UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DIMAS DANIEL DA SILVA BARBOSA

PREVISÃO DE DEMANDA EM UM COMÉRCIO DE MÓVEIS E ELETRODOMÉSTICOS

JUIZ DE FORA
2010

DIMAS DANIEL DA SILVA BARBOSA

PREVISÃO DE DEMANDA EM UM COMÉRCIO DE MÓVEIS E ELETRODOMÉSTICOS

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: DSc., Fernando Marques de Almeida Nogueira

Co-Orientador: MSc., Roberto Malheiros Moreira Filho

JUIZ DE FORA

2010

Barbosa, Dimas Daniel da Silva

Previsão de Demanda em um Comércio de Móveis e Eletrodomésticos / Dimas Daniel da Silva Barbosa. – 2010.
55 f. : Il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) –Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

1. Previsão de Demanda. 2. Erros de Previsão. I. Título

DIMAS DANIEL DA SILVA BARBOSA

PREVISÃO DE DEMANDA EM UM COMÉRCIO DE MÓVEIS E ELETRODOMÉSTICOS

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 12 de novembro de 2010.

BANCA EXAMINADORA

_____

DSc, Fernando Marques de Almeida Nogueira
Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

DSc., Marcos Martins Borges
Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

Marcus Vinícius da Silva dos Santos
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, responsável por ter me proporcionado oportunidades, colocando as melhores pessoas em minha vida e por me estender a mão nos momentos difíceis.

Agradeço também à minha família, em especial meus pais, Dimas e Petrina, pelo apoio e carinho incondicional, dando-me força para conclusão deste trabalho.

Aos professores, Fernando Nogueira e Roberto Malheiros, pela orientação, disponibilidade e ensino.

Aos demais membros da banca, Diogo, Marcos Borges e Marcus Vinícius que aceitaram o convite e agregaram valor ao trabalho.

Aos amigos e colegas da faculdade que auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho.

Obrigado!

RESUMO

A Previsão de Demanda é fundamental para auxiliar na determinação dos recursos necessários para uma empresa, tornando-se uma atividade de importância estratégica. Assim, este trabalho apresenta teoria sobre alguns métodos de Previsão de Demanda que foram aplicados aos dados de vendas históricas de Eletrodomésticos, já que são um dos itens mais vendidos e de maior custo médio da empresa em estudo. Tal empresa, a Mobiliadora Barbosa Ltda., caracteriza-se por um pequeno comércio de móveis e eletrodomésticos, situado na cidade de Abre Campo. Para analisar e estudar o comportamento da demanda, foram utilizados os seguintes métodos: Média Móvel, Suavização Exponencial e o modelo Estático com Tendência e Componente Sazonal. Após a definição e o cálculo do indicador de desempenho dos modelos – o erro de previsão, observou-se que o modelo Estático com Tendência e Componente Sazonal melhor se ajustou ao processo estocástico em estudo. Com o resultado satisfatório deste trabalho, o mesmo servirá de base para extensão da Previsão de Demanda aos demais itens vendidos pela empresa e para uma futura implantação de um Sistema de Gestão de Estoques.

Palavras-chaves: Previsão de Demanda. Métodos de Previsão de Demanda. Erro de Previsão.

ABSTRACT

Demand Forecasting is crucial in order to help determine an enterprise's necessary resources, becoming an activity with strategic importance. Thus, this monograph presents a theory about some Demand Forecasting methods which were applied to the home appliances historical sales data, since these are one of the most sold items and represent the biggest mean cost of the enterprise, which has been studied. Such organization, Mobiliadora Barbosa Ltd, is characterized by a small furnitures and home appliances commerce, placed at Abre Campo City. In order to analyze and study the Demand behavior, the following methods were used: Moving Mean, Exponential Smoothing and the Static Model with Trend and Seasonal Component. After defining and calculating the indicator of the models' performance – the forecasting error, it was observed that the Static Model with Trend and Seasonal Component was the one that best fitted to the Stochastic Process in study. With the satisfactory result of this work, it will attend on as the basis for the Demand Forecasting Expansion to the other items, which are sold by the organization, and for a future implementation of Stocks Management System.

Keywords: Demand Forecasting. Demand Forecasting Methods. Forecasting Error.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção.....14
Figura 2 - Alguns padrões típicos da demanda “regular” 17
Figura 3 - Exemplo de um padrão de demanda incerta. 18
Figura 4 - Exemplo de demanda dessazonalizada.....23
Figura 5 - Métodos compostos: combinação de previsões.....27
Figura 6 - Métodos compostos: ajuste baseado na opinião 28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Taxas mensais regionalizadas do volume de vendas do varejo 31
Gráfico 2 – Número de itens vendidos por grupo 32
Gráfico 3 – Valor monetário dos itens vendidos por grupo 33
Gráfico 4 – Preço médio dos itens vendidos por grupo 34
Gráfico 5 – Número de eletrodomésticos vendidos bimestralmente 37
Gráfico 6 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos utilizando o método das Médias Móveis 40
Gráfico 7 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos utilizando o método da Ponderação Exponencial 43
Gráfico 8 – Valores da demanda histórica e dessazonalizada no tempo 46
Gráfico 9 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos utilizando o método Estático com Tendência e Componente Sazonal 50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de itens vendidos por grupo 32

Tabela 2 – Valor monetário dos itens vendidos por grupo 33

Tabela 3 – Preço médio dos itens vendidos por grupo 34

Tabela 4 – Número de eletrodomésticos vendidos bimestralmente 36

Tabela 5 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos utilizando o método das Médias Móveis 39

Tabela 6 – Erros de previsão para demanda de eletrodomésticos utilizando o método das Médias Móveis 40

Tabela 7 – Componentes sazonais para demanda de eletrodomésticos utilizando o método da Ponderação Exponencial 41

Tabela 8 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos utilizando o método da Ponderação Exponencial 42

Tabela 9 – Erros de previsão para demanda de eletrodomésticos utilizando o método da Ponderação Exponencial 43

Tabela 10 – Valores da demanda histórica e dessazonalizada de eletrodomésticos 44

Tabela 11 – Valores da demanda histórica e dessazonalizada no tempo 45

Tabela 12 – Valores da demanda histórica e fatores de sazonalidade por período 47

Tabela 13 – Fatores de sazonalidade médios por período 47

Tabela 14 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos utilizando o método Estático com Tendência e Componente Sazonal 48

Tabela 15 – Desvio da previsão por período 49

Tabela 16 – Previsão de demanda para os eletrodomésticos utilizando o método Estático com Tendência e Componente Sazonal 51

Tabela 17 – Erros de previsão para demanda de eletrodomésticos utilizando o método Estático com Tendência e Componente Sazonal 51

Tabela 18 – Erros de previsão para demanda de eletrodomésticos para os três métodos estudados 51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 11
1.2 JUSTIFICATIVA 12
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 12
1.4 FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES 12
1.5 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 13
1.6 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 13
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO 14

2 REVISÃO DE LITERATURA 16

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO 16
2.1.1 CLASSIFICAÇÕES 16
2.1.2 MÉTODOS DE PREVISÃO 18
2.1.3 MÉTODOS QUALITATIVOS 18
2.1.4 MÉTODOS DE PROJEÇÕES HISTÓRICAS 18
2.1.5 ERROS DE PREVISÃO 24
2.1.6 MÉTODOS CAUSAIS 26
2.1.7 MÉTODOS COMPOSTOS 27

3 DESENVOLVIMENTO 29

3.1 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA 29
3.2 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE 29
3.2.1 A EMPRESA 29
3.2.2 O CENÁRIO ATUAL DO VAREJO 30
3.2.3 COLETA DE DADOS 31
3.2.4 SELEÇÃO DO GRUPO DE PRODUTOS 31
3.2.5 DADOS HISTÓRICOS DOS ELETRODOMÉSTICOS 35

4 RESULTADOS 38

4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS 38
4.1.1 MÉDIA MÓVEL 38
4.1.2 PONDERAÇÃO EXPONENCIAL 41
4.1.3 MODELO ESTÁTICO COM TENDÊNCIA E COMPONENTE SAZONAL 43
4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 51

5 CONCLUSÕES 53

5.1 RECOMENDAÇÕES 53

REFERÊNCIAS 54

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O sucesso de toda organização é medido pela eficácia com que esta utiliza seus ativos: instalações, maquinários, pessoas, tecnologia ou recursos financeiros. Esta nova forma de mensuração surgiu a partir do incremento da competitividade no ambiente organizacional, relacionado com o fenômeno da globalização da economia. Diante desse contexto, as organizações industriais e de serviço necessitam buscar melhorias contínuas nos seus negócios em geral (HAYES et al., 2008).

Ainda segundo o autor citado, para assegurar sua sobrevivência, as empresas necessitam aprimorar os processos envolvidos no planejamento da produção. Desta forma, é possível afirmar que vários elementos promovem o aperfeiçoamento dos processos, como aspectos ligados ao mercado, ou seja, o conhecimento da demanda.

Sendo assim, a fim de atingir essa eficácia global, as empresas direcionam suas atividades para o rumo que acreditam que seu negócio assumirá futuramente. Porém, como o rumo é normalmente traçado com base em previsões, o planejamento realizado para tais deve ser realizado de forma minuciosa (SLACK, JOHNSTON e CHAMBERS, 2002).

Uma das previsões mais importantes é a Previsão da Demanda, já que concede aos gestores uma visão ampla do mercado, identificando fatores que influenciam diretamente em suas vendas. Com isto, o planejamento da produção, vendas e finanças, torna-se mais fidedigno, acarretando em fortes vantagens competitivas para organização (BALLOU, 2006).

Como dito anteriormente, quando se fala em planejamento, inclusive para uma empresa do setor terciário da economia, o conhecimento da demanda futura é uma informação essencial. Portanto, é nesse sentido que a Previsão de Demanda será utilizada nessa empresa, visando minimizar o *gap* entre a necessidade do cliente e o planejamento da empresa.

1.2 JUSTIFICATIVA

Primeiramente, a escolha do tema baseia-se na importância do assunto para todas as empresas que buscam um diferencial competitivo neste mercado cada vez mais acirrado. Logo, é essencial um Engenheiro de Produção ter conhecimento teórico e habilidade prática quando se fala em Previsão de Demanda.

Outro fator decisório foi que na empresa onde o trabalho foi desenvolvido não há nenhuma metodologia de Previsão de Demanda, dificultando a elaboração de um planejamento aderente à realidade. Com isto, aplica-se grande parte do recurso financeiro da organização em estoques. Desta forma, a necessidade de se fazer um planejamento e uma previsão com acuracidade, veio à tona.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Este trabalho terá como objeto de estudo os dados de demandas históricas dos eletrodomésticos (depurador de ar, fogão, forno elétrico, freezer, geladeira, máquina de lavar, microondas, e tanquinho) da Mobiliadora Barbosa Ltda. Serão apresentados alguns métodos de previsão no referencial teórico, que serão analisados posteriormente, a fim de se chegar a um modelo que melhor se adéqua aos dados históricos da organização. Assim, o problema a ser sanado por este trabalho é: qual é o melhor modelo de previsão de demanda para os dados históricos da Mobiliadora Barbosa Ltda.?

A análise dos dados históricos e estudo dos modelos ocorrerão por meio de métodos estatísticos e pela utilização de *software* de previsão e estatístico.

Como dito anteriormente, os dados da demanda futura adquiridos por este trabalho servirão de base para um posterior desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Estoques. Entretanto, esta última etapa não está no escopo deste trabalho.

1.4 FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES

Segundo Ballou (2006), as séries temporais da demanda histórica podem apresentar os seguintes comportamentos:

- Padrão de demanda nivelado, sem tendência nem elementos sazonais;

- Padrão de demanda com tendência crescente, porém sem elementos sazonais;
- Padrão de demanda com tendência crescente e elementos sazonais.

Pelo conhecimento prévio do discente sobre o comportamento da demanda da empresa e sobre o tema de Previsão de Demanda, o padrão das séries temporais aleatórias apresentará tendência crescente e elementos sazonais.

1.5 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é analisar alguns métodos de Previsão Demanda e verificar aquele que melhor se adéque aos dados históricos de venda de eletrodomésticos da Mobiliadora Barbosa Ltda.

Com este estudo e posterior expansão aos demais itens, o planejamento da empresa será mais eficaz, utilizando melhor os recursos disponíveis, visando adquirir vantagens competitivas para se destacar no mercado.

1.6 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Conforme é mostrado na figura 1 e segundo Silva e Menezes (2001), pode-se classificar este trabalho segundo sua metodologia de pesquisa:

- Natureza: o trabalho foi uma pesquisa aplicada, já que teve como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática através da solução de um problema – analisar um modelo de Previsão de Demanda que se adéque aos dados históricos de venda de eletrodomésticos.
- Objetivos: para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado a pesquisa descritiva, devido a utilização de técnicas de coletas de dados, a fim de analisá-los e estabelecer relações entre as variáveis.
- Abordagem: uma abordagem quantitativa, já que as informações sobre a demanda foram traduzidas em números, fazendo análises destes através de técnicas estatísticas.
- Método: o método utilizado para o desenvolvimento do sistema de Previsão de Demanda foi a Modelagem e Simulação, que tem como objetivo auxiliar no processo de tomada de decisões.

O trabalho foi desenvolvido na Mobiliadora Barbosa Ltda. Apesar desta empresa ter lojas filiais, o estudo será focado na loja matriz localizada na cidade de Abre Campo, Minas Gerais.

A partir do tratamento e análise dos dados, será utilizado um *software* para realizar a Previsão da Demanda e selecionar o método que melhor se ajustou aos dados históricos.

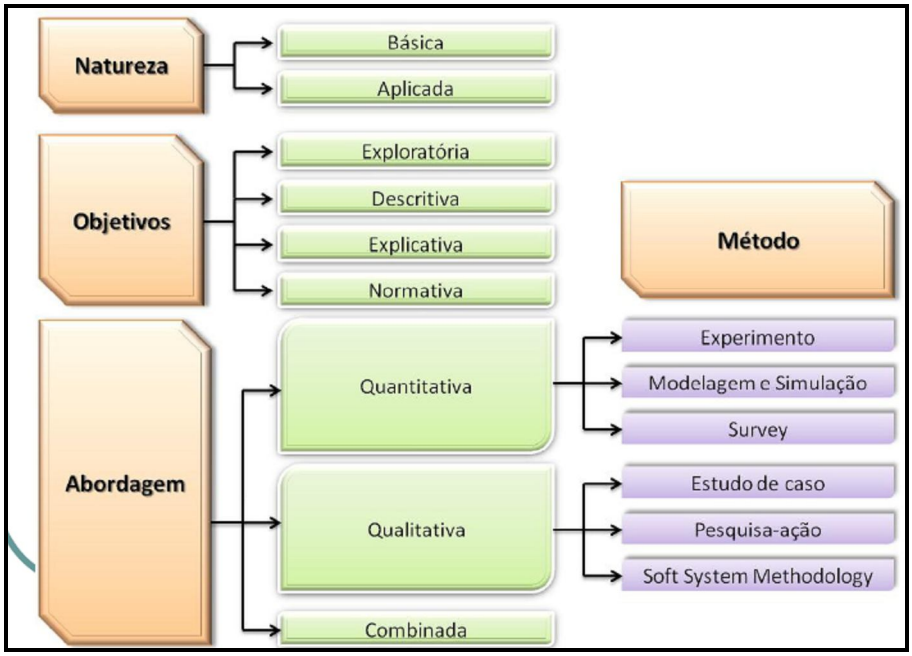

Figura 1 - Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção
Fonte: MIGUEL, 2010 (Adaptado).

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho apresentará cinco capítulos principais, conforme é descrito abaixo:

- Introdução: apresenta a proposta do trabalho a ser desenvolvido, relatando a contextualização do tema, a motivo da escolha do assunto, as hipóteses, os objetivos do desenvolvimento do trabalho, o escopo, a metodologia do trabalho e o seu cronograma.
- Revisão Bibliográfica: aborda o estado da arte sobre o tema a ser desenvolvido, apresentando todo o referencial teórico estudado para o sucesso no desenvolvimento do trabalho e o entendimento por parte dos leitores.

- Desenvolvimento: este capítulo explana sobre a análise, tratamento e classificação dos dados da demanda histórica, além de apresentar os métodos de previsão selecionados para cada grupo de produtos. Ou seja, será apresentado neste capítulo o desenvolvimento do sistema de Previsão de Demanda.
- Resultado: mostra os principais resultados obtidos com o desenvolvimento do sistema, tanto para a empresa quanto para o autor.
- Conclusão: é a parte final do trabalho, a qual demonstra as conclusões relacionadas aos objetivos do trabalho. Assim, evidencia-se se a hipótese levantada no capítulo de introdução pode ser comprovada ou refutada, de acordo com o que é apresentado no desenvolvimento e no resultado do trabalho.

REVISÃO DE LITERATURA

1.8 REFERENCIAL TEÓRICO

Diante de um mercado competitivo gerado pela globalização dos últimos anos, o sucesso de toda organização vem sendo mensurado pela eficácia com que esta utiliza seus recursos. A fim de atingir uma eficácia global, as empresas buscam realizar planejamentos acurados para o uso de seus ativos (HAYES et al., 2008).

Dentro deste contexto, segundo Ballou (2006), identifica-se uma base para o planejamento de todas as áreas funcionais de uma organização: a Previsão da Demanda. Assim, o planejamento advindo da análise da demanda futura, mostrará claramente os mercados e clientes que serão servidos, facilitando a definição das metas do negócio.

Neste mesmo raciocínio, para Werner e Ribeiro (2003), realizar uma boa previsão de demanda é essencial a fim de auxiliar na determinação dos recursos necessários para a empresa, tornando-a uma organização competitiva no atual mercado globalizado.

Para Chopra (2003), como as previsões estão sempre erradas, deve-se informar o valor esperado juntamente com uma medida de erro de previsão. A fim de mitigar tais erros, pode-se agregar previsões, deixando-as mais precisas.

1.8.1 CLASSIFICAÇÕES

Para iniciar uma previsão da demanda, é necessário conhecer as classificações literárias utilizadas (BALLOU, 2006):

- Normalmente, ao realizar previsões, preocupa-se com a relação dos níveis da demanda com o tempo, ou seja, analisa-se a demanda temporal. Porém, as técnicas de previsão devem refletir as diferenças geográficas capazes de influenciar os padrões da demanda. Assim caracteriza-se a demanda espacial.
- Quando os níveis de demanda podem ser divididos em componentes de tendência, elementos sazonais ou aleatórios, a demanda é dita regular, conforme é mostrado na figura 1. Já quando a demanda por algum produto é intermitente, devido ao baixo volume e a incerteza do nível demanda e de quando essa

demanda ocorrerá, esta é classificada como irregular ou incerta, como é mostrado na figura 2.

- Por fim, a demanda pode ser classificada como dependente ou independente. No primeiro caso, a origem dos pedidos surge a partir da exigência especificada em programas de produção. Por exemplo, numa fábrica de móveis, o número de novos puxadores a serem encomendados de um fornecedor é um múltiplo do número de guarda-roupas a serem produzidos pelo fabricante. Já na demanda dependente, os consumidores de determinados itens são diversos e fazem compras individuais de uma pequena fração do volume total fornecido pela empresa.

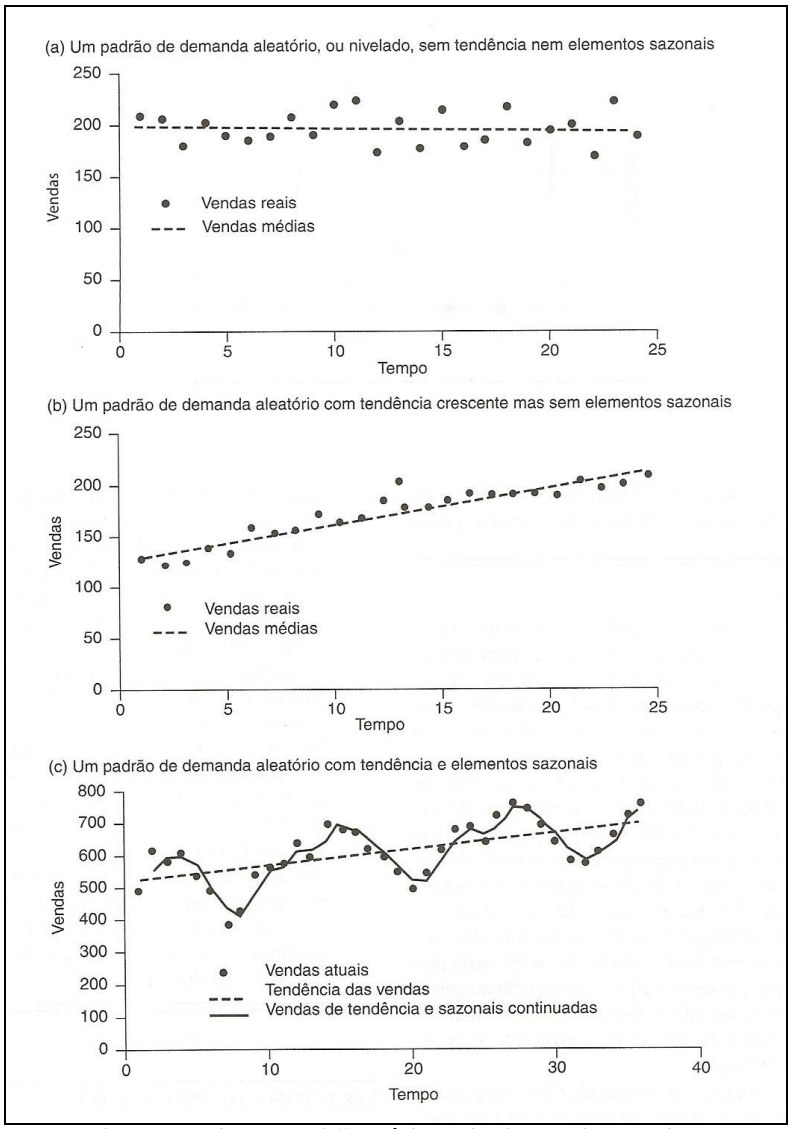

Figura 2 - Alguns padrões típicos da demanda “regular”
Fonte: Ballou, 2006.

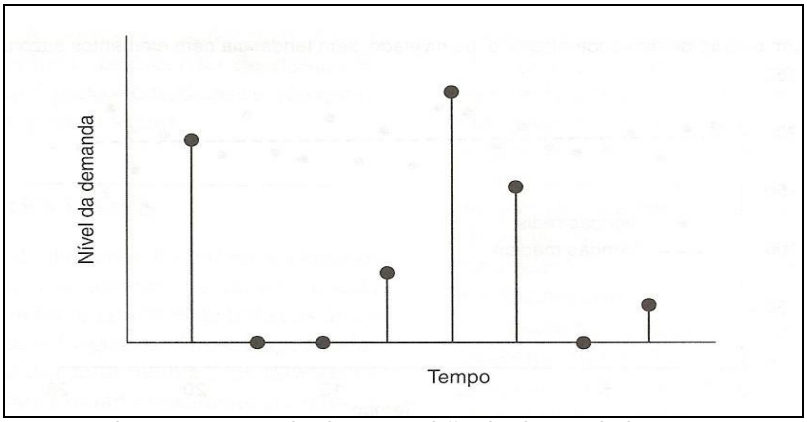

Figura 3 - Exemplo de um padrão de demanda incerta.
Fonte: Ballou, 2006.

1.8.2 MÉTODOS DE PREVISÃO

Conforme Ballou (2006), os vários métodos de previsão existentes são divididos em três categorias: qualitativos, de projeções históricas e causais.

Porém, para Ribeiro e Werner (2006), agregar várias categorias de métodos pode incorporar mais conhecimento associado ao ambiente de previsão. Assim, a integração de previsões incorpora várias técnicas e tem mostrado potencial para reduzir o erro de previsão. Esse assunto será retomado mais a frente.

1.8.3 MÉTODOS QUALITATIVOS

De acordo com Ballou (2006), métodos qualitativos utilizam uma análise subjetiva para prever demandas futuras, através de julgamento, intuição ou técnicas comparativas. Este método é uma solução para empresas que não possuem dados históricos de sua demanda. Porém, a análise qualitativa deve ser usada para previsões de médio à longo prazo, permitindo ajustes em períodos precedentes.

1.8.4 MÉTODOS DE PROJEÇÕES HISTÓRICAS

Segundo Ribeiro e Werner (2006), os métodos de projeções históricas é uma abordagem objetiva recorrendo aos métodos matemáticos de forma que os resultados possam ser repetidos posteriormente.

Para uso de tal método é necessário a existência de dados históricos que representem componentes estáveis e bem definidos nas séries temporais, como por exemplo, tendência e variações sazonais. Já quanto ao horizonte de previsão, o método objetivo é eficiente para previsões de curto prazo, já que se adapta às mudanças do cenário, a partir da atualização dos dados. Porém, caso as mudanças ocorram rapidamente, os modelos sinalizarão tal alteração depois de sua ocorrência (BALLOU, 2006).

1.8.4.1 MÉDIA MÓVEL

Segundo Moreira (2006), o método de previsão de demanda denominado Média Móvel é de fácil entendimento, além de poder ser utilizado para uma enorme gama de situações. Uma média, como o nome diz, mostra o valor médio de uma amostra de determinado dado. Uma média móvel aritmética (MMA) representa o valor médio de uma amostra de determinado dado em um período de tempo. A palavra móvel demonstra o fato de que quando um novo dado histórico entra no cálculo o mais antigo sai. Desta forma, a média "movimenta-se" originando o respectivo nome.

Ainda segundo o autor citado acima, cada ponto de uma média móvel numa série de tempo é a média aritmética ou ponderada de um número de pontos consecutivos das séries, na qual o número de pontos de dados é escolhido de forma a eliminar os efeitos da sazonalidade ou irregularidade. O cálculo da Média Móvel é dado pela Equação (2.1):

$$MMA = V(1) + V(2) +..+ V(n) / N \qquad (2.1)$$

Onde:

- V = demanda do período;
- N = janela de tempo escolhida.

O parâmetro N é muito importante quando trabalhamos com médias móveis, pois é a variável que iremos ajustar para obter melhores resultados. Modificando seu valor, a média irá responder mais ou menos rapidamente às variações da demanda (MOREIRA, 2006).

1.8.4.2 PONDERAÇÃO EXPONENCIAL

Para Ballou (2006), a técnica de ponderação exponencial é, provavelmente, a melhor técnica de previsão quando se fala em curto prazo. Além disso, necessita de um mínimo de dados históricos para a aplicação, tornando-se também um método simples. Apesar ser um tipo de média móvel, a ponderação exponencial utiliza uma ponderação geométrica, a fim de destinar pesos diferentes para eventos passados e recentes. Para que isto ocorra, esta técnica utiliza um fator de ponderação (*α*). Assim, o modelo para padrões da demanda como a figura 1 (a) é representado pela seguinte fórmula:

$$F(t+1)=(\alpha)*A(t)+(1-\alpha)*F(t) \qquad (2.2)$$

Onde:

- t = período de tempo atual;
- F(t+1) = previsão para o período seguinte;
- A(t) = demanda no período t;
- α = constante de ponderação exponencial e $0<\alpha<1$;
- F(t) = previsão para o período t.

Selecionar o melhor fator de ponderação não é tarefa simples, já que de acordo com o seu valor o modelo dará pesos distintos aos níveis de demanda mais recentes ou à demanda histórica. O valor escolhido deverá permitir que a ponderação exponencial identifique alterações nas séries temporais e atenue as flutuações aleatórias, mitigando os erros de previsão (BALLOU, 2006).

A) CORRIGINDO A TENDÊNCIA

Conforme demonstrado por Ballou (2006), quando os dados da demanda apresentam componentes de tendência ou de sazonalidade, faz-se necessário expandir o modelo a fim de proporcionar melhor detecção de tais componentes. Neste subitem será apresentada uma versão com a tendência corrigida, como é ilustrado na figura 1 (b):

$$S(t+1)=\alpha*A(t) + (1-\alpha)*(S(t) + T(t)) \quad (2.3)$$

$$T (t+1) = \beta*(S(t+1) - S(t)) + (1 - \beta)*T(t) \quad (2.4)$$

$$F (t+1) = S(t+1) + T(t+1) \quad (2.5)$$

Onde os símbolos adicionais não definidos anteriormente são:

- F(t+1) = previsão com tendência corrigida para o período t+1;
- S(t) = previsão inicial para o período t;
- T(t) = tendência para o período t;
- β = constante ponderada da tendência.

B) CORRIGINDO A TENDÊNCIA E A SAZONALIDADE

Analogamente ao item acima, o modelo de ponderação exponencial pode ser expandido para dados histórico que apresentam tendência e sazonalidade, desde que (BALLOU, 2006):

- Devem ser conhecidos os picos e vales, além de ocorrerem em uma mesma época do ano para todos os dados;
- As variações aleatórias (ruídos) devem ser menores que a variação sazonal.

Assim, de acordo com Ballou (2006), chega-se as equações para este modelo, semelhante à figura 1 (c):

$$S(t+1)=\alpha*[A(t)/I(t-L)] + (1-\alpha)*[S(t) + T(t)] \quad (2.6)$$

$$T (t+1) = \beta*[S(t+1) - S(t)] + (1 - \beta)*T(t) \quad (2.7)$$

$$I(t) = \gamma*[A(t)/S(t)] + (1-\gamma)*I(t-L) \quad (2.8)$$

$$F (t+1) = [S(t+1) + T(t+1)]*I(t-L+1) \quad (2.9)$$

Onde os símbolos adicionais não definidos anteriormente são:

- F(t+1) = previsão com tendência e sazonalidade corrigidas para o período t+1;
- γ = constante de ponderação do índice sazonal;
- I(t) = índice sazonal para o período t;
- L = o tempo de uma estação completa.

Conforme Ballou (2006):

> Quando a demanda sazonal não é estável, significativa e discernível de variações aleatórias, torna-se extremamente difícil desenvolver um modelo que venha a prever com exatidão o rumo da demanda do próximo período. Se for este o caso, uma forma básica de modelo de ponderação exponencial, com um alto valor para a constante da ponderação a fim de reduzir os efeitos da defasagem, pode resultar num menor erro de previsão do que aquele que ocorreria com um modelo mais complicado. É preciso agir com muita cautela na escolha do modelo.

1.8.4.3 MODELO ESTÁTICO COM TENDÊNCIA E COMPONENTE SAZONAL

Segundo Chopra (2003), um modelo estático supõe que as estimativas de nível, tendência e sazonalidade dentro do componente sistemático não variam conforme uma nova demanda é observada. Os parâmetros são estimados com base em dados históricos da demanda e utilizados para todas as previsões futuras. A seguinte fórmula representa este modelo:

$$F(t+1) = [L + T*(t+1))]*S(t+1) \qquad (2.10)$$

Onde:

- L = estimativa de nível para o período 0;
- T = estimativa da componente de tendência;
- S = estimativa do fator de sazonalidade para o período;
- D = demanda real observada no período;
- F = previsão da demanda para o período.

A) ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DE NÍVEL E TENDÊNCIA (L e T)

Conforme Chopra (2003), para estimar os componentes de nível (L) e tendência (T), deve-se primeiramente dessazonalizar a demanda, ou seja, deixá-la com ausência de oscilações sazonais. Para isto, adota-se a periodicidade *p* que representa o número de períodos em que o ciclo de sazonalidade se repete. A fim de garantir o recebimento do mesmo peso por parte das estações, no momento da dessazonalização tira-se uma média dos períodos consecutivos de demanda *p*. Utiliza-se a seguinte fórmula para obtenção da demanda dessazonalizada D'_t:

$$D'_t = [\, D_{t-(p/2)} + D_{t+(p/2)} + \sum_{i = t+1-(p/2)}^{t-1+(p/2)} 2D_i \,] / 2p \qquad \text{para } p \text{ par} \qquad (2.11)$$

$$D'_t = \sum_{i = t+1-(p/2)}^{t-1+(p/2)} D_i / p \qquad \text{para } p \text{ ímpar} \qquad (2.12)$$

Após a demanda dessazonalizada, permanecerá a componente de nível e de tendência. Esta poderá deixar os dados crescentes ou decrescentes em uma taxa constante. Desta forma, haverá uma relação linear entre a demanda dessazonalizada D'_t e o tempo *t*, da seguinte forma:

$$D'_t = L + t*T \qquad (2.13)$$

Lembrando que D'_t representa a demanda dessazonalizada no período *t* e não a demanda no período *t*, L representa a demanda dessazonalizada no período 0 (ou nível) e T representa a tendência ou taxa de crescimento da demanda dessazonalizada (Chopra, 2003).

Ainda segundo o autor citado acima, para estimar os valores de L e T, utiliza-se a regressão linear com o tempo como variável independente e os dados da demanda dessazonalizada como variável dependente. Como os dados da demanda original não são lineares, não é aconselhável executar uma regressão linear entre esses e o tempo para estimar o nível e a tendência. A demanda deve ser dessazonalizada antes de executarmos a regressão linear.

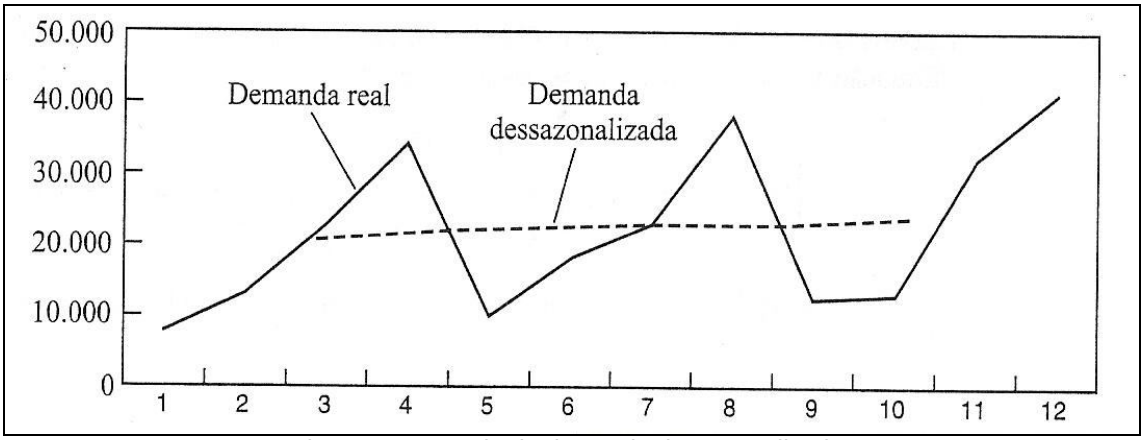

Figura 4 - Exemplo de demanda dessazonalizada.
Fonte: Chopra, 2003.

B) ESTIMATIVA DOS FATORES DE SAZONALIDADE (S)

Segundo Chopra (2003), após o cálculo da demanda dessazonalizada, parte-se para o cálculo do fator de sazonalidade para o período. A equação pode ser descrita como a proporção da demanda real para a demanda dessazonalizada:

$$S_t = D_t \ / \ D'_t \qquad (2.14)$$

Para obter o fator de sazonalidade para um determinado período *p*, tira-se a média dos fatores de sazonalidade correspondentes a períodos similares (Chopra, 2003).

C) CÁLCULO DA PREVISÃO

Com o valor do nível, tendência e sazonalidade estimados, pode-se agora obter o valor da previsão para os períodos, utilizando a fórmula 2.10 (Chopra, 2003).

1.8.5 ERROS DE PREVISÃO

Segundo Ballou (2006), para se determinar o qual perto a previsão está do verdadeiro nível da demanda, calcula-se o erro de previsão. Como este é mensurado somando o erro de cada período, uma forma de eliminar o cancelamento de erros positivos com os erros negativos é elevar ao quadrado todos os erros antes de efetuar o somatório, chegando à seguinte expressão matemática:

$$S(f) = (\sum[(A(t) - F(t))^2] \ / \ N - 1)\text{^}0.5 \qquad (2.15)$$

Onde:

- S(f) = erro padrão da previsão;
- A(t) = demanda real no período;
- F(t) = previsão para o período t;
- N = números de períodos de previsão t.

O objetivo principal é descobrir como utilizar da melhor forma as técnicas de previsão, já que nem sempre um método individual será capaz de ser o melhor em todas as situações. Assim uma combinação dos resultados de alguns métodos pode transforma-se em previsões mais estáveis e com maior acuracidade (BALLOU, 2006).

1.8.5.1 ERRO ABSOLUTO MÉDIO (MAD)

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

$$MAD = \sum[A(t) - F(t)] / N \tag{2.16}$$

Onde:

- A(t) = demanda real no período;
- F(t) = previsão para o período t;
- N = números de períodos de previsão t.

1.8.5.2 ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO (MAPE)

O erro percentual absoluto médio é a média de todos os erros absolutos percentuais, fornecendo uma indicação do tamanho médio do erro, expresso como uma porcentagem do valor observado, independentemente do erro ser positivo ou negativo (LOPES, 2002).

Para Lewis (1997), o MAPE é considerado como uma das medidas de erro mais usadas para se avaliar os métodos de previsão. O erro percentual absoluto médio pode ser calculado mediante a utilização da equação:

$$MAPE = \sum[(A(t) - F(t)) / A(t)] / N \tag{2.17}$$

Onde:

- A(t) = demanda real no período;
- F(t) = previsão para o período t;
- N = números de períodos de previsão t.

1.8.5.3 ERRO QUADRADO MÉDIO (MSE)

Segundo Lopes (2002), o erro quadrado médio pode ser definido com sendo a média do quadrado do desvio entre o valor da previsão e da demanda real. Este erro é considerado uma medida importante para a escolha do modelo, já que os maiores desvios resultam em um peso grande para a média, enquanto os baixos valores resultam em um erro menor. Assim, o ideal é adotar como modelo aquele que minimize a média. Este erro pode ser utilizado para definir o modelo de previsão mais preciso. O mesmo é definido através da equação:

$$MSE = (\sum[(A(t) - F(t))^2] / N) \tag{2.18}$$

Onde:

- A(t) = demanda real no período;
- F(t) = previsão para o período t;
- N = números de períodos de previsão t.

1.8.6 MÉTODOS CAUSAIS

De acordo com Ballou (2006), os métodos causais podem ser aplicados quando a demanda por determinados itens é derivada do nível de outras variáveis relacionadas, chamadas de variáveis causais. A maior dificuldade deste método está justamente na difícil identificação das verdadeiras variáveis causais, resultando, muitas vezes, substanciais erros de previsão. Porém, os modelos causais atuam efetividade na antecipação de grandes alterações no cenário e na previsão exata para períodos de médio a longo alcance. A validade deste método é medida a partir dos padrões de dados históricos que fornecem a associação entre as variáveis preditivas e a variável a ser prevista.

1.8.7 MÉTODOS COMPOSTOS

Para Werner e Ribeiro (2006), a previsão de demanda visa o aumento da qualidade e da produtividade de uma organização. Porém, para se chegar a um modelo de previsão aceitável, utilizar uma única técnica pode não incorporar o conhecimento suficiente existente no ambiente de previsão. Surgem a partir desta necessidade, formas de integração de técnicas de previsões visando à redução do erro de previsão.

Muitos são os métodos de previsão de demanda, como os apresentados por Ballou (2006), Chopra (2003) e Werner e Ribeiro (2003). Com isto, ao se integrar técnicas diferentes, sejam elas provenientes de previsões objetivas ou subjetivas, torna-se possível utilizar toda e qualquer informação disponível, chegando a previsões mais confiáveis (Werner; Ribeiro, 2006).

Conforme Werner e Ribeiro (2006), um exemplo da combinação de técnicas objetivas e subjetivas pode ser visto como mostra a Figura 1. No primeiro momento, gera-se um modelo objetivo com base nos dados históricos. Paralelamente, uma análise subjetiva de tais dados é realizada, gerando uma previsão final com informações obtidas através de técnicas quantitativas agregadas a análises subjetivas.

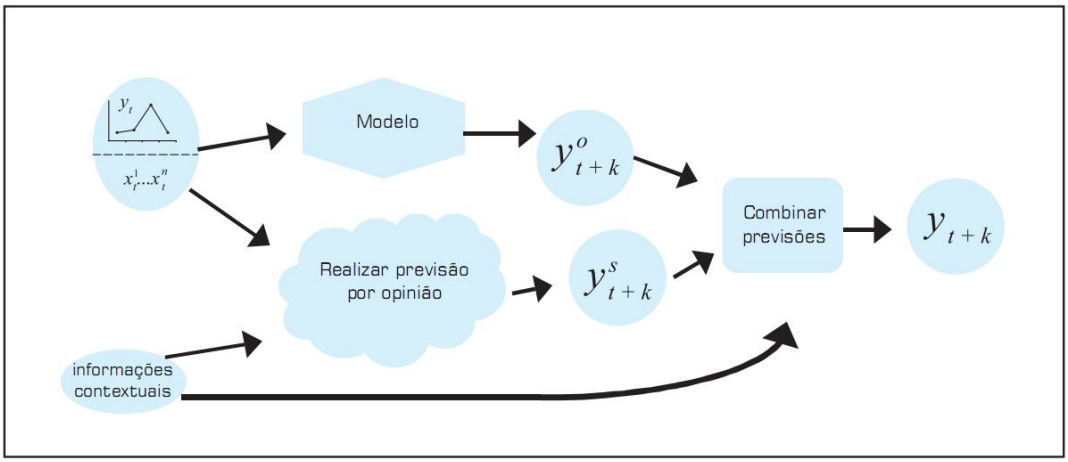

Figura 5 - Métodos compostos: combinação de previsões
Fonte: Werner & Ribeiro, 2006.

Além da combinação de previsões, segundo Werner & Ribeiro (2006), há também um método para o ajuste do modelo objetivo baseado na opinião. Com o objetivo de aperfeiçoar a previsão, esta técnica realiza correções no modelo

matemático, que são feitas por pessoas com know-how na área de negócio em que a previsão está sendo realizada.

Conforme mostrado na figura 2, primeiramente há a geração de um modelo objetivo, baseado em dados históricos, chegando a uma previsão inicial. Então, parte-se para o ajuste subjetivo, agregando informações contextuais (Werner; Ribeiro, 2006).

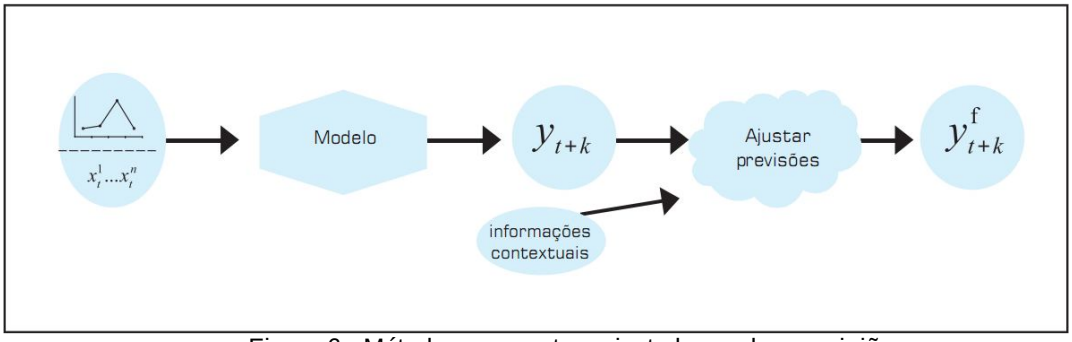

Figura 6 - Métodos compostos: ajuste baseado na opinião
Fonte: Werner & Ribeiro, 2006.

Segundo Werner e Ribeiro (2006), nos métodos de modelos compostos é necessário atentar-se para escolha do modelo matemático para não haver interpretações equivocadas na combinação de outro método ou no ajuste do modelo escolhido. Assim, chega-se a uma previsão final com uma acurácia satisfatória.

DESENVOLVIMENTO

1.9 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA

Este trabalho teve como objetivo analisar alguns métodos de previsão demanda para o grupo de itens classificados como eletrodomésticos. Conforme citado no capítulo 1.6 deste trabalho, a natureza será uma pesquisa aplicada, já que o discente fez uma aplicação prática de alguns modelos de Previsão de Demanda, analisando o que melhor se ajustou aos dados históricos de venda de eletrodomésticos. Já que para esta análise foi necessária uma coleta de dados, o objetivo deste trabalho pode ser considerado como uma pesquisa descritiva com uma abordagem quantitativa, utilizando um método de Modelagem e Simulação.

Essa metodologia pode ser comprovada com a observação do desenvolvimento do trabalho, que será apresentado no capítulo 4.

Após a análise das metodologias de previsão apresentadas, foi escolhido o método que apresentou um resultado satisfatório, ou seja, um menor erro de previsão.

1.10 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE

1.10.1 A EMPRESA

Fundada em 22 de fevereiro de 2002, a Mobiliadora Barbosa Ltda., cujo nome fantasia é Mobiliadora Santa Clara, surgiu a partir de uma oportunidade identificada por dois irmãos na cidade de Abre Campo, Minas Gerais. Criada como uma proposta de investimento com promessa de um bom retorno aos sócios, logo no terceiro ano de sua fundação, em outubro de 2005, abriu-se a primeira filial na cidade de Matipó, também em Minas Gerais. A partir daí, a expansão para outras cidades da Zona da Mata, foi apenas questão de tempo. No início de 2006 e no final de 2009, foram inauguradas as lojas nas cidades de Santa Margarida e Sericita, respectivamente.

No ano de 2005, a empresa passou a fazer parte de um grupo de lojistas da região, a “Lojas Mega”. Esta rede concedeu a empresa maior competitividade no mercado, por aumentar o poder de barganha diante dos fornecedores, adquirindo produtos com preços mais baixos. Atualmente, todas as quatro lojas da Mobiliadora Barbosa Ltda., trabalham com comércio de móveis, eletrodomésticos e colchões.

Porém, como é citado por inúmeros gestores de grandes empresas, fazer um negócio já existente crescer é muito mais complexo que criá-lo, já que a expansão requer um planejamento global, contemplando previsões fidedignas.

É neste contexto que se faz útil desenvolver um trabalho de Previsão de Demanda, visando implantá-lo posteriormente na Mobiliadora Barbosa Ltda., haja vista que as pretensões desta empresa não se restringem ao atual cenário de 22 funcionários e 3 filiais, mas sim conquistar um reconhecimento estadual a longo prazo.

1.10.2 O CENÁRIO ATUAL DO VAREJO

Segundo levantamento do IBGE realizado no início do ano de 2010, a atividade de móveis e eletrodomésticos exerceu, em 2009, o quarto maior impacto no resultado anual do Comércio varejista, sendo responsável por 5,1% da magnitude da taxa global, ao registrar variação de 2,1% no volume de vendas em relação ao ano anterior. A retomada gradual do crédito, melhoria do rendimento real, estabilidade do emprego e incentivos governamentais (redução do IPI para a chamada linha branca) foram os principais fatores de sustentação do resultado positivo da atividade, que completa também seis anos de crescimento consecutivo.

Além disso, analisando o comércio varejista ampliado, o estado de Minas Gerais representou 13,1% do impacto no resultado global do setor, tendo aumentado em 10% o volume de vendas.

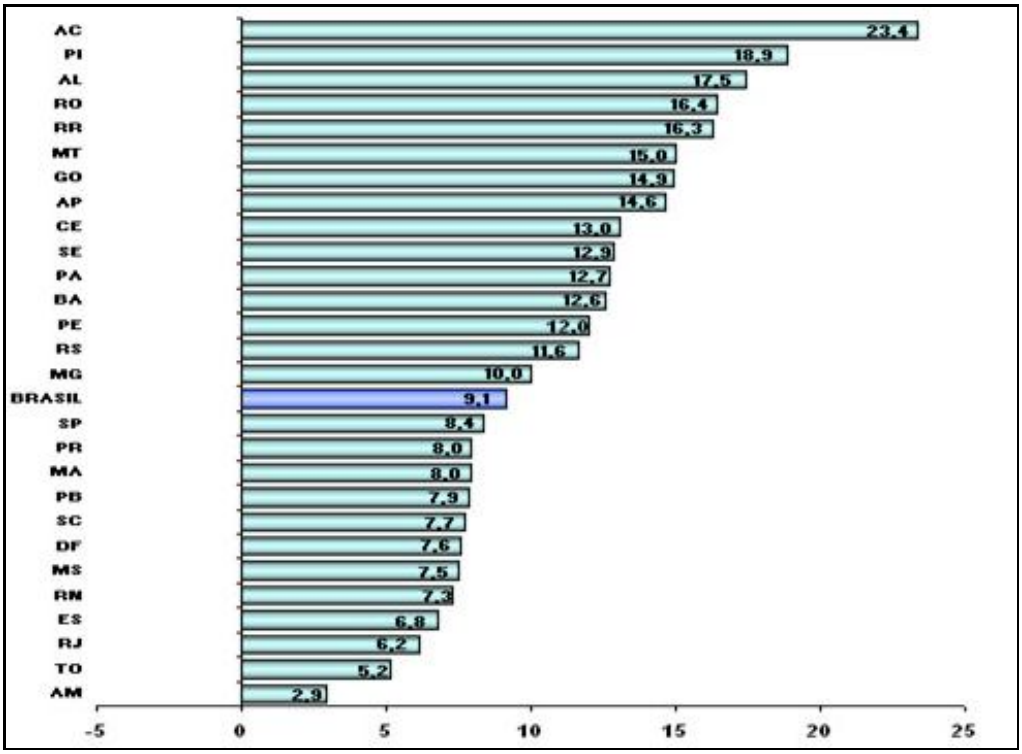

Gráfico 1 – Taxas mensais regionalizadas do volume de vendas do varejo.
Fonte: IBGE.

1.10.3 COLETA DE DADOS

Para realizar o desenvolvimento deste trabalho, o autor coletou dados de vendas bimestrais da Mobiliadora Barbosa Ltda no banco de dados da própria empresa, desde sua fundação (fevereiro de 2002) até abril de 2010.

Após esta coleta, houve uma separação dos itens vendidos em 9 grupos: Bicicletas, Cama, Mesa e Banho, Colchões, Eletrodomésticos, Eletrônicos, Estofados, Móveis, Utensílios Domésticos e Outros Itens.

Tais dados foram trabalhados, analisados e editados utilizando um *software* estatístico.

1.10.4 SELEÇÃO DO GRUPO DE PRODUTOS

Para seleção dos dados a serem estudados, o autor analisou:

A) NÚMERO DE ITENS VENDIDOS

Analisando o número de itens vendidos por cada grupo, verifica-se que Móveis, Eletrodomésticos, Eletrônicos e Colchões representaram aproximadamente 80% das vendas da Mobiliadora Barbosa Ltda.

GRUPO	QDE	ACUMULADO
MÓVEIS	8030	33,02%
ELETRODOMÉSTICOS	3624	**47,92%**
ELETRÔNICOS	3512	62,36%
COLCHÕES	3417	76,41%
UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS	2018	84,71%
CAMA, MESA E BANHO	1221	89,73%
ESTOFADOS	965	93,70%
OUTROS ITENS	874	97,29%
BICICLETAS	658	100,00%
TOTAL GERAL	**24319**	**100,00%**

Tabela 1 – Número de itens vendidos por grupo.
Fonte: O autor.

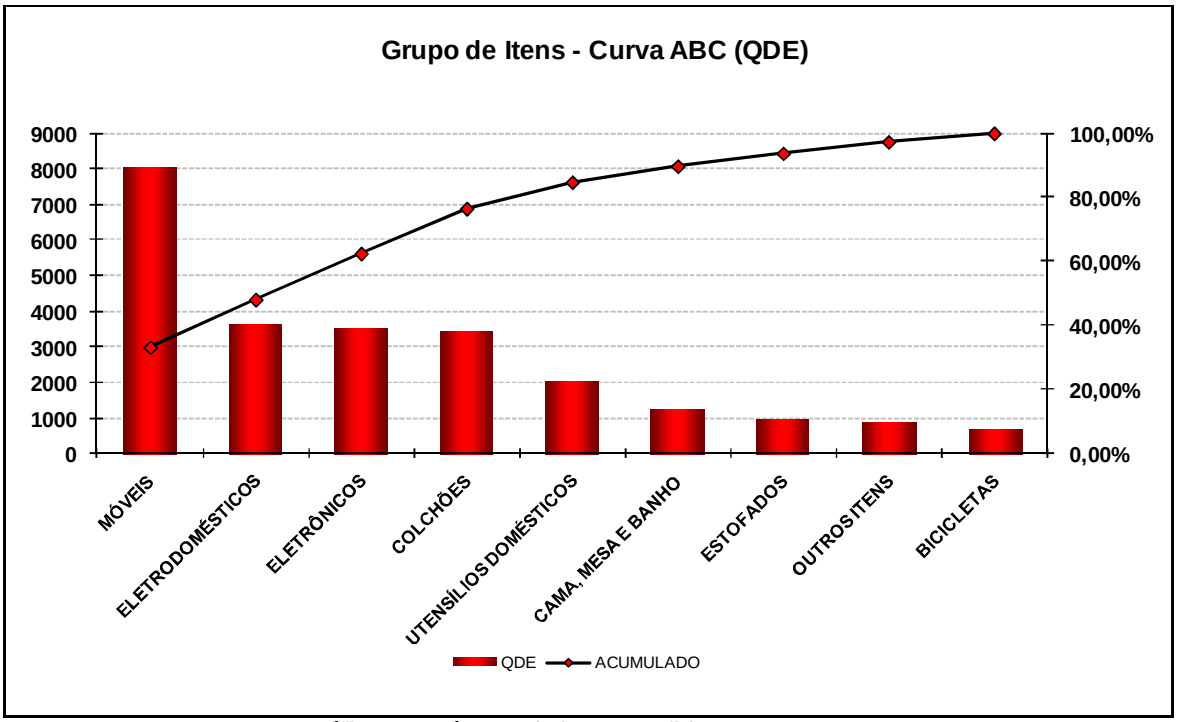

Gráfico 2 – Número de itens vendidos por grupo.
Fonte: O autor.

B) VALOR MONETÁRIO DOS ITENS VENDIDOS

Analisando o valor monetário dos itens vendidos por cada grupo, verifica-se que Móveis, Eletrodomésticos e Eletrônicos representaram mais de 80% das vendas da Mobiliadora Barbosa Ltda.

GRUPO	VALOR TOTAL		ACUMULADO
MÓVEIS	R$	1.803.028,73	34,14%
ELETRODOMÉSTICOS	R$	1.324.937,10	**59,22%**
ELETRÔNICOS	R$	1.114.476,94	80,32%
COLCHÕES	R$	554.446,00	90,82%
ESTOFADOS	R$	240.459,30	95,37%
BICICLETAS	R$	119.906,40	97,64%
UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS	R$	55.253,45	98,69%
CAMA, MESA E BANHO	R$	45.449,65	99,55%
OUTROS ITENS	R$	23.925,05	100,00%
TOTAL GERAL	**R$**	**5.281.882,62**	**100,00%**

Tabela 2 – Valor monetário dos itens vendidos por grupo.
Fonte: O autor.

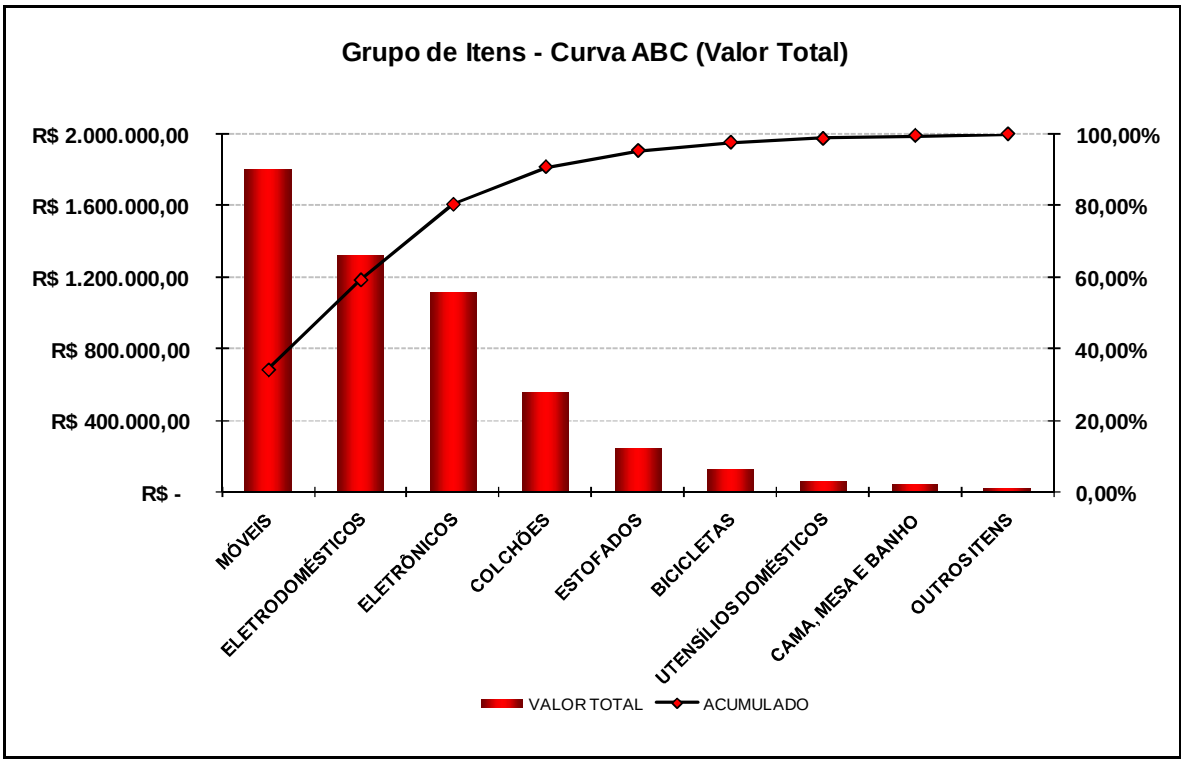

Gráfico 3 – Valor monetário dos itens vendidos por grupo.
Fonte: O autor.

C) ANÁLISE DO PREÇO MÉDIO DOS ITENS VENDIDOS

Analisando o preço médio dos itens vendidos por cada grupo, verifica-se que o maior valor foi do grupo “Eletrodomésticos”, sendo este mais de 15% maior que o segundo colocado, os Eletrônicos. Isto pode implicar para a Mobiliadora Barbosa Ltda. um grande capital empatado em estoque, caso este seja utilizado para amortizar erros de previsão de demanda.

GRUPO	QDE	VALOR TOTAL	VALOR MÉDIO
ELETRODOMÉSTICOS	3624	R$ 1.324.937,10	**R$ 365,60**
ELETRÔNICOS	3512	R$ 1.114.476,94	R$ 317,33
ESTOFADOS	965	R$ 240.459,30	R$ 249,18
MÓVEIS	8030	R$ 1.803.028,73	R$ 224,54
BICICLETAS	658	R$ 119.906,40	R$ 182,23
COLCHÕES	3417	R$ 554.446,00	R$ 162,26
CAMA, MESA E BANHO	1221	R$ 45.449,65	R$ 37,22
UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS	2018	R$ 55.253,45	R$ 27,38
OUTROS	874	R$ 23.925,05	R$ 27,37
TOTAL GERAL	**24319**	**R$ 5.281.882,62**	**R$ 217,19**

Tabela 3 – Preço médio dos itens vendidos por grupo.
Fonte: O autor.

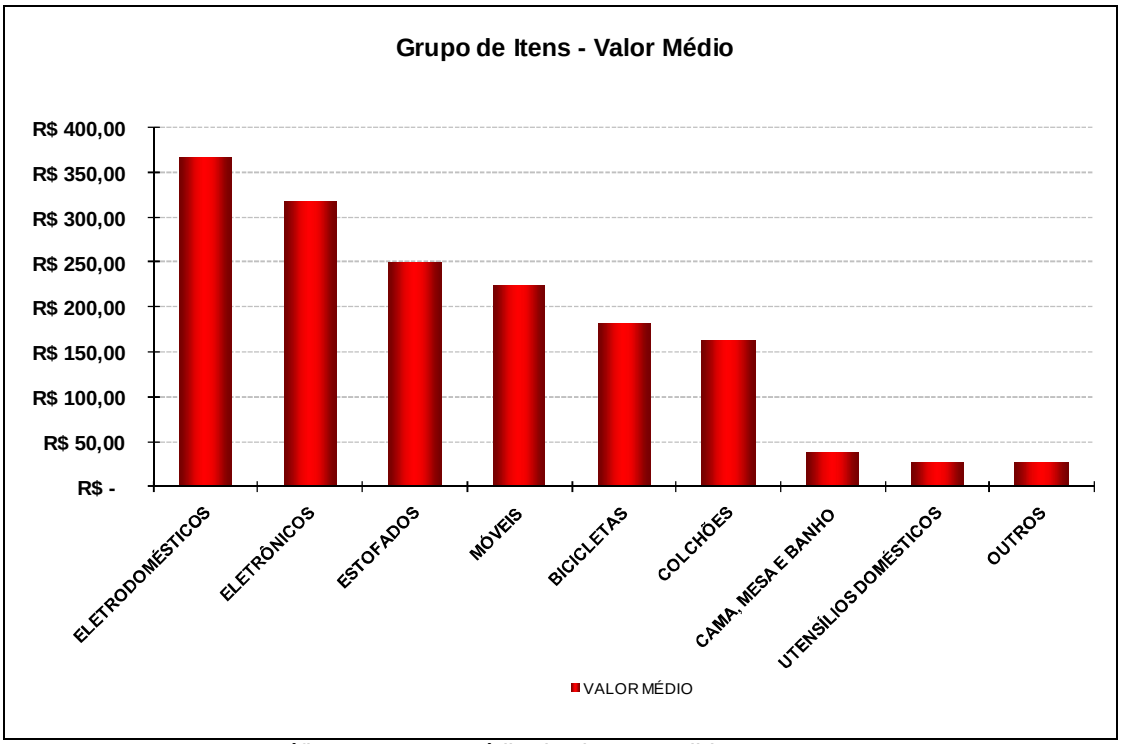

Gráfico 4 – Preço médio dos itens vendidos por grupo.
Fonte: O autor.

D) CENÁRIO ATUAL DO MERCADO

De acordo com informação do Correio Brasiliense e segundo representantes do setor moveleiro, os negócios da “linha marrom” estão caindo 10% ao mês, enquanto os de eletrodoméstico crescem a 6%, devido à isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) concedida em abril de 2010 aos eletrodomésticos da linha branca — geladeira, fogão e tanquinho. Desde 2006, o comércio de móveis enfrenta dificuldades no Brasil com a valorização do real frente ao dólar. Com a divisa americana perdendo força, caiu o interesse de estrangeiros pelo produto brasileiro. A venda a mercados estrangeiros era a principal fonte de renda do segmento, que foi obrigado a redirecionar-se para o consumo interno.

E) ESCOLHA DO GRUPO

Diante das informações acima, pode-se perceber o bom momento na comercialização de eletrodomésticos para um varejo como a Mobiliadora Barbosa Ltda. Por isso, o discente escolheu o grupo “Eletrodomésticos” para realizar um estudo da série histórica de vendas e analisar alguns modelos de previsão para tal. Além disso, em conversa com os sócios da empresa, o autor identificou grande risco de obsolescência e avaria dos itens deste grupo quando estocados, elevando o custo de armazenagem.

Portanto, o grupo selecionado, “Eletrodomésticos”, é composto pelas seguintes mercadorias: depurador de ar, fogão, forno elétrico, freezer, geladeira, máquina de lavar, microondas, e tanquinho.

1.10.5 DADOS HISTÓRICOS DOS ELETRODOMÉSTICOS

Após a definição do grupo a ser estudado, foram levantadas as informações de vendas bimestrais dos eletrodomésticos, que pode ser observada na tabela abaixo:

MOBILIADORA BARBOSA LTDA						
VENDAS DE ELETRODOMÉSTICOS						
ANO	BIMESTRE					
	JAN/FEV	MAR/ABR	MAI/JUN	JUL/AGO	SET/OUT	NOV/DEZ
2002		29	51	48	39	54
2003	31	43	35	50	39	43
2004	49	55	58	59	67	85
2005	47	47	41	67	61	102
2006	53	80	73	82	73	89
2007	51	62	72	100	106	101
2008	83	78	83	99	98	118
2009	88	94	118	104	138	150
2010	107	124				

Tabela 4 – Número de eletrodomésticos vendidos bimestralmente.
Fonte: O autor.

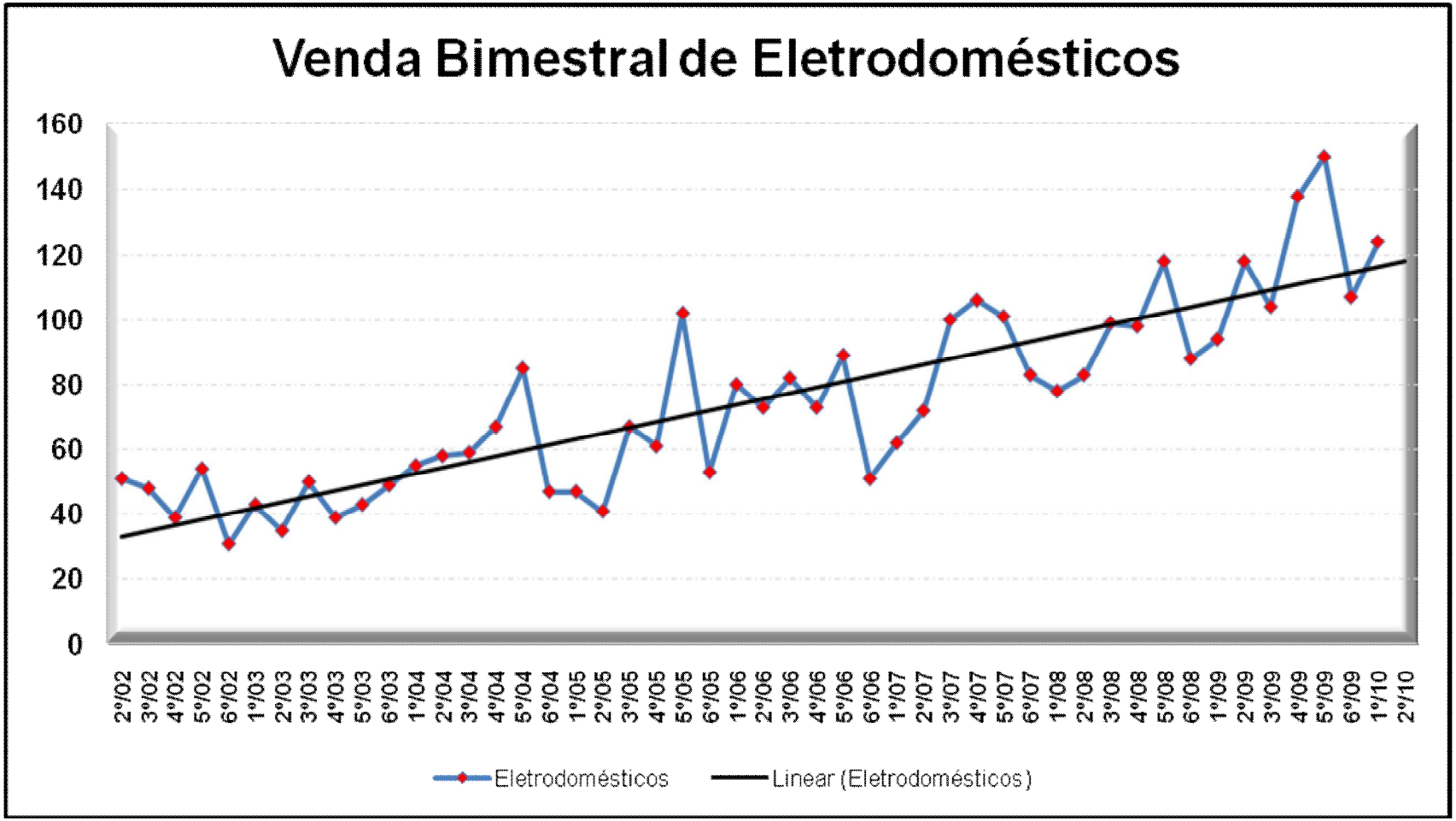

Gráfico 5 – Número de eletrodomésticos vendidos bimestralmente.
Fonte: O autor.

RESULTADOS

Este capítulo mostrará a aplicação, análise e discussão dos três métodos de Previsão de Demanda apresentados no capítulo 2 deste trabalho: Média Móvel, Ponderação Exponencial e Modelo Estático com Tendência e Componente Sazonal. Conforme dito no capítulo 3, o processo estocástico do qual os dados são provenientes, foi a venda de eletrodomésticos na Mobiliadora Barbosa Ltda. no período de Março de 2002 à Abril de 2010.

Os métodos Média Móvel e Ponderação Exponencial serão analisados através das saídas de um *software* de previsão, enquanto o Modelo Estático com Tendência e Componente Sazonal será desenvolvido em um *software* estatístico. Por fim, a decisão do melhor método foi baseada nos cálculo dos erros de previsão.

1.11 RESULTADOS ALCANÇADOS

1.11.1 MÉDIA MÓVEL

Para desenvolver o método da Média Móvel o autor selecionou-se o método da Média Móvel no *software* de previsão, que calculou automaticamente o valor ótimo para o *N* (janela de tempo) deste modelo, ou seja, o número de períodos que serão incluídos no cálculo da média móvel.

Analisando os dados históricos de vendas de eletrodomésticos, o *software* selecionou uma janela de tempo de 6 períodos (N = 6), ou seja, utilizou a demanda de 6 períodos anteriores a *t* para calcular a previsão do período *t*.

Desta forma, os valores previstos para cada período podem ser observados na tabela e no gráfico abaixo:

PERÍODO	HISTÓRICO	PREVISÃO
2º/02	29	
3º/02	51	
4º/02	48	
5º/02	39	
6º/02	54	
1º/03	31	
2º/03	43	42
3º/03	35	44
4º/03	50	42
5º/03	39	42
6º/03	43	42
1º/04	49	40
2º/04	55	43
3º/04	58	45
4º/04	59	49
5º/04	67	51
6º/04	85	55
1º/05	47	62
2º/05	47	62
3º/05	41	61
4º/05	67	58
5º/05	61	59
6º/05	102	58
1º/06	53	61
2º/06	80	62
3º/06	73	67
4º/06	82	73
5º/06	73	75
6º/06	89	77

PERÍODO	HISTÓRICO	PREVISÃO
1º/07	51	75
2º/07	62	75
3º/07	72	72
4º/07	100	72
5º/07	106	75
6º/07	101	80
1º/08	83	82
2º/08	78	87
3º/08	83	90
4º/08	99	92
5º/08	98	92
6º/08	118	90
1º/09	88	93
2º/09	94	94
3º/09	118	97
4º/09	104	103
5º/09	138	103
6º/09	150	110
1º/10	107	115
2º/10	124	119
3º/10		124
4º/10		124
5º/10		124
6º/10		124
1º/11		124
2º/11		124

Tabela 5 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos utilizando o método das Médias Móveis.
Fonte: O autor.

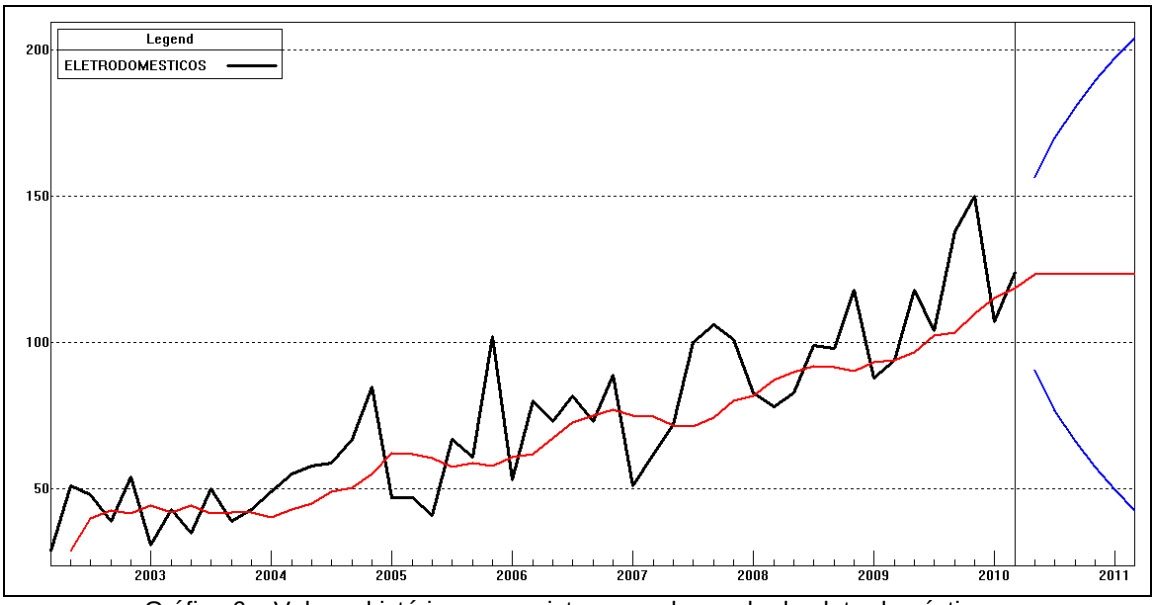

Gráfico 6 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos utilizando o método das Médias Móveis.
Fonte: O autor.

A linha em preto representa os valores históricos, a linha em vermelho representa a previsão obtida pelo método e a linha em azul o intervalo de confiança de 95%.

Com os dados históricos e previstos por este método, partiu-se para o cálculo dos erros de previsão, já que esses foram os indicadores para seleção do melhor método para os dados em estudo. A tabela abaixo apresenta os valores, que foram calculados a partir da teoria citada no capítulo 2:

ERROS DE PREVISÃO - MÉDIA MÓVEL		
MAD (Erro Absoluto Médio)	**MAPE** (Erro Percentual Absoluto Médio)	**MSE** (Erro Quadrado Médio)
13,1472	**0,1706**	**295,0444**

Tabela 6 – Erros de previsão para demanda de eletrodomésticos utilizando o método das Médias Móveis.
Fonte: O autor.

1.11.2 PONDERAÇÃO EXPONENCIAL

Similarmente ao que foi feito para desenvolvimento do método da Média Móvel, o cálculo da previsão utilizando o método da Ponderação Exponencial utilizou o mesmo *software* de previsão do método anterior. Selecionou-se no *software* o modelo e o mesmo calculou automaticamente os valores previstos.

O modelo utilizado pelo considerou a existência de tendência e sazonalidade nos dados históricos, chegando aos seguintes fatores de sazonalidade por período:

COMPONENTES SAZONAIS PERÍODOS					
1	2	3	4	5	6
0,84282	0,91939	0,96031	1,06667	1,04265	1,20835

Tabela 7 – Componentes sazonais para demanda de eletrodomésticos utilizando o método da Ponderação Exponencial.
Fonte: O autor.

Observando as vendas anuais no gráfico 7 e na tabela 8, observou-se que no 6º bimestre (novembro e dezembro) o número de itens vendidos foi sempre maior em todos os anos. Isto justifica o valor da componente sazonal do período 6 (1,20835) ser maior que os demais.

A previsão encontrada por este método pode ser observada na tabela e no gráfico abaixo:

PERÍODO	HISTÓRICO	PREVISÃO
2º/02	29	36
3º/02	51	38
4º/02	48	43
5º/02	39	43
6º/02	54	50
1º/03	31	39
2º/03	43	41
3º/03	35	47
4º/03	50	49
5º/03	39	46
6º/03	43	55
1º/04	49	39
2º/04	55	44
3º/04	58	49
4º/04	59	56
5º/04	67	52
6º/04	85	64
1º/05	47	52
2º/05	47	57
3º/05	41	62
4º/05	67	66
5º/05	61	62
6º/05	102	74
1º/06	53	58
2º/06	80	62
3º/06	73	68
4º/06	82	80
5º/06	73	76
6º/06	89	95

PERÍODO	HISTÓRICO	PREVISÃO
1º/07	51	67
2º/07	62	75
3º/07	72	76
4º/07	100	86
5º/07	106	82
6º/07	101	105
1º/08	83	72
2º/08	78	84
3º/08	83	88
4º/08	99	103
5º/08	98	98
6º/08	118	117
1º/09	88	83
2º/09	94	93
3º/09	118	98
4º/09	104	118
5º/09	138	111
6º/09	150	137
1º/10	107	99
2º/10	124	111
3º/10		122
4º/10		139
5º/10		140
6º/10		166
1º/11		118
2º/11		132

Tabela 8 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos utilizando o método da Ponderação Exponencial.
Fonte: O autor.

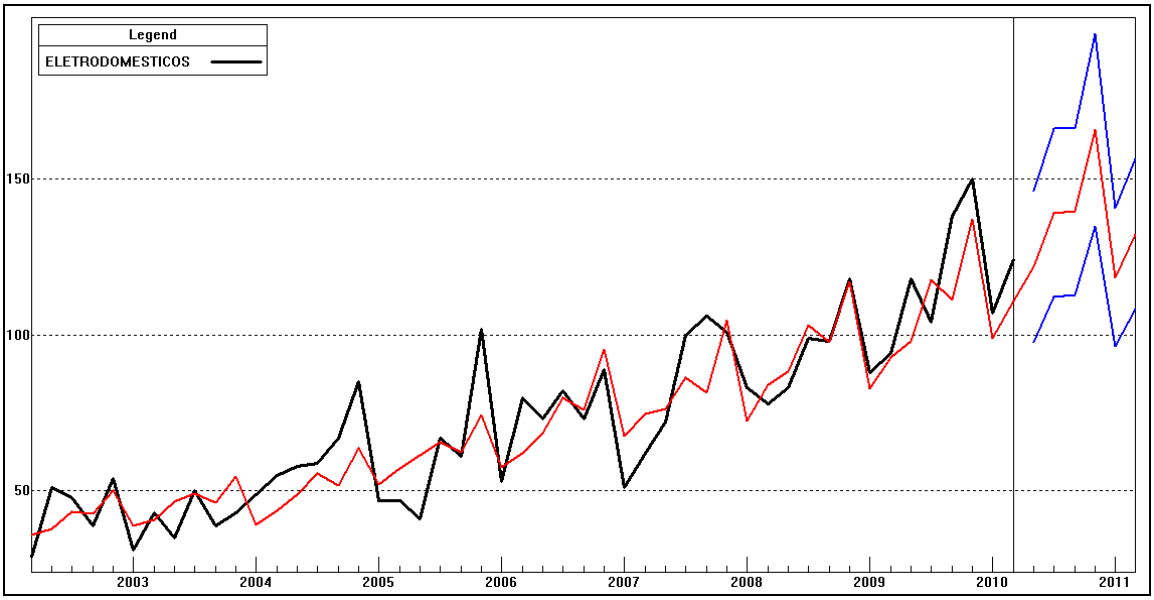

Gráfico 7 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos utilizando o método da Ponderação Exponencial.
Fonte: O autor.

Assim como no modelo anterior, a linha em preto representa os valores históricos, a linha em vermelho representa a previsão obtida pelo método e a linha em azul o intervalo de confiança de 95%.

Comparando-se os valores reais da demanda histórica e a previsão encontrada pelo método da Ponderação Exponencial, chega-se aos seguintes erros de previsão:

ERROS DE PREVISÃO - PONDERAÇÃO EXPONENCIAL		
MAD (Erro Absoluto Médio)	**MAPE** (Erro Percentual Absoluto Médio)	**MSE** (Erro Quadrado Médio)
9,2300	**0,1382**	**134,1312**

Tabela 9 – Erros de previsão para demanda de eletrodomésticos utilizando o método da Ponderação Exponencial.
Fonte: O autor.

1.11.3 MODELO ESTÁTICO COM TENDÊNCIA E COMPONENTE SAZONAL

Para desenvolver este método, o autor utilizou um *software* estatístico, juntamente com a metodologia apresentada no item 2.1.4.3.

Primeiramente, utilizando a equação 2.11 (sendo *p* um número par), encontrou-se os valores da demanda dessazonalizada, conforme a tabela abaixo:

PERÍODO	DEMANDA HISTÓRICA	DEMANADA DESAZONALIZADA
2º/02	29	
3º/02	51	
4º/02	48	
5º/02	39	43
6º/02	54	43
1º/03	31	42
2º/03	43	42
3º/03	35	41
4º/03	50	42
5º/03	39	44
6º/03	43	47
1º/04	49	50
2º/04	55	53
3º/04	58	59
4º/04	59	62
5º/04	67	61
6º/04	85	59
1º/05	47	58
2º/05	47	59
3º/05	41	59
4º/05	67	61
5º/05	61	65
6º/05	102	70
1º/06	53	74
2º/06	80	76
3º/06	73	76
4º/06	82	75
5º/06	73	73
6º/06	89	72
1º/07	51	73
2º/07	62	77
3º/07	72	81
4º/07	100	85
5º/07	106	89
6º/07	101	91
1º/08	83	92
2º/08	78	91
3º/08	83	92
4º/08	99	94
5º/08	98	95
6º/08	118	100
1º/09	88	103
2º/09	94	107
3º/09	118	113
4º/09	104	117
5º/09	138	121
6º/09	150	
1º/10	107	
2º/10	124	

Tabela 10 – Valores da demanda histórica e dessazonalizada de eletrodomésticos.
Fonte: O autor.

Posteriormente, o autor realizou uma regressão linear dos dados da demanda dessazonalizada, tendo esta como variável dependente e o tempo como variável independente. Chegou-se então a seguinte fórmula:

$$D'_t = 27{,}32 + 1{,}7436 * t \qquad (4.1)$$

A equação acima permitiu o cálculo da demanda dessazonalizada no tempo, conforme é mostrada na tabela e no gráfico abaixo:

T	PERÍODO	DEMANDA HISTÓRICA	DEMANADA DESAZONALIZADA (T)	T	PERÍODO	DEMANDA HISTÓRICA	DEMANADA DESAZONALIZADA (T)
2	2º/02	29	31	27	3º/06	73	74
3	3º/02	51	33	28	4º/06	82	76
4	4º/02	48	34	29	5º/06	73	78
5	5º/02	39	36	30	6º/06	89	80
6	6º/02	54	38	31	1º/07	51	81
7	1º/03	31	40	32	2º/07	62	83
8	2º/03	43	41	33	3º/07	72	85
9	3º/03	35	43	34	4º/07	100	87
10	4º/03	50	45	35	5º/07	106	88
11	5º/03	39	46	36	6º/07	101	90
12	6º/03	43	48	37	1º/08	83	92
13	1º/04	49	50	38	2º/08	78	94
14	2º/04	55	52	39	3º/08	83	95
15	3º/04	58	53	40	4º/08	99	97
16	4º/04	59	55	41	5º/08	98	99
17	5º/04	67	57	42	6º/08	118	101
18	6º/04	85	59	43	1º/09	88	102
19	1º/05	47	60	44	2º/09	94	104
20	2º/05	47	62	45	3º/09	118	106
21	3º/05	41	64	46	4º/09	104	108
22	4º/05	67	66	47	5º/09	138	109
23	5º/05	61	67	48	6º/09	150	111
24	6º/05	102	69	49	1º/10	107	113
25	1º/06	53	71	50	2º/10	124	114
26	2º/06	80	73				

Tabela 11 – Valores da demanda histórica e dessazonalizada no tempo.
Fonte: O autor.

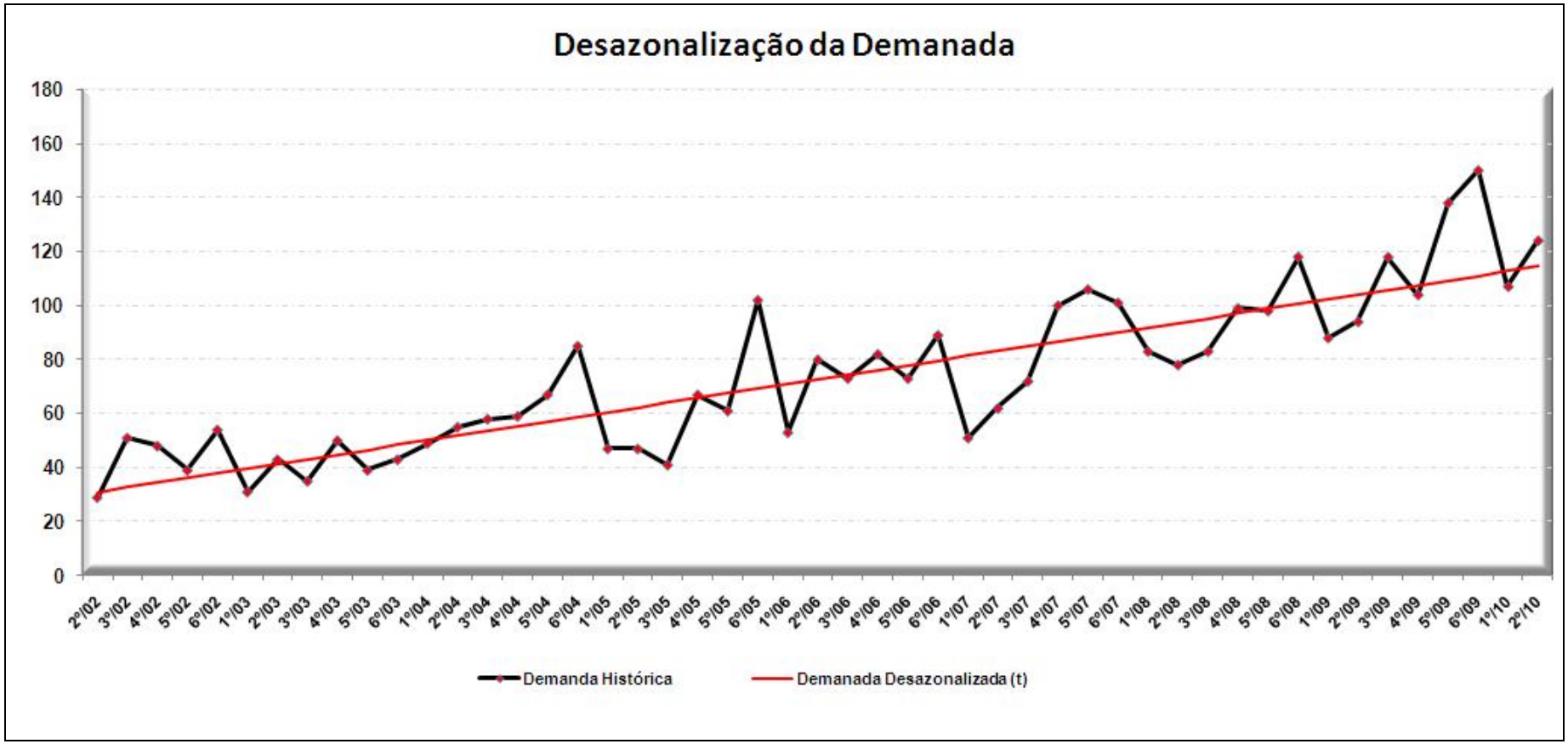

Gráfico 8 – Valores da demanda histórica e dessazonalizada no tempo.
Fonte: O autor.

A partir da fórmula 4.1 e do gráfico 8, percebeu-se claramente a existência de uma tendência crescente, com componente de valor 1,7436. Desta forma, finalizou-se a etapa de estimativa de nível (compontente de valor 27,32) e tendência.

Partiu-se então para estimativa dos fatores de sazonalidade. Utilizando a equação 2.14, obteve-se os seguintes fatores sazonais por período:

T	PERÍODO	DEMANDA HISTÓRICA	FATOR DE SAZONALIDADE	T	PERÍODO	DEMANDA HISTÓRICA	FATOR DE SAZONALIDADE
2	2º/02	29	0,941	27	3º/06	73	0,981
3	3º/02	51	1,567	28	4º/06	82	1,077
4	4º/02	48	1,400	29	5º/06	73	0,937
5	5º/02	39	1,082	30	6º/06	89	1,118
6	6º/02	54	1,429	31	1º/07	51	0,627
7	1º/03	31	0,784	32	2º/07	62	0,746
8	2º/03	43	1,042	33	3º/07	72	0,848
9	3º/03	35	0,814	34	4º/07	100	1,155
10	4º/03	50	1,117	35	5º/07	106	1,200
11	5º/03	39	0,839	36	6º/07	101	1,121
12	6º/03	43	0,891	37	1º/08	83	0,904
13	1º/04	49	0,980	38	2º/08	78	0,834
14	2º/04	55	1,063	39	3º/08	83	0,871
15	3º/04	58	1,085	40	4º/08	99	1,020
16	4º/04	59	1,069	41	5º/08	98	0,992
17	5º/04	67	1,176	42	6º/08	118	1,174
18	6º/04	85	1,448	43	1º/09	88	0,860
19	1º/05	47	0,778	44	2º/09	94	0,904
20	2º/05	47	0,756	45	3º/09	118	1,116
21	3º/05	41	0,641	46	4º/09	104	0,967
22	4º/05	67	1,020	47	5º/09	138	1,263
23	5º/05	61	0,905	48	6º/09	150	1,351
24	6º/05	102	1,475	49	1º/10	107	0,949
25	1º/06	53	0,747	50	2º/10	124	1,083
26	2º/06	80	1,101				

Tabela 12 – Valores da demanda histórica e fatores de sazonalidade por período.
Fonte: O autor.

Para obter o fator de sazonalidade médio por período, tirou-se a média dos fatores de sazonalidade correspondentes a períodos similares. Neste caso, como se tem uma periodicidade p = 6, os períodos 2, 8, 14 e 20 tiveram fatores de sazonalidade semelhantes, por exemplo. A tabela 13 representa os fatores de sazonalidade médios por período:

FATOR MÉDIO DE SAZONALIDADE					
1	2	3	4	5	6
0,829	0,941	0,990	1,103	1,049	1,251

Tabela 13 – Fatores de sazonalidade médios por período.
Fonte: O autor.

Assim como explicado no modelo de Ponderação Exponencial, neste modelo também se pode observar que o fator de sazonalidade para o período 6 foi o maior (1,251), já que o número de itens vendidos no 6º bimestre foi sempre maior em todos os anos.

Com a estimativa do nível (27,32), da tendência (1,7436) e de todos os fatores de sazonalidade, chegou-se a equação para o cálculo das previsões:

$$F'_{t+1} = [\ 27{,}32 + 1{,}7436*(t+1)\ ] * S_{t+1} \qquad (4.2)$$

Substituindo os valores de *t*, variando de 2 a 50, chegou-se aos valores previstos pelo modelo que podem ser comparados com os dados da demanda real pelos eletrodomésticos, como é mostrado na tabela 14.

T	PERÍODO	DEMANDA HISTÓRICA	PREVISÃO	T	PERÍODO	DEMANDA HISTÓRICA	PREVISÃO
2	2º/02	29	29	27	3º/06	73	74
3	3º/02	51	32	28	4º/06	82	84
4	4º/02	48	38	29	5º/06	73	82
5	5º/02	39	38	30	6º/06	89	100
6	6º/02	54	47	31	1º/07	51	67
7	1º/03	31	33	32	2º/07	62	78
8	2º/03	43	39	33	3º/07	72	84
9	3º/03	35	43	34	4º/07	100	96
10	4º/03	50	49	35	5º/07	106	93
11	5º/03	39	49	36	6º/07	101	113
12	6º/03	43	60	37	1º/08	83	76
13	1º/04	49	41	38	2º/08	78	88
14	2º/04	55	49	39	3º/08	83	94
15	3º/04	58	53	40	4º/08	99	107
16	4º/04	59	61	41	5º/08	98	104
17	5º/04	67	60	42	6º/08	118	126
18	6º/04	85	73	43	1º/09	88	85
19	1º/05	47	50	44	2º/09	94	98
20	2º/05	47	59	45	3º/09	118	105
21	3º/05	41	63	46	4º/09	104	119
22	4º/05	67	72	47	5º/09	138	115
23	5º/05	61	71	48	6º/09	150	139
24	6º/05	102	87	49	1º/10	107	93
25	1º/06	53	59	50	2º/10	124	108
26	2º/06	80	68				

Tabela 14 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos utilizando o método Estático com Tendência e Componente Sazonal.
Fonte: O autor.

Com os valores da demanda real e prevista, calculou-se o desvio ocorrido (tabela 15) em cada período, pela seguinte fórmula:

$$e = \text{Demanda Real} - \text{Demanda Prevista} \tag{4.3}$$

T	PERÍODO	DEMANDA HISTÓRICA	PREVISÃO	ERRO	T	PERÍODO	DEMANDA HISTÓRICA	PREVISÃO	ERRO
2	2º/02	29	29	0,01	27	3º/06	73	74	-0,67
3	3º/02	51	32	18,76	28	4º/06	82	84	-1,99
4	4º/02	48	38	10,17	29	5º/06	73	82	-8,72
5	5º/02	39	38	1,19	30	6º/06	89	100	-10,60
6	6º/02	54	47	6,74	31	1º/07	51	67	-16,43
7	1º/03	31	33	-1,75	32	2º/07	62	78	-16,21
8	2º/03	43	39	4,16	33	3º/07	72	84	-12,03
9	3º/03	35	43	-7,60	34	4º/07	100	96	4,48
10	4º/03	50	49	0,63	35	5º/07	106	93	13,31
11	5º/03	39	49	-9,79	36	6º/07	101	113	-11,69
12	6º/03	43	60	-17,34	37	1º/08	83	76	6,90
13	1º/04	49	41	7,58	38	2º/08	78	88	-10,06
14	2º/04	55	49	6,32	39	3º/08	83	94	-11,39
15	3º/04	58	53	5,05	40	4º/08	99	107	-8,06
16	4º/04	59	61	-1,91	41	5º/08	98	104	-5,67
17	5º/04	67	60	7,24	42	6º/08	118	126	-7,77
18	6º/04	85	73	11,57	43	1º/09	88	85	3,23
19	1º/05	47	50	-3,09	44	2º/09	94	98	-3,90
20	2º/05	47	59	-11,52	45	3º/09	118	105	13,25
21	3º/05	41	63	-22,31	46	4º/09	104	119	-14,60
22	4º/05	67	72	-5,45	47	5º/09	138	115	23,35
23	5º/05	61	71	-9,74	48	6º/09	150	139	11,14
24	6º/05	102	87	15,48	49	1º/10	107	93	13,56
25	1º/06	53	59	-5,76	50	2º/10	124	108	16,25
26	2º/06	80	68	11,63					

Tabela 15 – Desvio da previsão por período.
Fonte: O autor.

A partir dos valores do erro por período, calculou-se a média e o desvio padrão do erro, que foi -0,49 e 10,82, respectivamente.

Por fim, com o valor do desvio padrão em mãos, pôde-se calcular um limite de confiança de 95% para os valores previstos para os períodos 51 a 56, ou seja, um ano a frente dos valores históricos, assim como foi feito pelo *software* de previsão utilizado pelos métodos anteriores. O cálculo se deu da seguinte forma:

$$\text{Limite Superior} = \text{Demanda Prevista} + 1{,}96 * \text{Desvio Padrão} \tag{4.4}$$

$$\text{Limite Inferior} = \text{Demanda Prevista} - 1{,}96 * \text{Desvio Padrão} \tag{4.5}$$

Finalmente chegou-se a previsão um ano a frente dos valores históricos, conforme é mostrado no gráfico 9 e na tabela 16:

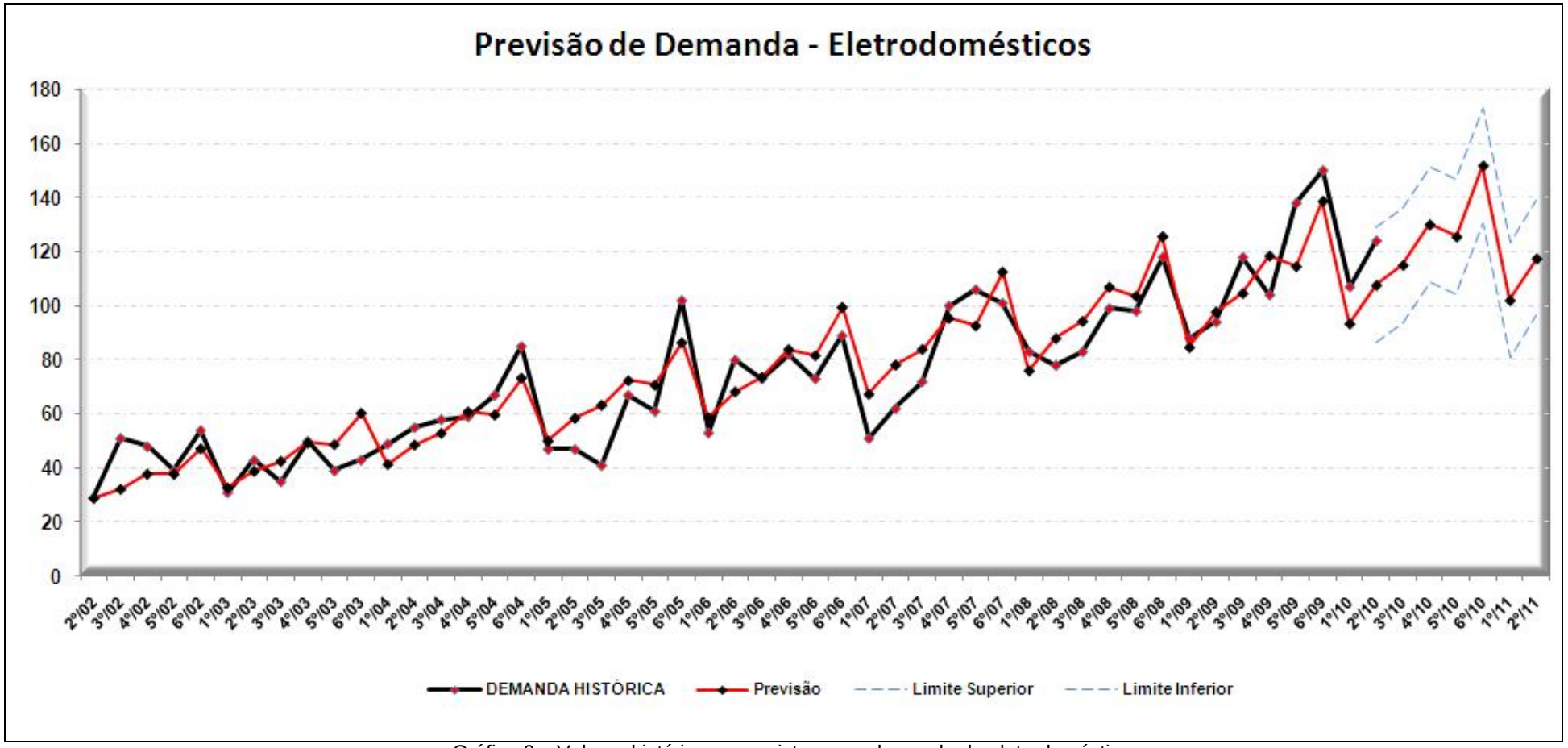

Gráfico 9 – Valores históricos e previstos para demanda de eletrodomésticos
utilizando o método Estático com Tendência e Componente Sazonal.
Fonte: O autor.

T	PERÍODO	PREVISÃO	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
51	3º/10	115	94	136
52	4º/10	130	109	151
53	5º/10	126	104	147
54	6º/10	152	131	173
55	1º/11	102	81	123
56	2º/11	118	96	139

Tabela 16 – Previsão de demanda para os eletrodomésticos utilizando o método Estático com Tendência e Componente Sazonal.
Fonte: O autor.

Comparando-se os valores reais da demanda histórica e a previsão encontrada pelo método Estático com Tendência e Componente Sazonal, chegou-se aos seguintes erros de previsão:

ERROS DE PREVISÃO - MÉTODO ESTÁTICO COM TENDÊNCIA E COMPONENTE SAZONAL		
MAD (Erro Absoluto Médio)	**MAPE** (Erro Percentual Absoluto Médio)	**MSE** (Erro Quadrado Médio)
9,1446	**0,1348**	**115,0138**

Tabela 17 – Erros de previsão para demanda de eletrodomésticos utilizando o método Estático com Tendência e Componente Sazonal.
Fonte: O autor.

1.12 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme foi citado no início deste capítulo, a decisão do melhor método foi baseada no cálculo dos erros de previsão, ou seja, o modelo que apresentou os menores erros de previsão será selecionado.

Desta forma, a tabela abaixo resume o valor dos erros de previsão para cada modelo:

MODELO	ERROS DE PREVISÃO - MÉDIA MÓVEL		
	MAD (Erro Absoluto Médio)	**MAPE** (Erro Percentual Absoluto Médio)	**MSE** (Erro Quadrado Médio)
Média Móvel	13,1472	0,1706	295,0444
Ponderação Exponencial	9,2300	0,1382	134,1312
Estático com Tendência e Componente Sazonal	**9,1446**	**0,1348**	**115,0138**

Tabela 18 – Erros de previsão para demanda de eletrodomésticos para os três métodos estudados.
Fonte: O autor.

A partir dessa tabela, nota-se que o método mais adequado para os dados históricos de demanda de eletrodomésticos da Mobiliadora Barbosa Ltda. é o Estático com Tendência e Componente Sazonal.

Além disso, outras duas observações puderam garantir a boa modelagem deste método para os dados em estudo:

- a média dos erros com um valor próximo a zero: -0,49;

- observando a tabela 15, nota-se que 23 desvios são positivos, enquanto 26 são negativos. Assim tais desvios são considerados aceitáveis, já que os valores superestimados anulam os subestimados, acarretando uma média próxima a zero.

CONCLUSÕES

A utilização de métodos de Previsão de Demanda pelas empresas demonstra a preocupação das mesmas com o planejamento e otimização dos processos. Entretanto, para se ter um alto grau de acuracidade nas previsões, é necessário que as organizações dêem atenção no monitoramento dos erros de previsão, visando mitigá-los.

Neste sentido, torna-se fácil entender o desenvolvimento deste trabalho, que analisou alguns métodos de Previsão Demanda e selecionou o mais adequado aos dados históricos de venda de eletrodomésticos da Mobiliadora Barbosa Ltda, através do indicador de desempenho selecionado, os erros de previsão. Assim, alcançou-se o objetivo do trabalho ao demonstrar que o modelo Estático com Tendência e Componente Sazonal melhor se ajustou às particularidades do processo estocástico selecionado para estudo.

Porém, a seleção desse modelo não denota a superioridade do mesmo em relação aos demais (Média Móvel e Suavização Exponencial). Cada processo estocástico deve ser analisado em particular, a fim de verificar qual, entre os diversos modelos de Previsão de Demanda existentes, melhor se adequará a modelagem dos dados históricos.

A hipótese traçada no item 4.3 foi confirmada, demonstrando que o padrão das séries temporais aleatórias apresentou tendência crescente e elementos sazonais.

1.13 RECOMENDAÇÕES

O resultado deste trabalho foi satisfatório, portanto recomenda-se expandi-lo aos demais itens da Mobiliadora Barbosa Ltda., a fim de se fazer uma previsão da demanda de todos os itens ou todos os grupos vendidos pela empresa. Desta forma, a implantação de um Sistema de Gestão de Estoques tornar-se-á viável e o planejamento mais aderente, possibilitando à empresa um crescimento sustentável.

REFERÊNCIAS

BABAI, M.Z.; DAVIES, J.; STEPHENSON, D. Forecasting and stock control: A study in a wholesaling context. International Journal of Production Economics, May 2010.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006, p. 240-270.

CAMPOS, R. J. Previsão de Séries Temporais com Aplicações a Séries de Consumo de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado. UFMG, 2008.

CHOPRA, S.; Meindl, P. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. São Paulo: Prentice Hall, 2003, p. 67-95.

FAVA, V. L. Manual de Econometria. In: VASCONCELOS, M. A. S.; ALVES, D. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, W. Produção, estratégia e tecnologia: em busca da vantagem competitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008.

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

LOPES, R.D. Previsão de Autopeças: Estudo de Caso em uma Concessionária de Veículos. Dissertação de Mestrado. UFSC, 2002.

MENTZER, J. T.; BIENSTOCK, C. C. Sales Forecasting Management. California: Sage, 1998.

MOREIRA, D. A. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Editora Thomson Learning, 2006.

MORRETIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. Previsão de séries temporais. 2. ed. São Paulo: Atual Editora, 1987.

RIBEIRO, J. L. D.; WERNER, L.. Modelo Composto para Prever Demanda através da Integração de Previsões. Produção, v. 16, n.3, p. 493-509, Set./Dez. 2006

RIBEIRO, J. L. D.; WERNER, L.. Previsão de Demanda: uma Aplicação dos Modelos Box-Jenkins na Área de Assistência Técnica de Computadores Pessoais. Gestão e Produção, v. 10, n.1, p. 47-67, Abr. 2003

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação – 3. ed. rev. atual. – Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SLACK, N.; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2002.

ZANINI, A. Redes Neurais e Regressão Dinâmica: um Modelo Híbrido para Previsão de Curto Prazo da Demanda de Gasolina Automotiva no Brasil. Dissertação de Mestrado. Puc-Rio, 2000.

TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20____.

_____	_____
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
_____	_____
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena – detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.