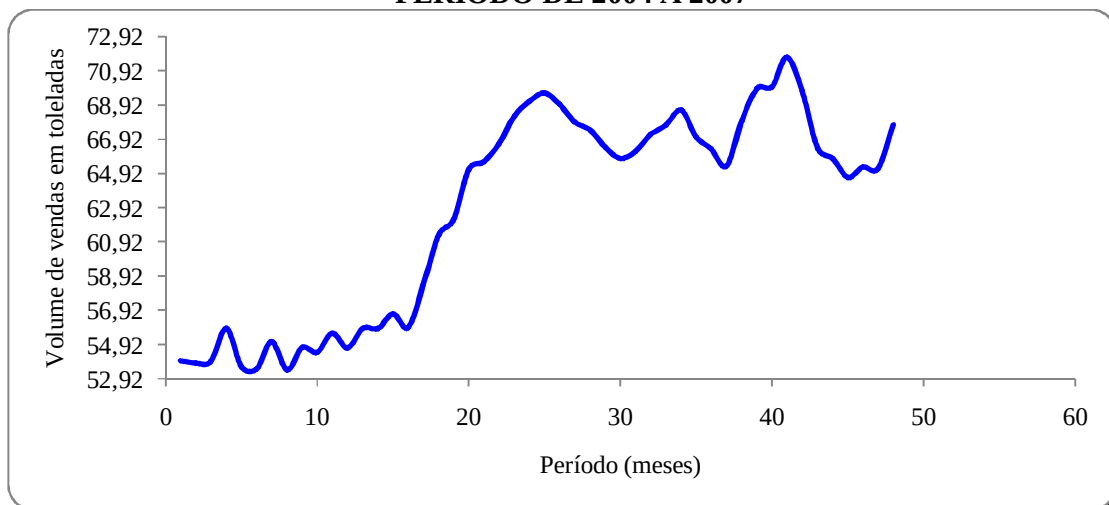
**APÊNDICE AF – TESTE DE SAZONALIDADE PARA PRODUTOS DO GRUPO C,
NO PERÍODO DE 2004 A 2007**



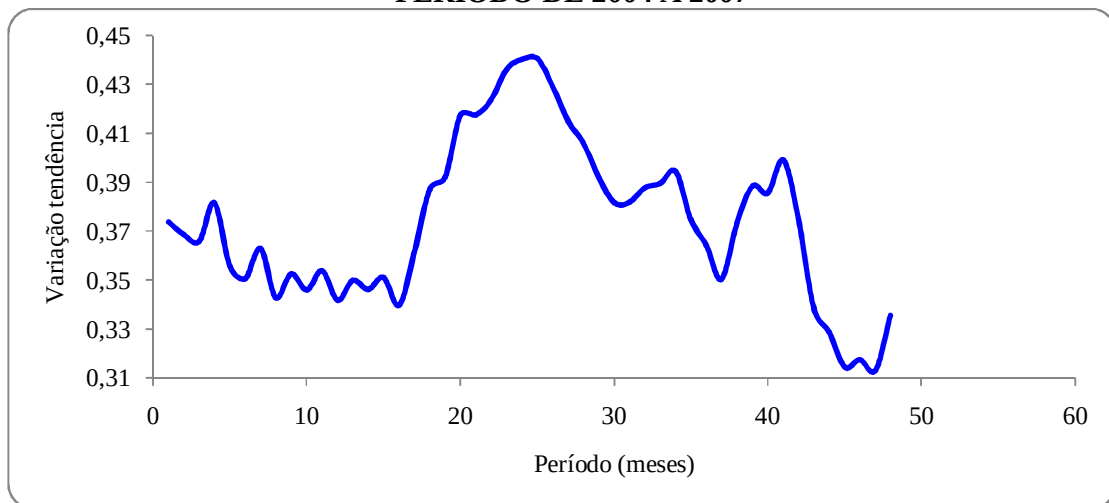
**APÊNDICE AG – TENDÊNCIA E CRESCIMENTO PARA PRODUTOS DO GRUPO
C, NO PERÍODO DE 2004 A 2007**



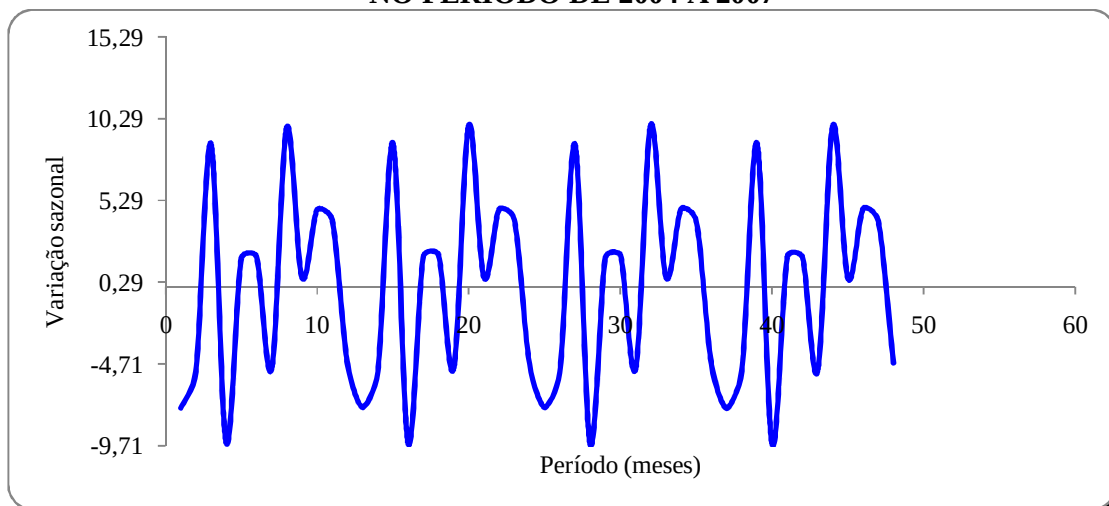
**APÊNDICE AH – GRÁFICO DE NÍVEL PARA PRODUTOS DO GRUPO D, NO
PERÍODO DE 2004 A 2007**



APÊNDICE AI – TESTE DE TENDÊNCIA PARA PRODUTOS DO GRUPO D, NO PERÍODO DE 2004 A 2007



APÊNDICE AJ – TESTE DE SAZONALIDADE PARA PRODUTOS DO GRUPO E, NO PERÍODO DE 2004 A 2007



APÊNDICE AK – TESTE DE NÍVEL PARA PRODUTOS DO GRUPO E, NO PERÍODO DE 2004 A 2007

