

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS  
ESCOLA DE ECONOMIA DO ESTADO DE SÃO PAULO

CHRISTOPHER DAVIES JUNIOR

A PREVISÃO DA DEMANDA AUTOMOTIVA BRASILEIRA DE LONGO PRAZO  
BASEADA EM MODELOS ECONÔMICOS UNIVARIADOS

SÃO PAULO  
2011

CHRISTOPHER DAVIES JUNIOR

A PREVISÃO DA DEMANDA AUTOMOTIVA BRASILEIRA DE LONGO PRAZO  
BASEADA EM MODELOS ECONÔMICOS UNIVARIADOS

Dissertação apresentada à Escola de  
Economia de São Paulo da Fundação  
Getúlio Vargas como requisito para  
obtenção do título de Mestre em Economia

Campo de conhecimento:  
Teoria Econômica

Orientador: Prof. Dr. Emerson Marçal

SÃO PAULO  
2011

Davies Junior, Christopher.

A previsão da demanda automotiva brasileira de longo prazo baseada em modelos econométricos univariados / Christopher Davies Junior - 2011.  
43 f.

Orientador: Emerson Fernandes Marçal

Dissertação (MPFE) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Demanda (Teoria econômica). 2. Indústria automobilística -- Brasil. 3. Oferta e procura -- Previsão -- Modelos econométricos. I. Marçal, Emerson Fernandes. II. Dissertação (MPFE) - Escola de Economia de São Paulo. III. Título.

CDU 629.114.6(81)

CHRISTOPHER DAVIES JUNIOR

A PREVISÃO DA DEMANDA AUTOMOTIVA BRASILEIRA DE LONGO PRAZO  
BASEADA EM MODELOS ECONOMETRÍCOS UNIVARIADOS

Dissertação apresentada à Escola de  
Economia de São Paulo da Fundação  
Getúlio Vargas como requisito para  
obtenção do título de Mestre em Economia

Campo de conhecimento:  
Teoria Econômica

**Data de aprovação:**

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

**Banca examinadora:**

---

Prof. Dr. Emerson F. Marçal (Orientador)  
FGV - EESP

---

Prof. Dr. Rogério Mori  
FGV – EESP

---

Prof. Dr. Alexandre Sartoris  
UNESP

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, pelo apoio e incentivo para que este momento tão especial da minha vida se concretizasse.

Ao Professor Dr. Emerson Fernandes Marçal, meu orientador, por sua paciência, atenção e dedicação, fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, pela amizade e solidariedade.

Aos colegas da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores ANFAVEA, pela disponibilidade em contribuir com informações relevantes para esta pesquisa.

# SUMÁRIO

|  |            |
|--|------------|
| <b>SUMÁRIO.....</b>  | <b>I</b>   |
| <b>LISTA DE APÊNDICES.....</b>                                   | <b>II</b>  |
| <b>LISTA DE TABELAS.....</b>                                     | <b>III</b> |
| <b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>                                    | <b>IV</b>  |
| <b>RESUMO.....</b>   | <b>V</b>   |
| <b>ABSTRACT.....</b>   | <b>VI</b>  |
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 1          |
| 1.1 Problema de pesquisa.....                                    | 1          |
| 1.2 Organização do trabalho.....                                 | 2          |
| 2. DESCRIÇÃO DO MERCADO AUTOMOBILÍSTICO NO BRASIL.....           | 3          |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                                    | 7          |
| 4. BASE DE DADOS E METODOLOGIA.....                              | 9          |
| 4.1 Base de dados.....   | 9          |
| 4.2 Metodologia utilizada.....                                   | 12         |
| 5. RESULTADOS.....   | 15         |
| 5.1 Testes de raiz unitária.....                                 | 15         |
| 5.2 Efeito calendário.....                                       | 19         |
| 5.3 Modelos preliminares.....                                    | 20         |
| 5.4 Previsão de demanda e definição do modelo mais adequado..... | 21         |
| 6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....                                | 26         |
| 7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....                                 | 28         |
| 8. APÊNDICE.....   | 32         |

## LISTA DE APÊNDICES

|  |    |
|--|----|
| APÊNDICE 1 – FUNÇÃO ACF E PACF AUTOS EM LOG.....                 | 32 |
| APÊNDICE 2 – DENSIDADE E HISTOGRAMA AUTOS EM LOG.....            | 32 |
| APÊNDICE 3 – FUNÇÃO ACF E PACF AUTOS EM 1ª DIF. DO LOG.....      | 32 |
| APÊNDICE 4 – DENSIDADE E HISTOGRAMA AUTOS EM 1ª DIF. DO LOG..... | 32 |
| APÊNDICE 5 – FUNÇÃO ACF E PACF LEVES EM LOG.....                 | 33 |
| APÊNDICE 6 – DENSIDADE E HISTOGRAMA LEVES EM LOG.....            | 33 |
| APÊNDICE 7 - FUNÇÃO ACF E PACF LEVES EM 1ª DIF. DO LOG.....      | 33 |
| APÊNDICE 8 – DENSIDADE E HISTOGRAMA LEVES EM 1ª DIF. DO LOG..... | 33 |
| APÊNDICE 9 – FUNÇÃO ACF E PACF TOTAL EM LOG.....                 | 34 |
| APÊNDICE 10 – DENSIDADE E HISTOGRAMA TOTAL EM LOG.....           | 34 |
| APÊNDICE 11 – FUNÇÃO ACF E PACF TOTAL EM 1ª DIF. DO LOG.....     | 34 |
| APÊNDICE 12 – DENSIDADE E HIST. TOTAL EM 1ª DIF. DO LOG.....     | 34 |
| APÊNDICE 13 – MODELO AUTO-REGRESSIVO AUTOMÓVEL.....              | 35 |
| APÊNDICE 14 – MODELO AUTO-REGRESSIVO LEVES.....                  | 36 |
| APÊNDICE 15 – MODELO AUTO-REGRESSIVO TOTAL.....                  | 37 |
| APÊNDICE 16 – MODELO ESTRUTURAL AUTOMÓVEL.....                   | 38 |
| APÊNDICE 17 – MODELO ESTRUTURAL LEVES.....                       | 39 |
| APÊNDICE 18 – MODELO ESTRUTURAL TOTAL.....                       | 40 |
| APÊNDICE 19 – MODELO MUDANÇA DE REGIME AUTOMÓVEL.....            | 41 |
| APÊNDICE 20 – MODELO MUDANÇA DE REGIME LEVES.....                | 42 |
| APÊNDICE 21 – MODELO MUDANÇA DE REGIME TOTAL.....                | 43 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| TABELA 1 – INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA 2009.....   | 5  |
| TABELA 2 – VARÁVIES <i>DUMMY</i> .....                      | 11 |
| TABELA 3 – TESTE DE RAIZ UNITÁRIA - ADF, PP E KPSS.....     | 17 |
| TABELA 4 – TESTE DE RAIZ UNITÁRIA SAZONAL.....              | 18 |
| TABELA 5 – EFEITO CALENDÁRIO.....                           | 20 |
| TABELA 6 – DEMANDA REAL DE AUTOMÓVEIS VERSUS PREVISÕES..... | 22 |
| TABELA 7 – DEMANDA REAL DE LEVES VERSUS PREVISÕES.....      | 23 |
| TABELA 8 – DEMANDA REAL TOTAL VERSUS PREVISÕES.....         | 24 |
| TABELA 9 – ERROS QUADRÁTICOS MÉDIOS (EQM).....              | 25 |



## LISTA DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| GRÁFICO 1 – VENDA ANUAL DE IMPORTADOS 1991 - 2010.....        | 4  |
| GRÁFICO 2 – VENDA MENSAL DE AUTOMÓVIES 1970 - 2010.....       | 6  |
| GRÁFICO 3 – VENDA MENSAL DE COMERCIAIS LEVES 1970 - 2010..... | 6  |
| GRÁFICO 4 – HABITANTES POR VEÍCULOS 1998 - 2008.....          | 7  |
| GRÁFICO 5 – DEMANDA REAL DE AUTOMÓVIES VERSUS PREVISÕES.....  | 22 |
| GRÁFICO 6 – DEMANDA REAL DE LEVES VERSUS PREVISÕES.....       | 23 |
| GRÁFICO 7 – DEMANDA REAL TOTAL VERSUS PREVISÕES.....          | 24 |

## RESUMO

A previsão de demanda é uma atividade relevante pois influencia na tomada de decisão das organizações públicas e privadas. Este trabalho procura identificar modelos econométricos que apresentem bom poder preditivo para a demanda automotiva brasileira num horizonte de longo prazo, cinco anos, através do uso das séries de vendas mensais de automóveis, veículos comerciais leves e total, o período amostral é de 1970 a 2010. Foram estimados e avaliados os seguintes modelos: Auto-regressivo (Box-Jenkins, 1976), Estrutural (Harvey, 1989) e Mudança de Regime (Hamilton, 1994), incluindo efeitos calendário e *dummies* além dos testes de raízes unitárias sazonais e não-sazonais para as séries. A definição da acurácia dos modelos baseou-se no Erro Quadrático Médio (EQM) dos resultados apresentados na simulação da previsão de demanda dos últimos quinze anos (1995 a 2010).

**Plavras-chave:** demanda automotiva; modelo univariado; efeito calendário; raiz unitária.

## **ABSTRACT**

Demand forecasting is an important activity because it influences the decision making of public and private organizations. This study identifies econometrics models that have good predictive power for the Brazilian automotive demand in a long-term horizon, five years, through the use of series of monthly sales of automobiles, light commercial vehicles and total, the sample period is from 1970 until 2010. Were estimated and evaluated the following models: Auto-regressive (Box-Jenkins, 1976), Structural (Harvey, 1989) and Regime Change (Hamilton, 1994), including calendar effects and dummies, also seasonal and non-seasonal unit root tests for the series. The definition of the accuracy of the models was based on Mean Square Error (MSE) of the results presented in the simulation of the forecast demand over the last fifteen years (1995 till 2010).

**Key-words: automotive demand; univariate model; calendar effect; unit root.**

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Em um cenário globalizado e complexo, se faz cada vez mais relevante as iniciativas que buscam a maior competitividade e crescimento organizacional. O grande desafio está em entender o dinamismo do ambiente que envolve as organizações, prever o futuro e preparar-se para tomada de decisões (Kotler, 1991; Werner e Ribeiro, 2006)

Segundo Bermudez (2006) e Krajewski (2007) a previsão de demanda é a base para a maioria das decisões futuras das corporações, portanto se constitui ferramenta chave para gestão e planejamento estratégico. Pellegrini e Fogliatto (2000) ressaltam a importância da previsão de demanda na gestão da produção, sendo fator crítico no processo de planejamento e controle de produção (PCP) e na gestão dos estoques.

Para Roldan e Miyake (2004), a competência das organizações em prever a demanda se constitui elemento essencial para o atendimento dos volumes reais do mercado, provendo melhor programação da produção e investimentos adequados, evitando a perda de participação de mercado para concorrência por falta de capacidade produtiva.

O problema de pesquisa consiste na identificação do melhor modelo econométrico univariado para previsão da demanda automotiva<sup>1</sup> brasileira, com o uso da série de vendas mensais de automóveis, veículos comerciais leves e total

---

<sup>1</sup> Demanda automotiva: Demanda por automóveis e veículos comerciais leves.

- Entenda-se por automóveis todos os veículos para passageiros e de uso misto (passageiros e cargas). Conforme classificação da ANFAVEA, automóveis de uso misto não incluem comerciais leves, apresentando a seguinte diferenciação:

- Automóveis de uso misto são veículos de passageiros que, tendo bancos traseiros escamoteáveis e terceira porta traseira, podem também transportar carga.

- Comerciais leves são todos os veículos de carga/ou passageiros com PBT (Peso Bruto Total) de até 3,5 toneladas. Este grupo compreende: a) camionetas de uso misto, veículos que podem transportar passageiros e/ou carga (Kombis, ambulâncias, etc.); b) utilitários, veículos tipo “jeep”; c) camionetas de carga, veículos leves de carga tipo “pick-up” ou furgão.

(automóveis e leves) de 1970 a 2010, que seja representativo e consistente, apresentando bom poder preditivo para um horizonte de longo prazo, ou seja, cinco anos.

Para fins de previsão e modelagem foram utilizados os modelos: Auto-regressivo (Box-Jenkins, 1976), Estrutural (Harvey, 1989) e Mudança de Regime (Hamilton, 1994), incluindo os efeitos calendários e *dummies* representativas.

A definição da acurácia dos modelos baseou-se na medida de Erro Quadrático Médio (EQM) obtida através da comparação dos resultados apresentados na simulação de previsão da demanda no período de 1995 a 2010 com a demanda real do mesmo período.

Poucos trabalhos foram realizados para previsão, em consulta à Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA – não foi encontrado o uso de modelos univariados para projeção da demanda automotiva de longo prazo no Brasil, assim, esta pesquisa pretende inovar com a utilização destes modelos para esta finalidade no segmento automotivo.

O caráter aplicado do trabalho encontra-se em apresentar um modelo que possa ser utilizado pela indústria automotiva brasileira (entidades públicas e privadas como: ANFAVEA, governo, montadoras, concessionárias, investidores, etc) para fins de previsão da demanda de longo prazo.

## 1.2 ORGANIZAÇÃO

Este trabalho está distribuído entre: (1) Introdução; (2) Descrição do mercado automobilístico no Brasil; (3) Revisão Bibliográfica; (4) Base de dados e metodologia; (5) Resultados; (6) Conclusões e recomendações.

## **2. DESCRIÇÃO DO MERCADO AUTOMOBILÍSTICO NO BRASIL**

O primeiro encontro com o automóvel aconteceu em São Paulo em 1893. O primeiro automóvel a rodar no país foi um Peugeot, comprado em Paris. O proprietário era o engenheiro Henrique Dumont, milionário produtor de café da região de Ribeirão Preto, SP, pai de Alberto Santos Dumont que, treze anos depois se tornaria o Pai da Aviação (ANFAVEA, 2006).

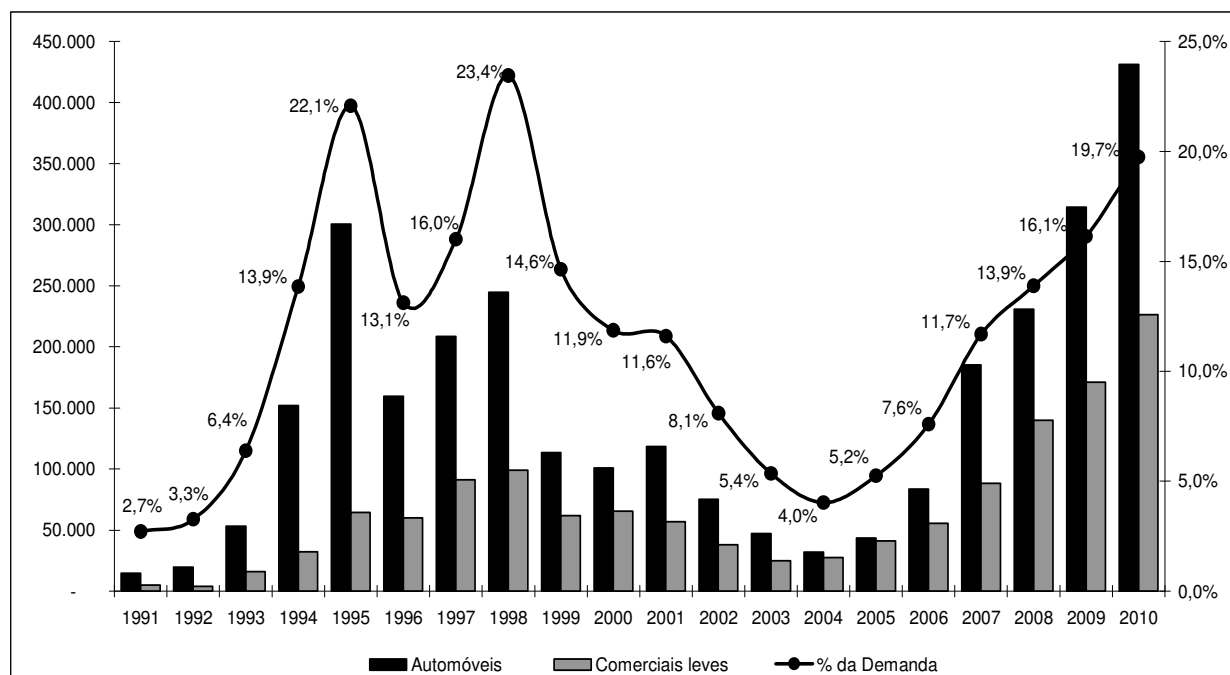
Em 1906 São Paulo tinha seis carros, no ano seguinte a frota paulistana cresceria quase quatorze vezes, 83 veículos. Até a Primeira Guerra Mundial, 1914-1918, o Brasil só importou unidades montadas. A primeira linha de montagem apareceria em 1919, inaugurada pela Ford, que passou a produzir o Modelo T, famoso Ford Bigode, cujas peças chegavam em caixas de madeira (ANFAVEA, 2006).

Com o objetivo de fomentar a produção local e não somente a montagem de veículos no Brasil em agosto de 1956 o então Presidente da República Juscelino Kubitschek de Oliveira formalizou a criação do Geia - Grupo Executivo da Indústria Automobilística. Após 55 anos o Brasil tornar-se-ia o sexto produtor mundial de veículos (ANFAVEA, 2010).

Em setembro do mesmo ano sai da linha de montagem da Máquinas Agrícolas Romi, em Santa Barbara do Oeste, SP, a Romi-Isetta, primeiro carro de passageiros nacional, com um índice de nacionalização de 70%. Dois meses depois seria a vez da Vemag lançar a primeira camioneta DKW, com 60% de seu peso nacionalizado (ANFAVEA, 2006).

A partir de 1990 “abre-se a economia, retomando-se as importações de veículos e componentes, suspensas desde a década de 60” (ANFAVEA, 1995). As unidades importadas começam a ter maior expressividade nas vendas a partir de 1994 (Gráfico 1), em 2010 foram comercializados 431.087 automóveis e 226.203 comerciais leves importados representando 19,7% da demanda total. (ANFAVEA, 2011).

**Gráfico 1 – Venda anual de importados e % da demanda 1991 - 2010**



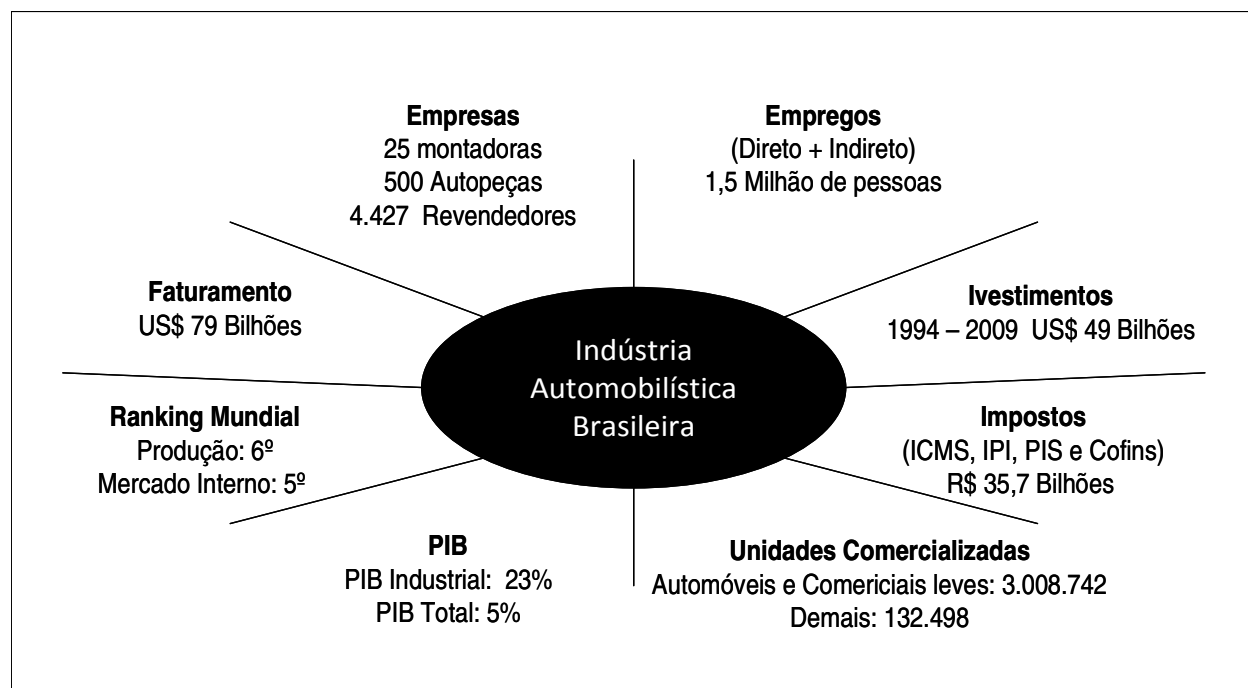
Fonte: Elaboração própria.

Atualmente o setor automobilístico brasileiro é composto por automóveis, veículos comerciais leves, caminhões, chassis para ônibus, máquinas agrícolas e rodoviárias, figurando como um dos principais segmentos do país.

Em 2009 o Brasil contava com 25 montadoras constituídas em 50 fábricas, 500 autopeças e 4427 revendedores distribuídos em todo o território nacional gerando mais de 1,5 milhão de empregos (diretos e indiretos) e arrecadando mais de R\$ 35,7 bilhões em impostos como ICMS, IPI, PIS e Cofins (ANFAVEA, 2010).

Com um faturamento de US\$ 79 bilhões e comercialização de 3,14 milhões de unidades em 2009, o setor automobilístico representa 23% do PIB Industrial e 5% do PIB total sendo um dos principais indutores de pesquisa e inovação no país (Tabela 1). De 1994 a 2009 o setor investiu US\$ 49 bilhões em novas tecnologias e aumento de capacidade (ANFAVEA, 2010)

**Tabela 1 – Indústria automobilística brasileira 2009**



Fonte: ANFAVEA (2010).

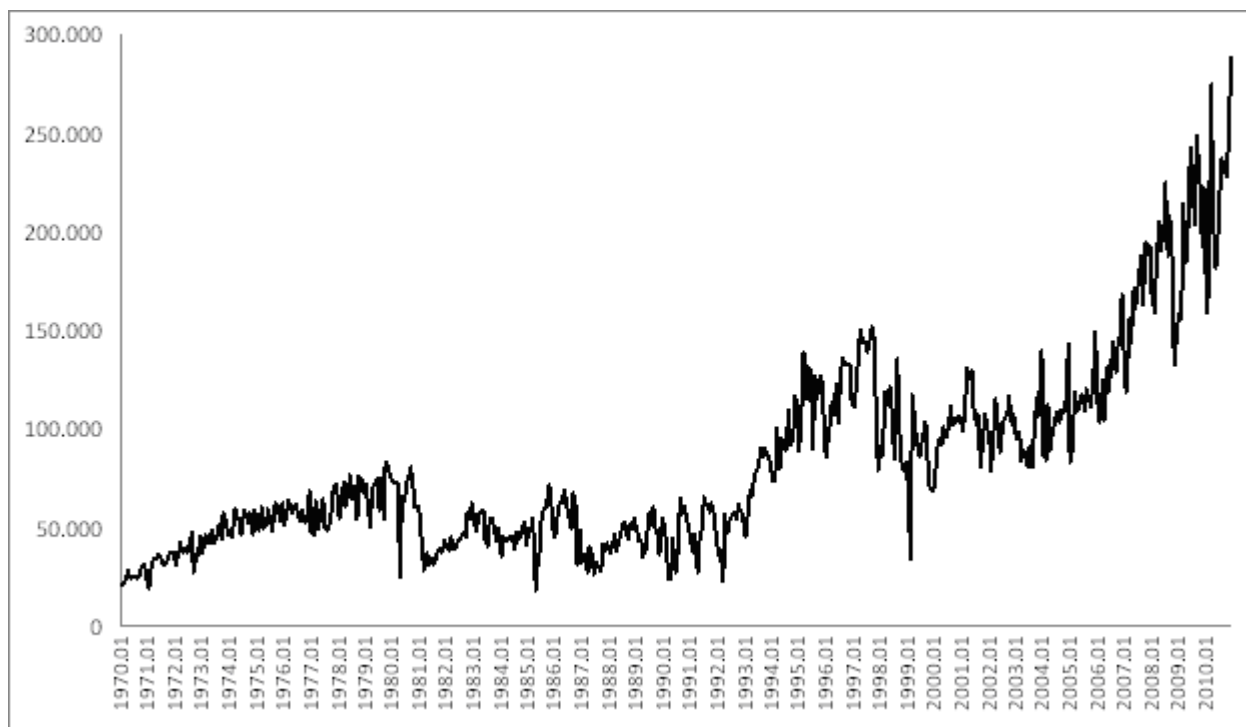
O presente trabalho está focado no estudo da demanda por automóveis e veículos comerciais leves (Gráfico 2 e Gráfico 3), esses dois grupos representaram juntos 96% das unidades comercializadas em 2009 e 55% dos investimentos realizados no período de 1994 a 2009, ANFAVEA (2010).

O Brasil é hoje o quinto maior mercado consumidor de veículos do mundo, com uma frota de automóveis e comerciais leves estimada em 28 milhões de unidades (ANFAVEA, 2010). Nos últimos dez anos o crescimento médio deste mercado no país foi de 9,4% (ANFAVEA, 2010), o que representa uma oportunidade de expansão para as montadoras já instaladas e para as que desejam se estabelecer.

O país possui uma média de 6,9 habitantes por veículo (ANFAVEA, 2010) e ao analisarmos a evolução desse indicador (1998 – 2008) notamos uma clara tendência na redução desta média (Gráfico 4) o que representa aumento na demanda por veículos. Quando comparamos nossos dados com outros países emergentes e desenvolvidos tal tendência é ratificada.

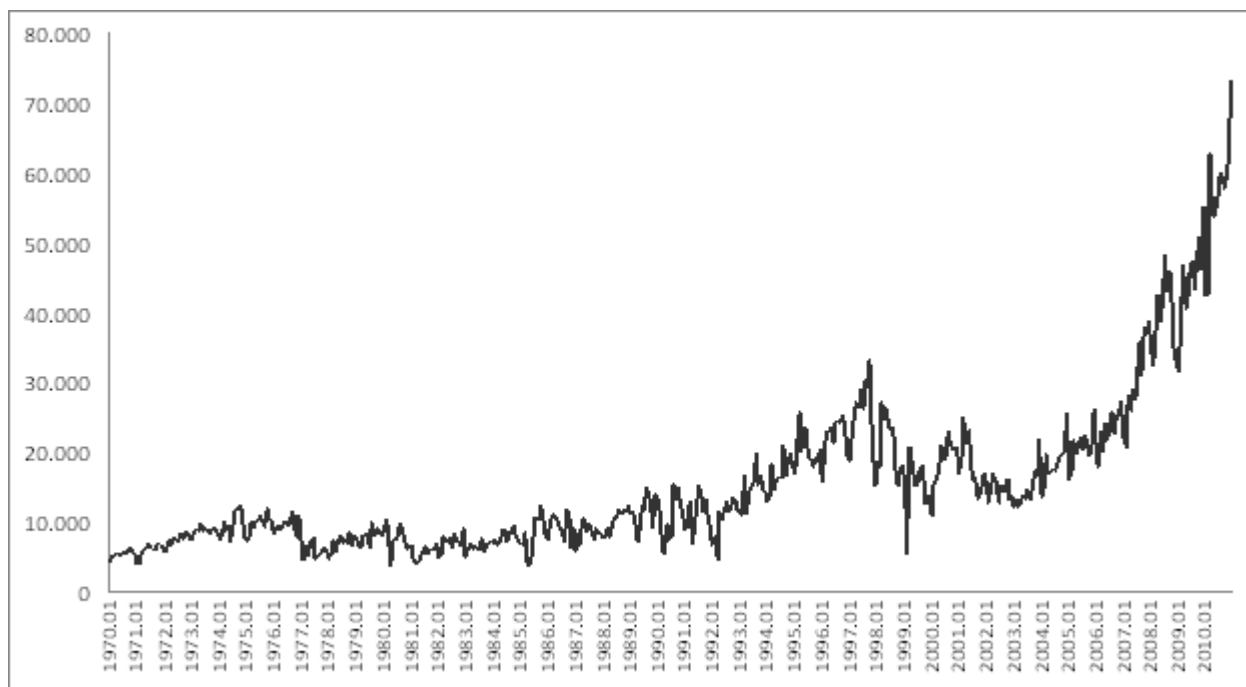


**Gráfico 2 – Venda mensal de automóveis 1970 – 2010**



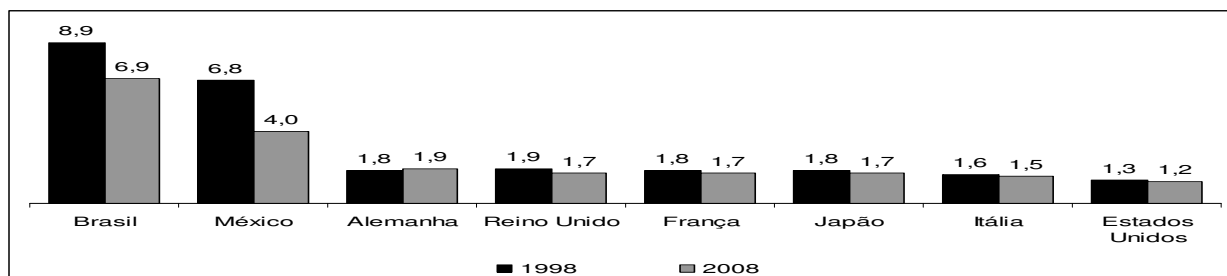
Fonte: ANFAVEA (2011).

**Gráfico 3 – Venda mensal de veículos comerciais leves 1970 – 2010**



Fonte: ANFAVEA (2011).

**Gráfico 4 – Habitantes por veículo 1998 - 2008**



Fonte: ANFAVEA (2010).

Desta forma é de extrema relevância a definição de um modelo de previsão de demanda para os próximos anos tanto para o estabelecimento de novos investimentos por parte da iniciativa privada, quanto para a definição de políticas por parte da iniciativa pública.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O setor automotivo tem grande representatividade na economia do país, o que justifica o empenho na identificação de um modelo preditivo. Contudo, os modelos desenvolvidos com séries temporais, resultam de regressões múltiplas tradicionais, com a inclusão de variáveis explicativas no modelo básico (composto por renda e preço), mantendo-se os elementos mais representativos.

C. Roos e V. Szeliky (1939), em estudo nos Estados Unidos da América e patrocinado pela *General Motors Corporation* com observações anuais de 1919 a 1938, concluíram que a demanda por automóveis novos é dada em função da renda extransumérica per capita (definida pelo Institute of *Applied Econometrics* é equivalente à renda disponível per capita da qual é deduzido o custo de uma cesta básica de consumo), do estoque efetivo de veículos, da variação no estoque de carros com mais de um ano de uso, do estoque de equilíbrio e do preços dos carros novos.

G. C. Chow (1957 e 1960), em estudo também realizado nos Estados Unidos da América com dados anuais de 1921 a 1953, concluiu que a quantidade de automóveis per capita adquiridos no ano  $t$  é função do estoque real per capita do ano  $t-1$ , o preço real dos automóveis e da renda per capita.

D. Suits (1958), em estudo subvencionado pela *Ford Motor Company* nos Estados Unidos da América com observações anuais de 1929 a 1956, concluiu que a venda de automóveis novos é função do preço real do carro novo no varejo, da renda disponível, do número médio de meses de financiamento, da quantidade de veículos em circulação e das *dummies* que assumem valores unitários em 1941 e 1952.

A. L. Baumgarten (1972), utilizando-se de regressões múltiplas nas observações trimestrais de 1960 a 1967 e anuais de 1947 a 1967 para o Brasil, concluiu que a demanda de veículos novos é função da vida média dos automóveis, do custo de vida, da renda disponível no ano  $t$ , da renda disponível acumulada entre  $t-3$  e  $t$ , do preço dos carros novos e do preço real dos carros usados.

M. V. Coates (1985), estudou a política de crédito ao consumidor no Brasil e seu impacto na demanda de automóveis com dados trimestrais de 1972 a 1981 e identificou que a quantidade de automóveis vendidos é função do preço real dos automóveis, das taxas de juros das financeiras em termos reais, da renda real, do volume de empréstimos das financeiras em termos reais, do prazo máximo de financiamento e do preço real da gasolina.

R. L. L. Vianna (1988), utilizou-se de regressões em série de tempo para os dados trimestrais de 1976 a 1987 no Brasil e observou que as vendas internas de veículos é função da renda real disponível, do preço real do automóvel, do volume total dos empréstimos das financeiras em termos reais e uma *dummy* para destacar as greves no setor e a falta de autopeças.

T. M. Lapa (1998), em estudo realizado no Brasil com dados de vendas mensais de 1985 a 1995, utilizando modelo auto-regressivo multivariado, concluiu que a demanda automotiva é função da renda recebida pelos consumidores e da produção de automóveis no período.

## 4. BASE DE DADOS E METODOLOGIA

### 4.1 BASE DE DADOS

Esta seção descreve os dados utilizados para modelagem das equações de demanda automotiva no Brasil. A demanda interna é composta pelo total de veículos adquiridos no período, expresso pela soma da venda das unidades importadas mais as produzidas no país.

Para a construção dos modelos econométricos univariados deste trabalho foram utilizados como elementos as séries temporais da venda mensal automotiva<sup>2</sup>, os efeitos calendário e variáveis *dummy* para os planos econômicos e fatos marcantes capazes de afetar a demanda de maneira significativa.

#### 4.1.1 Séries temporais

Para representar o total mensal de unidades comercializadas (produzidas internamente mais importadas) no período de 1970 a 2010, os dados foram coletados junto a ANFAVEA (2011) em quantidades unitárias para as séries:

- Vendas mensais de automóveis;
- Vendas mensais de veículos comerciais leves;
- Vendas mensais total (representa a soma do total comercializado no período de automóveis e comerciais leves).

Os dados foram utilizados em base logarítmica no caso do modelo Estrutural e em primeira diferença do log para os modelos Auto-regressivo e Mudança de Regime. As

---

<sup>2</sup> Venda mensal automotiva compreende: automóveis e veículos comerciais leves.

funções de Autocorrelação (ACF) e Autorrelação Parcial (PACF) em log e em primeira diferença das séries com suas respectivas densidades e histogramas podem ser encontradas no Apêndice.

#### 4.1.2 Efeito Calendário

Procurou-se incorporar ao modelo a presença de quantidade diferente de dias úteis de cada mês, a existência de feriados móveis e o evento da Copa do Mundo. A modelagem dos efeitos calendários segue a metodologia proposta por Harvey (1989). Desta forma os efeitos calendários testados nesse trabalho são:

- **Dias úteis - DU:** quantidade de dias úteis no mês, essa variável foi construída calculando-se a diferença entre a quantidade de dias úteis no mês e a média de dias úteis do ano em estudo ( $DU \text{ mês} - \text{Média } DU \text{ do Ano em análise}$ ).
- **Copa do Mundo – DCM:** foi construída considerando que a cada 4 anos (48 meses) temos o evento da Copa do Mundo. Para os períodos em que a Copa do Mundo ocorre em apenas um mês foi utilizado o seguinte modelo: meses que não temos o evento o valor de  $-1/48$ , para o mês e que o evento ocorre o valor de  $47/48$ . Nos casos em que a Copa ocorreu em dois meses temos:  $-1/48$  para os meses sem Copa e  $23/48$  para os meses com Copa.
- **Carnaval – DCarn:** identifica o mês em que ocorreu o feriado Carnaval em cada ano, para os meses sem Carnaval o valor é de  $-1/12$ , o mês em que o Carnaval ocorre o valor é de  $11/12$ .
- **Páscoa – DPasc:** identifica o mês em que ocorreu o feriado da Páscoa em cada ano, para os meses sem este feriado o valor é de  $-1/12$ , o mês em que a Páscoa ocorre o valor é de  $11/12$ .
- **Corpus Christi – DCC:** identifica o mês em que ocorreu o feriado de Corpus Christi em cada ano, para os meses sem o feriado o valor é de  $-1/12$ , o mês em que o feriado ocorre o valor é de  $11/12$ .

### 4.1.3 Variáveis *Dummy*

As séries analisadas tem início em 1970. Tentou-se captar não apenas o efeito dos planos econômicos como também os momentos relevantes que influenciaram o comportamento da demanda no período, incluindo-os nas regressões como variáveis *dummy*. Na Tabela 2 reportamos todos os *outliers* utilizados na modelagem das séries.

**Tabela 2 – Variáveis *Dummy***

| Dummy   | Modelo Auto-regressivo |                  |       | Modelo Estrutural |                  |       |
|---------|------------------------|------------------|-------|-------------------|------------------|-------|
|         | Automóvel              | Comerciais Leves | Total | Automóvel         | Comerciais Leves | Total |
| 1972.09 | D *                    |                  |       | D                 |                  |       |
| 1977.02 |                        |                  |       |                   | N                |       |
| 1979.03 | D                      |                  | D     | D                 |                  | D     |
| 1980.04 | D                      | D                | D     | D                 | D                | D     |
| 1981.02 | D                      | D                | D     | N **              | N                | N     |
| 1985.04 | D                      | D                | D     | D                 | N                | D     |
| 1985.06 |                        |                  |       |                   |                  | N     |
| 1985.07 |                        | D                | D     |                   | N                |       |
| 1986.11 | D                      | D                | D     | N                 |                  | N     |
| 1987.04 |                        | D                |       |                   |                  |       |
| 1990.03 | D                      | D                | D     | N                 | N                | N     |
| 1990.08 | D                      | D                | D     | N                 | N                | N     |
| 1991.04 | D                      | D                | D     | D                 | D                | D     |
| 1992.03 | D                      | D                | D     | D                 | D                | D     |
| 1992.04 | D                      | D                | D     |                   |                  |       |
| 1997.12 | D                      | D                | D     | D                 | D                | D     |
| 1998.08 |                        |                  |       | D                 |                  |       |
| 1998.09 |                        |                  |       |                   | N                |       |
| 1999.02 | D                      | D                | D     | D                 | D                | D     |
| 1999.03 | D                      | D                | D     |                   |                  |       |

Fonte: Elaboração Própria.

\* D – dummy ou outlier do modelo

\*\* N – quebra no nível da série

## 4.2 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos, o trabalho utilizou-se dos softwares Eviews 6 para os testes de raiz unitária e OXMetrics 6 para a construção dos modelos econométricos e previsões.

Nesta seção, apresentaremos alguns conceitos básicos dos testes realizados e das estruturas de modelagem utilizadas que são: 4.2.1 Testes de raízes unitárias; 4.2.2 Teste para verificar a existência de raízes unitárias sazonais, Franses (1997) e 4.2.3 Modelos econométricos.

### 4.2.1 Testes de raízes unitárias

O teste de raiz unitária para séries temporais tem se tornado uma prática padrão. O foco principal dos testes é avaliar se uma série de tempo é gerada por um processo estocástico, em que os choques tem efeito permanente nas séries; ou estacionário, em que os choques apresentam efeito temporário. O Exemplo do primeiro caso é o processo dado por:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

que pode ser escrito como:

$$y_t = y_0 + \sum_{i=0}^{t-1} \varepsilon_{t-1}, \quad (2)$$

esta expressão mostra claramente que o efeito dos choques  $\varepsilon_t$  não se dissipam com o passar do tempo.

Neste trabalho a presença ou não de raiz unitária nas séries foi verificada através dos testes DF (Dickey-Fuller, 1979, 1981); PP (Phillips-Peron, 1988) e KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin, 1992).

#### 4.2.2 Teste para verificar a existência de raízes unitárias sazonais, Franses (1997)

Para o teste de raízes unitárias sazonias foi utilizado o modelo, conjunto de tabelas e valores desenvolvidos por Franses em 1997. Em seu modelo, Franses gerou uma extensão dos métodos de Hylleberg et al. (1990) e Osborn (1988) para ser utilizada nas séries temporais com variação sazonal crescente e séries de tempo com quebras estruturais na sazonalidade.

Foram gerados valores de teste  $t$  para  $\pi_1$  e  $\pi_2$  e de teste  $F$  para  $\{\pi_3, \pi_4\}$ ,  $\{\pi_5, \pi_6\}$ ,  $\{\pi_7, \pi_8\}$ ,  $\{\pi_9, \pi_{10}\}$  e  $\{\pi_{11}, \pi_{12}\}$ , assim como para  $\{\pi_1, \dots, \pi_{12}\}$  e  $\{\pi_2, \dots, \pi_{12}\}$  e comparados com as tabelas fornecidas pelo artigo.

#### 4.2.3 Modelos econométricos univariados

Para a modelagem econométrica e previsão das séries temporais utilizamos os seguintes metodos univariados: 4.2.3.1 Modelo Auto-regressivo; 4.2.3.2 Modelo Estrutural e 4.2.3.3 Modelo de Mudança de Regime.

##### 4.2.3.1 Modelo Auto-regressivo (Box-Jenkins, 1976)

O Modelo Autoregressivo relaciona os resultados futuros com as observações ocorridas no passado, o modelo pode ser especificado pela equação:

$$y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (3)$$



onde  $y_t$  corresponde à observação da série temporal no tempo  $t$ ,  $\varphi_p$  representa o parâmetro do modelo AR de ordem  $p$  e  $\varepsilon_t$  simboliza o resíduo de eventos aleatórios que não podem ser explicados pelo modelo.

Nos casos em que as observações da série possam ser representadas pela equação (3), a ordem do modelo puder ser determinada e os parâmetros estimados, assim é possível prever o valor futuro da série em análise (Makridakis e Wheelwright, 1985).

#### 4.2.3.2 Modelo Estrutural (Harvey, 1989)

A decomposição de séries em elementos não observados (sazonalidade, inclinação, nível e ciclos) caracteriza os modelos estruturais. Considerando estes componentes como geradores do processo da série, podemos escrevê-la da seguinte forma:

$$y_t = \mu_t + \gamma_t + \Psi_t + \varepsilon_t, \quad (4)$$

em que  $\varepsilon_t$  é normal com média zero e variância constante e  $\mu_t$  a tendência,  $\gamma_t$  a sazonalidade,  $\Psi_t$  o ciclo e  $\varepsilon_t$  o componente irregular.

O modelo estrutural é representado na forma de estado de espaço, baseado em Harvey (1989), sendo uma ferramenta valiosa a ser utilizada nas séries temporais. Ao se apresentar na forma de estado de espaço o filtro de Kalman pode ser aplicado, permitindo a estimação dos componentes não-observados. A estimação dos parâmetros desconhecidos é possível uma vez que o filtro utiliza-se do processo de Máxima Verossimelhança através da decomposição do erro de previsão.

#### 4.2.3.3 Modelo de Mudança de Regime (Hamilton, 1994)

Os modelos de Markov-switching (Hamilton, 1989, 1994) supõem a possibilidade de que, a cada instante do tempo, um número finito e geralmente pequeno de “estados” ou “regimes” podem ocorrer, sem que se tenha a certeza de qual regime está em curso.

A hipótese é que exista probabilidades de transição de um estado para outro, sendo que tais probabilidades são estimadas internamente pelo modelo. Portanto estes modelos não assumem que as mudanças de um regime para outro sejam eventos determinísticos.

## **5. RESULTADOS**

Este capítulo apresenta os resultados obtidos no trabalho e está distribuído da seguinte forma: 5.1 Teste de raiz unitária; 5.2 Efeito calendário; 5.3 Modelos preliminares e 5.4 Previsões de demanda automotiva e definição dos modelos preditivos mais adequados.

### **5.1 TESTE DE RAIZ UNITÁRIA**

Os resultados dos testes de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), Phillips-Perron (PP), Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Schi (KPSS) e de Sazonalidade encontram-se destacados abaixo. Testou-se as séries, em base logarítma, de vendas mensais de automóveis, veículos comerciais leves e total (automóveis e comerciais leves).

Para os testes de raiz unitária ADF e PP testou-se em cada série seis situações: a) série em nível com intercepto; b) série em nível com tendência e com intercepto; c) série em nível sem tendência e sem intercepto; d) série em primeira diferença com

intercepto; e) em primeira diferença com tendência e com intercepto e f) série em primeira diferença sem tendência e sem intercepto.

Os resultados sugerem que a hipótese nula de existência de raiz unitária não pode ser rejeitada a 1%, 5% e 10% de significância para as séries em primeira diferença e para as séries em nível com tendência e intercepto. Para as séries em nível sem tendência e sem intercepto os testes sugerem a não existência de raiz unitária a 1%, 5% e 10%. Nas séries em nível com intercepto, o teste ADF não acusa a presença de raiz unitária a 1%, 5% e 10% para as três séries, porém o teste PP acusa presença de raiz unitária a 5% e 10% para as séries de Automóveis e Total.

No teste KPSS testou-se para cada série quatro condições: a) série em nível com intercepto; b) série em nível com tendência e intercepto; c) série em primeira diferença com intercepto e d) série em primeira diferença com tendência e intercepto.

Os resultados sugerem que a hipótese nula de não existência de raiz unitária em geral pode ser aceita a 1%, 5% e 10% para as séries em primeira diferença, já para as séries em nível o teste acusa a existência de raiz unitária, rejeitando-se dessa forma a hipótese nula. Os Resultados dos testes ADF, PP e KPSS estão reportados na Tabela 3.

A raiz unitária sazonal foi testada sob cinco hipóteses: a) série sem constante (nc), sem *dummy* sazonal (nd) e sem tendência (nt); b) incluindo a constante (c), sem *dummy* sazonal (nd) e sem tendência (nt); c) incluindo a constante (c), sem *dummy* sazonal (nd) e com tendência (t); d) com a constante, com a *dummy* sazonal e sem tendência e e) com a constante, com a *dummy* e com tendência.

Como resposta observamos a existência de raiz unitária para todas as séries em nível ( $\pi_1$ ) e a não constatação de raízes unitárias sazonais ( $\pi_2, \pi_3 \dots \pi_{12}$ ). Os resultados dos testes sazonais encontram-se apresentados na Tabela 4.

**Tabela 3 – Testes de raiz unitária - ADF, PP e KPSS**

| Série mensal              | TESTE ADF | ADF em nível com intercepto |               | ADF Nível com tendência e intercepto |               | ADF em nível sem tendência e intercepto |               | ADF em 1ª diferença com intercepto |               | ADF em 1ª diferença com tendência e intercepto |               | ADF em 1ª diferença sem tendência e intercepto |               |
|---------------------------|-----------|-----------------------------|---------------|--------------------------------------|---------------|---|---------------|------------------------------------|---------------|--|---------------|--|---------------|
|                           |           | Estatística t               | Probabilidade | Estatística t                        | Probabilidade | Estatística t                           | Probabilidade | Estatística t                      | Probabilidade | Estatística t                                  | Probabilidade | Estatística t                                  | Probabilidade |
| Automóveis                | 1%        | -2,1385                     | 0,2297        | -4,0532                              | 0,0078        | 0,8687                                  | 0,8966        | -23,1900                           | 0,0000        | -23,1668                                       | 0,0000        | -23,1709                                       | 0,0000        |
|                           | 5%        | -3,4435                     |               | -3,9769                              |               | -2,5697                                 |               | -3,4435                            |               | -3,9769  |               | -2,5697  |               |
|                           | 10%       | -2,8672                     |               | -3,4190                              |               | -1,9415                                 |               | -2,8672                            |               | -3,4190  |               | -1,9415  |               |
| Veículos Comerciais Leves | 1%        | -1,5359                     | 0,5147        | -4,0199                              | 0,0087        | 0,8956                                  | 0,9010        | -22,9902                           | 0,0000        | -22,9789                                       | 0,0000        | -22,9691                                       | 0,0000        |
|                           | 5%        | -3,4435                     |               | -3,9769                              |               | -2,5697                                 |               | -3,4435                            |               | -3,9769  |               | -2,5697  |               |
|                           | 10%       | -2,8672                     |               | -3,4190                              |               | -1,9415                                 |               | -2,8672                            |               | -3,4190  |               | -1,9415  |               |
| Total                     | 1%        | -1,9960                     | 0,2887        | -4,0649                              | 0,0075        | 0,9060                                  | 0,9026        | -23,1952                           | 0,0000        | -23,1732                                       | 0,0000        | -23,1735                                       | 0,0000        |
|                           | 5%        | -3,4435                     |               | -3,9769                              |               | -2,5697                                 |               | -3,4435                            |               | -3,9769  |               | -2,5697  |               |
|                           | 10%       | -2,8672                     |               | -3,4190                              |               | -1,9415                                 |               | -2,8672                            |               | -3,4190  |               | -1,9415  |               |

| Série mensal              | TESTE PP | PP em nível com intercepto |               | PP Nível com tendência e intercepto |               | PP em nível sem tendência e intercepto |               | PP em 1ª diferença com intercepto |               | PP em 1ª diferença com tendência e intercepto |               | PP em 1ª diferença sem tendência e intercepto |               |
|---------------------------|----------|----------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|--|---------------|-----------------------------------|---------------|---|---------------|---|---------------|
|                           |          | Estatística t              | Probabilidade | Estatística t                       | Probabilidade | Estatística t                          | Probabilidade | Estatística t                     | Probabilidade | Estatística t                                 | Probabilidade | Estatística t                                 | Probabilidade |
| Automóveis                | 1%       | -3,1482                    | 0,0238        | -7,5852                             | 0,0000        | 1,6768                                 | 0,9776        | -54,4703                          | 0,0001        | -54,5031                                      | 0,0001        | -50,6450                                      | 0,0001        |
|                           | 5%       | -3,4434                    |               | -3,9769                             |               | -2,5697                                |               | -3,4435                           |               | -3,9769                                       |               | -2,5697                                       |               |
|                           | 10%      | -2,8672                    |               | -3,4190                             |               | -1,9415                                |               | -2,8672                           |               | -3,4190                                       |               | -1,9415                                       |               |
| Veículos Comerciais Leves | 1%       | -2,2607                    | 0,1854        | -7,4470                             | 0,0000        | 1,7914                                 | 0,9827        | -52,6312                          | 0,0001        | -53,8089                                      | 0,0001        | -48,5156                                      | 0,0001        |
|                           | 5%       | -3,4434                    |               | -3,9769                             |               | -2,5697                                |               | -3,4435                           |               | -3,9769                                       |               | -2,5697                                       |               |
|                           | 0,1      | -2,8672                    |               | -3,4190                             |               | -1,9415                                |               | -2,8672                           |               | -3,4190                                       |               | -1,9415                                       |               |
| Total                     | 1%       | -2,9149                    | 0,0443        | -7,6688                             | 0,0000        | 1,7700                                 | 0,9818        | -54,4952                          | 0,0001        | -54,6692                                      | 0,0001        | -50,2559                                      | 0,0001        |
|                           | 5%       | -3,4434                    |               | -3,9769                             |               | -2,5697                                |               | -3,4435                           |               | -3,9769                                       |               | -2,5697                                       |               |
|                           | 10%      | -2,8672                    |               | -3,4190                             |               | -1,9415                                |               | -2,8672                           |               | -3,4190                                       |               | -1,9415                                       |               |

| Série mensal              | TESTE KPSS | KPSS em nível com intercepto | KPSS em nível com tendência e intercepto | KPSS em 1ª diferença com intercepto | KPSS em 1ª diferença com tendência e intercepto |
|---------------------------|------------|------------------------------|--|-------------------------------------|---|
|                           |            | Estatística LM               | Estatística LM                           | Estatística LM                      | Estatística LM                                  |
| Automóveis                | 1%         | 2,1455                       | 0,2904                                   | 0,0946                              | 0,0864  |
|                           | 5%         | 0,7390                       | 0,2160                                   | 0,7390                              | 0,2160  |
|                           | 10%        | 0,4630                       | 0,1460                                   | 0,4630                              | 0,1460  |
| Veículos Comerciais Leves | 1%         | 2,3433                       | 0,2466                                   | 0,1346                              | 0,0787  |
|                           | 5%         | 0,7390                       | 0,2160                                   | 0,7390                              | 0,2160  |
|                           | 10%        | 0,4630                       | 0,1460                                   | 0,4630                              | 0,1460  |
| Total                     | 1%         | 2,2106                       | 0,2913                                   | 0,1021                              | 0,0878  |
|                           | 5%         | 0,7390                       | 0,2160                                   | 0,7390                              | 0,2160  |
|                           | 10%        | 0,4630                       | 0,1460                                   | 0,4630                              | 0,1460  |

Fonte: Elaboração própria baseada no *software* EViews 6.

**Tabela 4 – Teste de Raiz unitária sazonal**

| Série mensal      |                         | Estatística t para $\pi_1$ |              |              | Estatística t para $\pi_2$ |              |              | Teste F para $\pi_3$ e $\pi_4$ |             |             |
|-------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------------------------|-------------|-------------|
|                   |                         | 0,01                       | 0,05         | 0,1          | 0,01                       | 0,05         | 0,1          | 0,01                           | 0,05        | 0,1         |
| <b>nc, nd, nt</b> | <b>Valor Crítico</b>    | <b>-2,51</b>               | <b>-1,93</b> | <b>-1,59</b> | <b>-2,53</b>               | <b>-1,94</b> | <b>-1,60</b> | <b>4,74</b>                    | <b>3,07</b> | <b>2,36</b> |
| Automóveis        | Resultado               | 1,903                      | 1,903        | 1,903        | -7,232                     | -7,232       | -7,232       | 37,422                         | 37,422      | 37,422      |
| Comerciais Leves  | estatística t / teste F | 2,304                      | 2,304        | 2,304        | -6,966                     | -6,966       | -6,966       | 36,004                         | 36,004      | 36,004      |
| Total             |                         | 2,076                      | 2,076        | 2,076        | -7,221                     | -7,221       | -7,221       | 36,725                         | 36,725      | 36,725      |
| <b>c, nd, nt</b>  | <b>Valor Crítico</b>    | <b>-3,40</b>               | <b>-2,82</b> | <b>-2,52</b> | <b>-2,54</b>               | <b>-1,94</b> | <b>-1,60</b> | <b>4,72</b>                    | <b>3,07</b> | <b>2,36</b> |
| Automóveis        | Resultado               | -0,727                     | -0,727       | -0,727       | -7,230                     | -7,230       | -7,230       | 37,394                         | 37,394      | 37,394      |
| Comerciais Leves  | estatística t / teste F | 0,416                      | 0,416        | 0,416        | -6,953                     | -6,953       | -6,953       | 35,849                         | 35,849      | 35,849      |
| Total             |                         | -0,474                     | -0,474       | -0,474       | -7,218                     | -7,218       | -7,218       | 36,690                         | 36,690      | 36,690      |
| <b>c, nd, t</b>   | <b>Valor Crítico</b>    | <b>-3,93</b>               | <b>-3,37</b> | <b>-3,09</b> | <b>-2,54</b>               | <b>-1,94</b> | <b>-1,59</b> | <b>4,71</b>                    | <b>3,05</b> | <b>2,35</b> |
| Automóveis        | Resultado               | -1,770                     | -1,770       | -1,770       | -7,244                     | -7,244       | -7,244       | 37,595                         | 37,595      | 37,595      |
| Comerciais Leves  | estatística t / teste F | -1,055                     | -1,055       | -1,055       | -6,966                     | -6,966       | -6,966       | 36,011                         | 36,011      | 36,011      |
| Total             |                         | -1,596                     | -1,596       | -1,596       | -7,231                     | -7,231       | -7,231       | 36,869                         | 36,869      | 36,869      |
| <b>c, d, nt</b>   | <b>Valor Crítico</b>    | <b>-3,40</b>               | <b>-2,81</b> | <b>-2,51</b> | <b>-3,34</b>               | <b>-2,81</b> | <b>-2,51</b> | <b>8,40</b>                    | <b>6,35</b> | <b>5,45</b> |
| Automóveis        | Resultado               | -0,824                     | -0,824       | -0,824       | -7,323                     | -7,323       | -7,323       | 40,137                         | 40,137      | 40,137      |
| Comerciais Leves  | estatística t / teste F | 0,096                      | 0,096        | 0,096        | -6,845                     | -6,845       | -6,845       | 37,990                         | 37,990      | 37,990      |
| Total             |                         | -0,600                     | -0,600       | -0,600       | -7,293                     | -7,293       | -7,293       | 39,656                         | 39,656      | 39,656      |
| <b>c, d, t</b>    | <b>Valor Crítico</b>    | <b>-3,91</b>               | <b>-3,35</b> | <b>-3,08</b> | <b>-3,34</b>               | <b>-2,81</b> | <b>-2,51</b> | <b>8,38</b>                    | <b>6,35</b> | <b>5,45</b> |
| Automóveis        | Resultado               | -1,962                     | -1,962       | -1,962       | -7,342                     | -7,342       | -7,342       | 40,415                         | 40,415      | 40,415      |
| Comerciais Leves  | estatística t / teste F | -1,484                     | -1,484       | -1,484       | -6,866                     | -6,866       | -6,866       | 38,280                         | 38,280      | 38,280      |
| Total             |                         | -1,822                     | -1,822       | -1,822       | -7,312                     | -7,312       | -7,312       | 39,917                         | 39,917      | 39,917      |

| Série mensal      |                      | Teste F para $\pi_5$ e $\pi_6$ |             |             | Teste F para $\pi_7$ e $\pi_8$ |             |             | Teste F para $\pi_9$ e $\pi_{10}$ |             |             |
|-------------------|----------------------|--------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------|-----------------------------------|-------------|-------------|
|                   |                      | 0,01                           | 0,05        | 0,1         | 0,01                           | 0,05        | 0,1         | 0,01                              | 0,05        | 0,1         |
| <b>nc, nd, nt</b> | <b>Valor Crítico</b> | <b>4,61</b>                    | <b>3,06</b> | <b>2,38</b> | <b>4,69</b>                    | <b>3,10</b> | <b>2,40</b> | <b>4,75</b>                       | <b>3,11</b> | <b>2,35</b> |
| Automóveis        | Resultado teste F    | 35,932                         | 35,932      | 35,932      | 28,525                         | 28,525      | 28,525      | 37,517                            | 37,517      | 37,517      |
| Comerciais Leves  |                      | 35,099                         | 35,099      | 35,099      | 26,861                         | 26,861      | 26,861      | 37,096                            | 37,096      | 37,096      |
| Total             |                      | 34,890                         | 34,890      | 34,890      | 27,212                         | 27,212      | 27,212      | 37,558                            | 37,558      | 37,558      |
| <b>c, nd, nt</b>  | <b>Valor Crítico</b> | <b>4,63</b>                    | <b>3,05</b> | <b>2,38</b> | <b>4,70</b>                    | <b>3,09</b> | <b>2,39</b> | <b>4,73</b>                       | <b>3,09</b> | <b>2,34</b> |
| Automóveis        | Resultado teste F    | 35,900                         | 35,900      | 35,900      | 28,634                         | 28,634      | 28,634      | 37,486                            | 37,486      | 37,486      |
| Comerciais Leves  |                      | 34,971                         | 34,971      | 34,971      | 26,536                         | 26,536      | 26,536      | 36,955                            | 36,955      | 36,955      |
| Total             |                      | 34,852                         | 34,852      | 34,852      | 27,276                         | 27,276      | 27,276      | 37,518                            | 37,518      | 37,518      |
| <b>c, nd, t</b>   | <b>Valor Crítico</b> | <b>4,60</b>                    | <b>3,05</b> | <b>2,38</b> | <b>4,69</b>                    | <b>3,08</b> | <b>2,39</b> | <b>4,73</b>                       | <b>3,08</b> | <b>2,34</b> |
| Automóveis        | Resultado teste F    | 36,037                         | 36,037      | 36,037      | 29,115                         | 29,115      | 29,115      | 37,653                            | 37,653      | 37,653      |
| Comerciais Leves  |                      | 35,090                         | 35,090      | 35,090      | 26,951                         | 26,951      | 26,951      | 37,088                            | 37,088      | 37,088      |
| Total             |                      | 34,979                         | 34,979      | 34,979      | 27,723                         | 27,723      | 27,723      | 37,671                            | 37,671      | 37,671      |
| <b>c, d, nt</b>   | <b>Valor Crítico</b> | <b>8,58</b>                    | <b>6,48</b> | <b>5,46</b> | <b>8,39</b>                    | <b>6,33</b> | <b>5,32</b> | <b>8,56</b>                       | <b>6,41</b> | <b>5,46</b> |
| Automóveis        | Resultado teste F    | 50,986                         | 50,986      | 50,986      | 33,065                         | 33,065      | 33,065      | 41,217                            | 41,217      | 41,217      |
| Comerciais Leves  |                      | 52,323                         | 52,323      | 52,323      | 35,151                         | 35,151      | 35,151      | 43,902                            | 43,902      | 43,902      |
| Total             |                      | 50,339                         | 50,339      | 50,339      | 32,485                         | 32,485      | 32,485      | 41,897                            | 41,897      | 41,897      |
| <b>c, d, t</b>    | <b>Valor Crítico</b> | <b>8,55</b>                    | <b>6,48</b> | <b>5,46</b> | <b>8,39</b>                    | <b>6,30</b> | <b>5,33</b> | <b>8,50</b>                       | <b>6,40</b> | <b>5,47</b> |
| Automóveis        | Resultado teste F    | 51,248                         | 51,248      | 51,248      | 33,763                         | 33,763      | 33,763      | 41,463                            | 41,463      | 41,463      |
| Comerciais Leves  |                      | 52,642                         | 52,642      | 52,642      | 35,969                         | 35,969      | 35,969      | 44,188                            | 44,188      | 44,188      |
| Total             |                      | 50,597                         | 50,597      | 50,597      | 33,169                         | 33,169      | 33,169      | 42,140                            | 42,140      | 42,140      |

| Série mensal      |                      | Teste F para $\pi_{11}$ e $\pi_{12}$ |             |             | Teste F para $\pi_1, \pi_2, \dots$ e $\pi_{12}$ |             |             | Teste F para $\pi_2, \pi_3, \dots$ e $\pi_{12}$ |             |             |
|-------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
|                   |                      | 0,01                                 | 0,05        | 0,1         | 0,01  | 0,05        | 0,1         | 0,01  | 0,05        | 0,1         |
| <b>nc, nd, nt</b> | <b>Valor Crítico</b> | <b>4,65</b>                          | <b>3,11</b> | <b>2,41</b> | <b>2,34</b>                                     | <b>1,88</b> | <b>1,65</b> | <b>2,37</b>                                     | <b>1,90</b> | <b>1,66</b> |
| Automóveis        | Resultado teste F    | 40,449                               | 40,449      | 40,449      | 59,655  | 59,655      | 59,655      | 61,547  | 61,547      | 61,547      |
| Comerciais Leves  |                      | 39,858                               | 39,858      | 39,858      | 58,167  | 58,167      | 58,167      | 58,907  | 58,907      | 58,907      |
| Total             |                      | 40,056                               | 40,056      | 40,056      | 57,480  | 57,480      | 57,480      | 58,810  | 58,810      | 58,810      |
| <b>c, nd, nt</b>  | <b>Valor Crítico</b> | <b>4,65</b>                          | <b>3,10</b> | <b>2,40</b> | <b>2,56</b>                                     | <b>2,07</b> | <b>1,84</b> | <b>2,36</b>                                     | <b>1,89</b> | <b>1,66</b> |
| Automóveis        | Resultado teste F    | 40,562                               | 40,562      | 40,562      | 56,424  | 56,424      | 56,424      | 61,553  | 61,553      | 61,553      |
| Comerciais Leves  |                      | 39,591                               | 39,591      | 39,591      | 54,116  | 54,116      | 54,116      | 57,984  | 57,984      | 57,984      |
| Total             |                      | 40,103                               | 40,103      | 40,103      | 53,880  | 53,880      | 53,880      | 58,745  | 58,745      | 58,745      |
| <b>c, nd, t</b>   | <b>Valor Crítico</b> | <b>4,65</b>                          | <b>3,09</b> | <b>2,39</b> | <b>2,75</b>                                     | <b>2,30</b> | <b>2,07</b> | <b>2,36</b>                                     | <b>1,88</b> | <b>1,66</b> |
| Automóveis        | Resultado teste F    | 40,912                               | 40,912      | 40,912      | 56,820  | 56,820      | 56,820      | 61,888  | 61,888      | 61,888      |
| Comerciais Leves  |                      | 39,878                               | 39,878      | 39,878      | 53,468  | 53,468      | 53,468      | 58,246  | 58,246      | 58,246      |
| Total             |                      | 40,437                               | 40,437      | 40,437      | 54,162  | 54,162      | 54,162      | 59,050  | 59,050      | 59,050      |
| <b>c, d, nt</b>   | <b>Valor Crítico</b> | <b>8,76</b>                          | <b>6,47</b> | <b>5,36</b> | <b>5,05</b>                                     | <b>4,37</b> | <b>4,04</b> | <b>5,17</b>                                     | <b>4,44</b> | <b>4,08</b> |
| Automóveis        | Resultado teste F    | 41,629                               | 41,629      | 41,629      | 67,028  | 67,028      | 67,028      | 73,122  | 73,122      | 73,122      |
| Comerciais Leves  |                      | 41,953                               | 41,953      | 41,953      | 68,110  | 68,110      | 68,110      | 73,102  | 73,102      | 73,102      |
| Total             |                      | 41,529                               | 41,529      | 41,529      | 64,918  | 64,918      | 64,918      | 70,783  | 70,783      | 70,783      |
| <b>c, d, t</b>    | <b>Valor Crítico</b> | <b>8,75</b>                          | <b>6,46</b> | <b>5,36</b> | <b>5,34</b>                                     | <b>4,58</b> | <b>4,26</b> | <b>5,15</b>                                     | <b>4,44</b> | <b>4,07</b> |
| Automóveis        | Resultado teste F    | 42,090                               | 42,090      | 42,090      | 67,596  | 67,596      | 67,596      | 73,634  | 73,634      | 73,634      |
| Comerciais Leves  |                      | 42,428                               | 42,428      | 42,428      | 67,596  | 67,596      | 67,596      | 73,646  | 73,646      | 73,646      |
| Total             |                      | 41,987                               | 41,987      | 41,987      | 65,371  | 65,371      | 65,371      | 71,274  | 71,274      | 71,274      |

Fonte: Elaboração Própria baseada em Frases (1997).

## 5.2 EFEITO CALENDÁRIO

Para a estimação dos modelos econométricos deste trabalho foram testados e incluídos os efeitos calendários significativos. A fase de teste incluiu a quantidade de dias úteis (DU), feriados móveis como Carnaval (DCarn), Páscoa (DPasc) e Corpus Christi (DCC) o evento da Copa do Mundo (DCM). O processo de modelagem destes seguiu a proposta de Harvey (1989).

Notamos que os dias úteis (DU) são significativos para todos os modelos (auto-regressivo, estrutural e mudança de regime) em todas as séries, na média um dia útil adicional no mês representa um incremento de 4,4% na demanda em todas as séries.

O Carnaval (DCarn) também é significativo para para a maioria dos modelos e séries, na média representa uma redução na demanda de 9,9% para automóveis, 8,8% para veículos comerciais leves (não foi significativo para o modelo estrutural) e 9,6% para a demanda total.

A Copa do Mundo (DCM) se mostrou significante para o modelo auto-regressivo e estrutural na série de veículos comerciais leves com um impacto médio negativo de 10,1% na demanda. Já para a série total o modelo auto-regressivo acusou significância da Copa com um impacto médio de -13,3%.

O feriado de Corpus Christi (DCC) só foi significativo para a série de vendas total (modelo auto-regressivo), representando um efeito negativo médio de 6,6% nas vendas.

Quanto ao feriado de Páscoa (DPasc) ele não se mostrou significante para os modelos e séries, desta forma o evento não aparece reportado. A síntese dos resultados é apresentada na Tabela 5.

**Tabela 5 – Efeito Calendário**

| Séries           | Modelos           | Dias úteis - DU |         |       | Copa do Mundo - DCM |         |       | Carnaval - DCarn |         |       | Corpus Christi - DCC |         |       |
|------------------|-------------------|-----------------|---------|-------|---------------------|---------|-------|------------------|---------|-------|----------------------|---------|-------|
|                  |                   | Coef.           | Teste t | Prob. | Coef.               | Teste t | Prob. | Coef.            | Teste t | Prob. | Coef.                | Teste t | Prob. |
| Automóveis       | Auto-regressivo   | 0,0388          | 6,880   | 0,000 | *                   | *       | *     | -0,1301          | -3,240  | 0,001 | *                    | *       | *     |
|                  | Estrutural        | 0,0445          | 8,795   | 0,000 | *                   | *       | *     | -0,0664          | -2,304  | 0,022 | *                    | *       | *     |
|                  | Mudança de Regime | 0,0466          | 8,000   | 0,000 | *                   | *       | *     | -0,1027          | -2,950  | 0,003 | *                    | *       | *     |
| Comerciais Leves | Auto-regressivo   | 0,0488          | 8,770   | 0,000 | -0,1062             | -2,180  | 0,030 | -0,0887          | -2,420  | 0,016 | *                    | *       | *     |
|                  | Estrutural        | 0,0470          | 9,388   | 0,000 | -0,0966             | -2,248  | 0,025 | *                | *       | *     | *                    | *       | *     |
|                  | Mudança de Regime | 0,0460          | 9,360   | 0,000 | *                   | *       | *     | -0,0898          | -2,490  | 0,013 | *                    | *       | *     |
| Total            | Auto-regressivo   | 0,0390          | 7,170   | 0,000 | -0,1326             | -2,750  | 0,006 | -0,1283          | -3,590  | 0,000 | -0,0659              | -2,160  | 0,031 |
|                  | Estrutural        | 0,0447          | 9,235   | 0,000 | *                   | *       | *     | -0,0665          | -2,409  | 0,016 | *                    | *       | *     |
|                  | Mudança de Regime | 0,0437          | 9,800   | 0,000 | *                   | *       | *     | -0,0954          | -3,170  | 0,002 | *                    | *       | *     |

Fonte: Elaboração própria.

\* Não significativo a 5%.

### 5.3 MODELOS PRELIMINARES

Para todas as séries (automóveis, comerciais leves e total) foi desenvolvido um modelo de previsão Auto-regressivo, Estrutural e de Mudança de Regime (Markov-switching). Partiu-se de um modelo mais amplo com a inclusão de todos os efeitos calendários, componentes sazonais, defasagens, ciclos e fatos relevantes (*dummies*).

Cada equação foi estimada por diversas vezes até tornar-se um modelo aceitável com a retirada dos elementos menos significativos, indicados pela probabilidade *t* de até 5%. A formulação dos modelos deu-se, portanto, do geral para o específico, partindo-se da agregação macro das variáveis identificadas, retirando-se gradativamente aquelas não relevantes. As saídas dos modelos encontram-se disponíveis no Apêndice.

## 5.4 PREVISÃO DE DEMANDA E DEFINIÇÃO DO MODELO MAIS ADEQUADO

### 5.4.1 Previsão de demanda de longo prazo para as séries

Após a definição dos modelos realizou-se a previsão de demanda para automóveis, comerciais leves e total para os anos de 1995 a 2010 levando em conta um horizonte de 05 (cinco) anos.

Para fins de comparação foram utilizados apenas os valores dos últimos 12 meses da previsão de cada simulação, desta forma, o valor previsto em 1995 representa a soma da demanda de Janeiro a Dezembro calculada com base nas informações da amostra até o ano de 1990, o modelo previu os próximos 60 meses repetindo este procedimento até 2010.

O valor acumulado de cada ano foi comparado com o dado real, com isto obteve-se 15 (quinze) observações para cada série e modelo. Os resultados encontram-se listados nas Tabelas 6, 7 e 8 e nos Gráficos 5, 6 e 7.

Note que para a série de demanda total existe uma coluna (Tabela 8) e uma linha (Gráfico 7) adicional que representa um quarto modelo de previsão, ou seja, a soma dos resultados do modelo com melhor índice EQM para previsão da demanda de automóveis (Mudança de Regime) com o modelo de melhor EQM de comerciais leves (Estrutural).

Para a definição do Erro Quadrático Médio (EQM) seguiu-se a mesma lógica, só que ao invés de calculá-lo com base no valor do erro acumulado de cada ano utilizou-se os valores dos erros mensais, totalizando 192 observações para cada série e modelo.



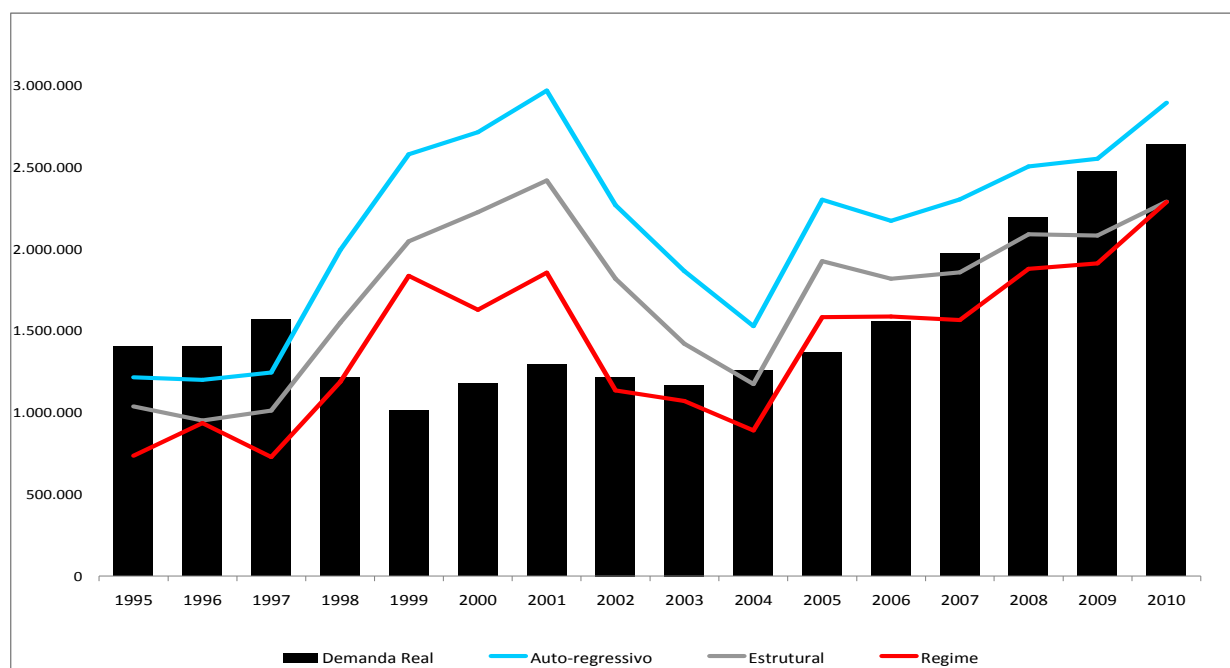
**Tabela 6 – Demanda real de automóveis versus previsões**

| Ano  | Demanda Real | Auto-Regressivo | Estrutural | Mudança de Regime* |
|------|--------------|-----------------|------------|--------------------|
| 1995 | 1.407.073    | 1.217.013       | 1.037.873  | 738.012            |
| 1996 | 1.405.545    | 1.201.015       | 952.478    | 935.912            |
| 1997 | 1.569.727    | 1.246.409       | 1.012.328  | 729.655            |
| 1998 | 1.211.885    | 1.996.951       | 1.551.182  | 1.188.887          |
| 1999 | 1.011.847    | 2.582.086       | 2.048.869  | 1.836.862          |
| 2000 | 1.176.774    | 2.717.840       | 2.227.345  | 1.629.088          |
| 2001 | 1.295.096    | 2.970.234       | 2.422.172  | 1.856.762          |
| 2002 | 1.218.546    | 2.270.430       | 1.819.047  | 1.136.301          |
| 2003 | 1.168.681    | 1.867.035       | 1.421.440  | 1.071.884          |
| 2004 | 1.258.446    | 1.529.917       | 1.175.948  | 891.590            |
| 2005 | 1.369.182    | 2.303.799       | 1.927.948  | 1.585.168          |
| 2006 | 1.556.220    | 2.173.960       | 1.820.732  | 1.588.441          |
| 2007 | 1.975.518    | 2.306.446       | 1.858.407  | 1.568.116          |
| 2008 | 2.193.277    | 2.508.024       | 2.092.639  | 1.881.689          |
| 2009 | 2.474.764    | 2.555.142       | 2.083.610  | 1.913.598          |
| 2010 | 2.644.704    | 2.896.940       | 2.291.827  | 2.290.717          |

Fonte: Elaboração própria.

\*Modelo com menor EQM.

**Gráfico 5 - Demanda real de automóveis versus previsões**



Fonte: Elaboração própria.

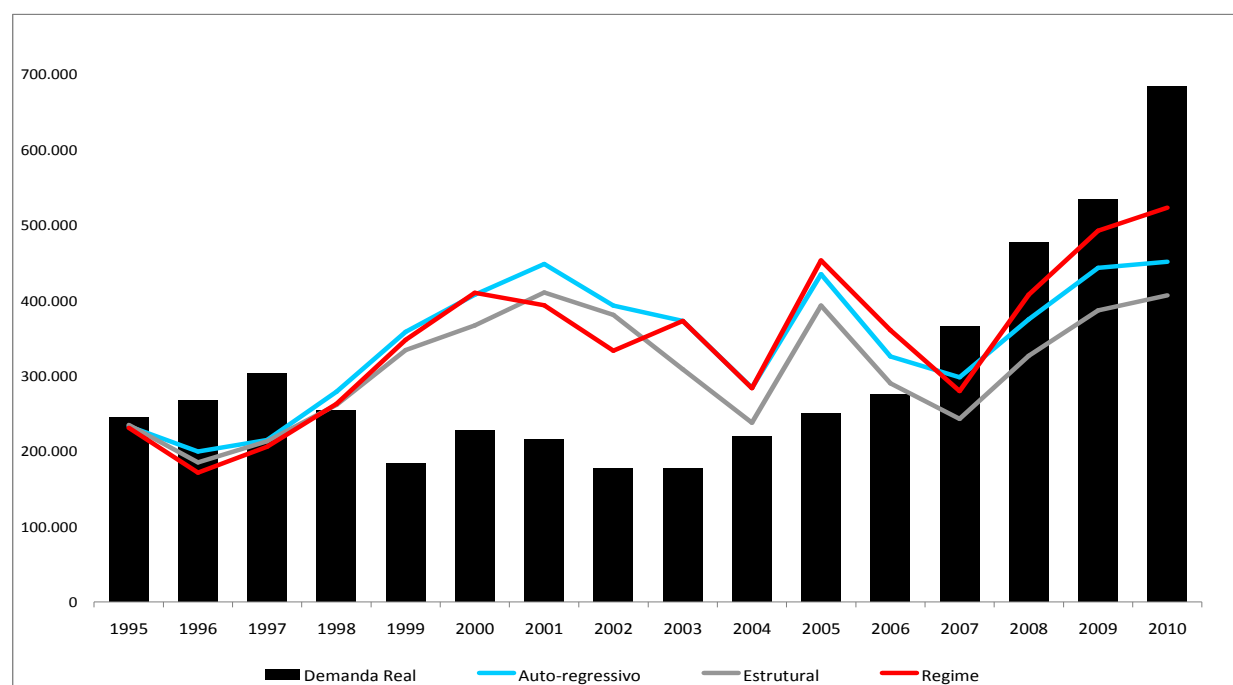
**Tabela 7 – Demanda real de comerciais leves versus previsões**

| Ano  | Demanda Real | Auto-Regressivo | Estrutural * | Mudança de Regime |
|------|--------------|-----------------|--------------|-------------------|
| 1995 | 245.205      | 233.154         | 234.801      | 231.059           |
| 1996 | 267.591      | 199.569         | 185.056      | 171.463           |
| 1997 | 303.938      | 215.062         | 213.183      | 206.147           |
| 1998 | 254.538      | 279.067         | 261.765      | 263.049           |
| 1999 | 183.762      | 358.666         | 334.215      | 347.798           |
| 2000 | 227.059      | 407.900         | 367.063      | 410.531           |
| 2001 | 216.091      | 448.304         | 410.777      | 393.480           |
| 2002 | 177.595      | 393.207         | 381.090      | 333.425           |
| 2003 | 177.649      | 373.257         | 308.772      | 372.909           |
| 2004 | 219.672      | 284.083         | 237.777      | 283.622           |
| 2005 | 249.758      | 434.861         | 393.298      | 452.926           |
| 2006 | 275.492      | 325.949         | 290.330      | 360.531           |
| 2007 | 365.514      | 298.228         | 243.209      | 280.090           |
| 2008 | 477.714      | 374.919         | 326.772      | 407.863           |
| 2009 | 533.978      | 443.371         | 386.857      | 492.943           |
| 2010 | 684.242      | 451.610         | 407.018      | 523.377           |

Fonte: Elaboração própria.

\*Modelo com menor EQM.

**Gráfico 6 - Demanda real de comerciais leves versus previsões**



Fonte: Elaboração própria.

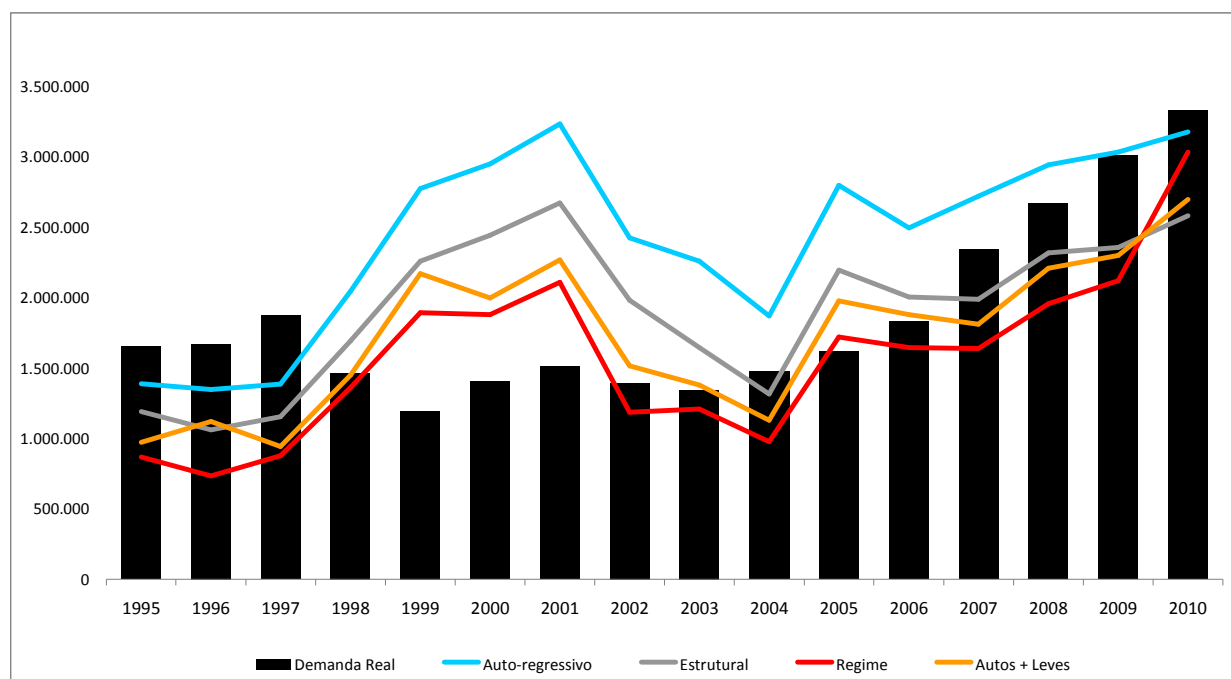
**Tabela 8 – Demanda real total versus previsões**

| Ano  | Demanda Real | Auto-Regressivo | Estrutural | Mudança de Regime | Autos Regime + *<br>Leves Estrutural |
|------|--------------|-----------------|------------|-------------------|--------------------------------------|
| 1995 | 1.652.278    | 1.389.572       | 1.190.727  | 867.704           | 972.813                              |
| 1996 | 1.673.136    | 1.347.033       | 1.061.741  | 735.910           | 1.120.968                            |
| 1997 | 1.873.665    | 1.385.986       | 1.154.107  | 877.405           | 942.838                              |
| 1998 | 1.466.423    | 2.044.488       | 1.693.223  | 1.361.433         | 1.450.652                            |
| 1999 | 1.195.609    | 2.776.136       | 2.259.568  | 1.891.788         | 2.171.077                            |
| 2000 | 1.403.833    | 2.948.299       | 2.442.110  | 1.879.423         | 1.996.151                            |
| 2001 | 1.511.187    | 3.233.760       | 2.672.594  | 2.110.335         | 2.267.539                            |
| 2002 | 1.396.141    | 2.424.948       | 1.982.133  | 1.186.808         | 1.517.391                            |
| 2003 | 1.346.330    | 2.257.909       | 1.646.549  | 1.210.811         | 1.380.656                            |
| 2004 | 1.478.118    | 1.869.734       | 1.315.479  | 977.687           | 1.129.367                            |
| 2005 | 1.618.940    | 2.797.320       | 2.195.068  | 1.721.226         | 1.978.465                            |
| 2006 | 1.831.712    | 2.495.292       | 2.003.316  | 1.645.984         | 1.878.772                            |
| 2007 | 2.341.032    | 2.720.727       | 1.987.538  | 1.637.443         | 1.811.325                            |
| 2008 | 2.670.991    | 2.942.795       | 2.318.043  | 1.956.033         | 2.208.461                            |
| 2009 | 3.008.742    | 3.034.827       | 2.355.259  | 2.120.414         | 2.300.455                            |
| 2010 | 3.328.946    | 3.176.749       | 2.582.929  | 3.034.567         | 2.697.735                            |

Fonte: Elaboração própria.

\*Modelo com menor EQM.

**Gráfico 7 - Demanda real total versus previsões**



Fonte: Elaboração própria.

#### 5.4.2 Modelo Preditivo mais Adequado

Com base na medida de acurácia EQM, conclui-se que o modelo preditivo de longo prazo mais adequado para a série de automóveis é o de Mudança de Regime, com 3 (três) regimes, defasagem logarítmica da série (DLAuto\_1), DU, DCarn e os efeitos sazonais nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março. A performance do modelo (0,1512) foi superior ao Auto-regressivo (0,2580) e ao Estrutural (0,1605), Tabela 9.

Para a série de veículos comerciais leves o melhor resultado encontra-se no Modelo Estrutural composto pelos efeitos calendário DU e DCM, além de um conjunto de outliers e quebras de nível. O EQM do modelo em questão é de 0,1501, contra um valor de 0,2414 (Auto-regressivo) e 0,2201 (Mudança de Regime).

No caso da série total, que representa a somatória da demanda de automóveis mais a demanda de veículos comerciais leves foi comparado além dos 3 (três) modelos tradicionais um quarto modelo composto pela soma dos resultados do melhor modelo para previsão de automóveis (Regime) com o melhor de comerciais leves (Estrutural).

Observa-se, vide Tabela 9, que o modelo composto pela somatória dos resultados de automóveis mais comerciais leves apresenta poder preditivo superior aos demais com um EQM de 0,1429, seguido pelo Estrutural (0,1501), Mudança de Regime (0,1852) e Auto-regressivo (0,2232).

**Tabela 9 – Erro Quadrático Médio (EQM)**

| Modelos                                | Séries     |                  |                |
|--|------------|------------------|----------------|
|  | Automóveis | Comerciais Leves | Total          |
| Auto-regressivo                        | 0,2580     | 0,2412           | 0,2232         |
| Estrutural                             | 0,1605     | 0,1501*          | 0,1501         |
| Mudança de regime                      | 0,1512*    | 0,2201           | 0,1852         |
| <b>Autos Regime + Leves Estrutural</b> |            |                  | <b>0,1429*</b> |

Fonte: Elaboração própria.

\*EQM: Quanto menor, mais adequado o modelo.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1 CONCLUSÕES

A indústria automobilística brasileiro representa 5% do PIB nacional, 23% do PIB industrial, emprega de forma direta e indireta mais de 1,5 milhão de pessoas, comercializando anualmente mais de 3,1 milhões de unidades e faturando mais US\$ 79 bilhões por ano.

Nos últimos 15 anos as montadoras investiram mais de US\$ 49 bilhões em novas instalações, aumento de capacidade e tecnologia fazendo do Brasil o 6º maior produtor de automóveis e o 5º maior mercado consumidor do mundo. Os segmentos de automóveis e veículos comerciais leves, foco deste estudo, representam 96% do volume total das unidades comercializadas anualmente.

Neste contexto a pesquisa focou na identificação do melhor modelo econométrico univariado para previsão da demanda automotiva brasileira de longo prazo, cinco anos. Foram testados os métodos Auto-regressivo, Estrutural e Mudança de Regime (Markov-switching) para a série de vendas mensais no período de 1970 a 2010 de automóveis, veículos comerciais leves e total (automóveis e comerciais leves).

Durante a modelagem incluímos no processo os efeitos calendário: quantidades de Dias Úteis, feriados móveis (Carnaval, Páscoa e Corpus Christi) e o evento da Copa do Mundo que foram testados e mantidos nos modelos desde que significativos. A quantidade de Dias Úteis foi relevante para todas as séries e modelos com um impacto positivo médio de 4,4% na demanda, já o feriado de Páscoa não se mostrou significativo para as séries. Os demais feriados tiveram significância para pelo menos uma série.

O procedimento de identificação do modelo com melhor acurácia teve como base a medida do Erro Quadrático Médio (EQM), para as séries de automóveis, comerciais leves e total, sendo que para esta última incluiu-se um quarto modelo que

contempla a soma das previsões dos modelos de menor EQM de automóveis e comerciais leves.

Como resultado nota-se que o modelo com menor EQM para a demanda de longo prazo da série de automóveis é o de Mudança de Regime com um valor de 0,1512, seguido pelo Estrutural (0,1605) e Auto-regressivo (0,2580). Na série de comerciais leves o modelo com melhor acurácia é o Estrutural (0,1501), o resultado do modelo Mudança de Regime foi 0,2201 e o Auto-regressivo 0,2412. Para a série total o melhor resultado foi alcançado com a utilização conjunta das previsões de automóveis (Mudança de Regime) com a de veículos leves (Estrutural) apresentando um EQM de 0,1429 os modelos Estrutural, Mudança de Regime e Auto-regressivo apresentaram respectivamente os valores de 0,1501, 0,1852 e 0,2232.

## 6.2 RECOMENDAÇÕES

Recomendamos a ampliação dos modelos econométricos utilizados, incluindo no processo modelos multivariados, isto permitiria a comparação da performance preditiva entre univariados e multivariados.

Recomendamos também a utilização das séries trimestrais com o objetivo de identificar um possível aumento no poder preditivo dos modelos.

Outra sugestão é a utilização de medidas de acurácia adicionais, isto possibilitaria uma base maior de comparação, principalmente nos casos onde os resultados foram muito próximos.

## 7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Anuário estatístico de 1995**. São Paulo, 1995.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Indústria automobilística brasileira 50 anos**. São Paulo, 2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Anuário da indústria automobilística brasileira 2010**. São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Estatísticas**. Disponível em <http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>  
Acesso em: 09/04/2011.

BAUMGARTEN JR., A. L. **Demanda de automóveis no Brasil**. Revista Brasileira de Economia, v. 26, n. 2, p. 203-297, 1972.

BERMUDEZ, J.D., SEGURA, J.V., VERCHER, E. **A decision support system methodology for forecasting of time series based on soft computing**. Computational Statistics & Data Analysis, v. 5, p. 177-191, 2006.

BOX, G. E. P., JENKINS, G. M. **Time series analysis forecasting and control**. San Francisco: Holden-Day, 1976.

CHAUVET, M. **The Brazilian business and growth cycles**. Revista Brasileira de Economia, v. 56, n.1, p. 75-106, 2002.

CHOW, G.C. **Statistical demand functions for automobiles and their use for forecasting**. In: HARBERGER, A. C. The demand for durable goods. Chicago: University of Chicago Press. p. 149-178, 1960.

CHOW, G.C. **Demand for automobiles in the United States. A study in consumer durables**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1957.

COATES, M.V. **Política de crédito ao consumidor e desempenho do setor industrial: uma análise da experiência brasileira, 1972 – 1981**. Rio de Janeiro, 1985. Dissertação (Mestrado em Economia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1985.

DICKEY, D.A., FULLER, W.A. **Distribution of the estimator for auto-regressive time series with a unit root**. Journal of the American Statistical Association, v. 74, p. 427 – 431, 1979.

DICKEY, D.A., FULLER, W.A. **Likelihood ratio statistics for auto-regressive time series with a unit root**. Econometrica, v. 49, p. 1057-1072, 1981.

CRAGG, J.G., UHLER, R.S. **The demand for automobiles**. The Canadian Journal of Economics, v. 3, n. 3, p. 386-406, 1970.

DENIGRI, J.A. **Elasticidade-renda e elasticidade-preço da demanda de automóveis no Brasil**. Texto para discussão. Brasília, n. 558, 1998. Disponível em [http://www.ipea.gov.br/pub/td/1998/td\\_0558.pdf](http://www.ipea.gov.br/pub/td/1998/td_0558.pdf). Acesso em: 09/04/2011.

GUJARATI, D.N. **Econometria básica**. 3. Ed. São Paulo, Makron Books, 2000.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. 2. Ed., Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2004

FRANSES, P.H., HOBJIN, B. **Critical values for unit root tests in seasonal time series**. Journal of Applied Statistics, v. 24, n.1, p. 25-47, 1997.

HAMILTON, J. D. **Time series analysis**. Princeton University Press, 1994.

HAMILTON, J. D. **A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle**. Econometrica, v. 57, n. 2, p. 357-384, 1989.

HARVEY, A. **Forecasting structural time series and the Kalman filter**. Cambridge University Press, 1989.

HYLLEBERG, S.R., ENGLE, R.F., GRANGER, C.W.J, YOO, B.S. **Seasonal integration and cointegration**. Journal of Econometrics, v. 44, p. 215-238, 1990.



KOTLER, P. **Marketing management: Analysis, Planning, Implementation and Control.** New Jersey, Prentice-Hall, 1991.

KRAJEWSKI, J., RITZMAN, B., MALHOTRA, M. **Operations management: Processes and value chains.** 8. Ed. New Jersey, Pearson Prentice Hall, 2007.

KWIATKOWSKI, D., PHILLIPS, P.C.B., SCHMIDT, P., SHIN, Y. **Testing the null hypothesis of stationary against the alternative of a unit root.** Journal of Econometrics, v. 54, p. 159-178, 1992.

LAPA, T.M. **Modelagem dinâmica para a previsão da demanda de automóveis no Brasil.** Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.

MAKRIDAKIS, S., WHEELWRIGHT, S.C. **Forecasting methods for management.** 4. Ed. USA, John Wiley & Sons, 1985

MILONE, P. C. **Estudo de bens duráveis de consumo: estudo da demanda de automóveis.** São Paulo, 1973. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

MORAL, M.J., JAUMANDREU, J. **Automobile demand, model cycle and age effects.** Spanish Economic Review, v. 9, n. 3, p. 193-218, 2007.

MORETTIN, P. A., TOLOI, C.M.C. **Análise de séries temporais.** 2. Ed., São Paulo, Blucher, 2008.

NERLOV, M. **A note on long-run automobile demand.** The Journal of Marketing, v. 22, n. 1, p. 57-64, 1957.

OSBORN, D.R., CHUI, A.P.L., SMITH, J.P., BIRCHENHALL, C.R. **Seasonality and the order of integration for consumption.** Oxford Bulletin of Economics and Statistics, v. 50, p. 361-377, 1988.

PELLEGRINI, F.R., FOGLIATTO, F.S. **Estudo comparativo entre os modelos de Winters e Box-Jenkins para previsão de demanda sazonal.** Revista Produto e Produção, v. 4, n. 2, p. 72-85, 2000.

PHILLIPS, P.C.B., PERRON, P. **Testing for a Unit Root in Time Series Regression.** Biometrika, v. 75, p. 335-346, 1988.

ROLDAN, F., MIYAKE, D. **Mudanças de forecast na indústria automobilística: Iniciativas para a estruturação dos processos de tomada de decisão e processamento de informação.** Revista Gestão & Produção, v. 11, n. 3, p. 413-427, 2004.

ROOS, C.F., SZELISKY. **Factor governing changes in domestic automobile demand, in: The dynamics of automobile demand.** A collection of papers presented at a joint meeting of the American Statistical Associate and the Econometric Society in Detroit, 1939.

SAID, E.A., DICKEY D. A. **Testing for unit roots in autoregressive moving average models of unknown order.** Biometrika, v. 71, n. 3, p. 599-607, 1994.

SUITS. B. D. **Exploring alternative formulation of automobile demand.** The Review of Economics and Statistics, v. 43, n. 1, p. 66-69, 1961.

SUITS. B. D. **The demand for new automobiles in the United States 1929-1956.** The Review of Economics and Statistics, v. 40, n. 3, p. 273-280, 1958.

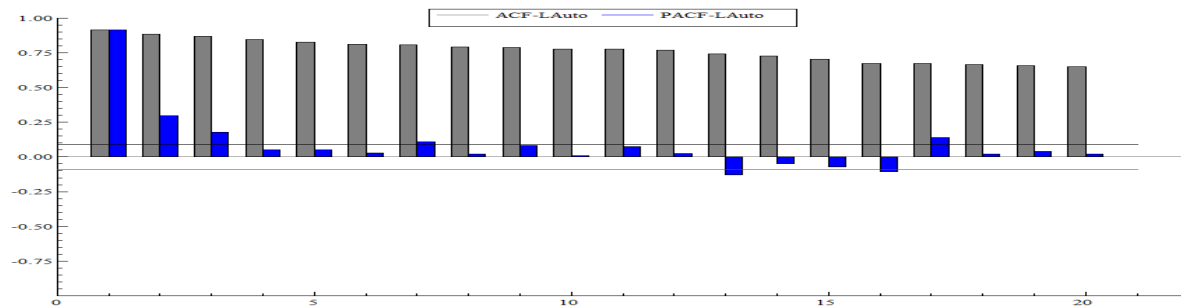
VIANNA, R.L.L. **O comportamento da demanda de automóveis: um estudo econométrico.** Rio de Janeiro, 1988. Dissertação de mestrado – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica.

WERNER, L., RIBEIRO, J.L.D. **Modelo composto para prever demanda através da integração de previsões.** Revista Produção, v. 16, n. 3, p. 493-509, 2006.

WETZEL, J., HOFFER, G. **Demand for automobiles: A disaggregated market approach.** The Journal of Consumer Research, v. 9, n. 2, p. 195-199, 1982.

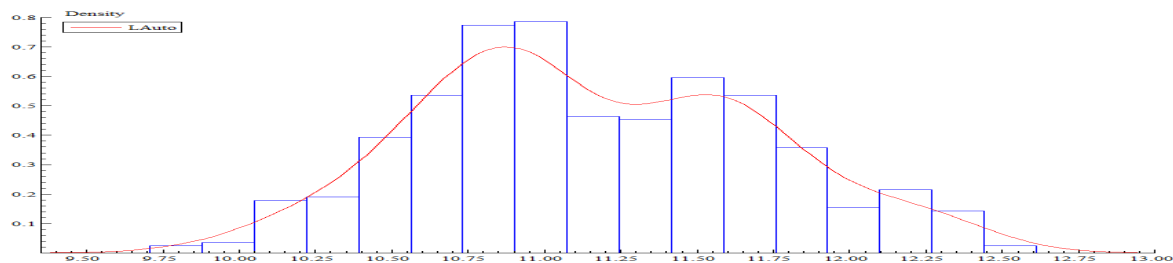
## 8. APÊNDICES

### Apêndice1 – Função ACF e PACF Automóveis em log



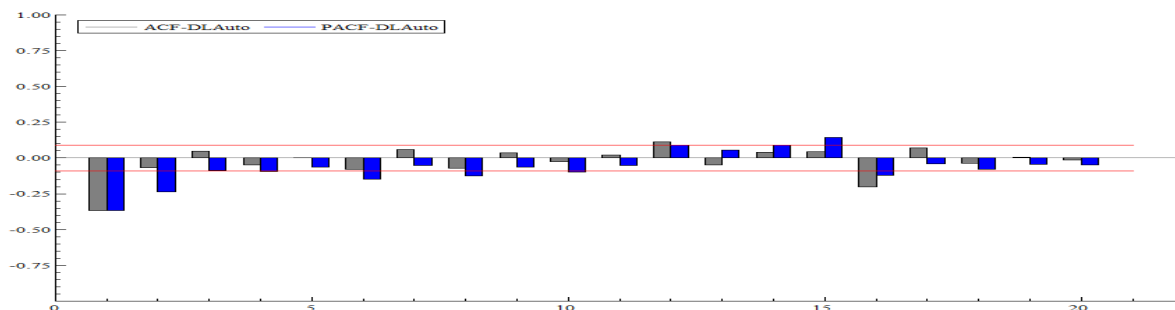
Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de automóveis em base logarítmica.

### Apêndice 2 – Densidade e histograma Automóveis em log



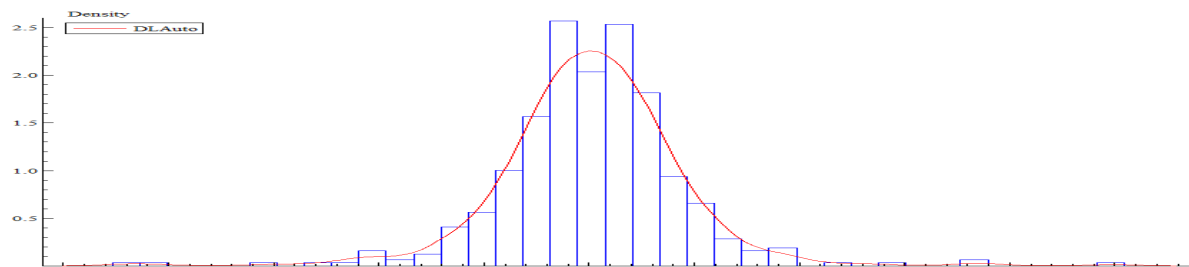
Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de automóveis em base logarítmica.

### Apêndice 3 – Função ACF e PAF Automóveis em 1ª diferença do log



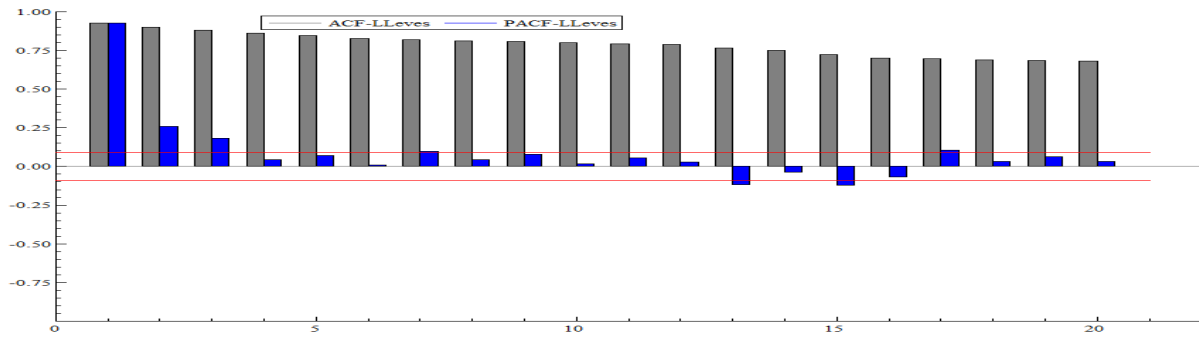
Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de automóveis em 1ª diferença logarítmica.

### Apêndice 4 – Densidade e histograma Automóveis em 1ª diferença do log



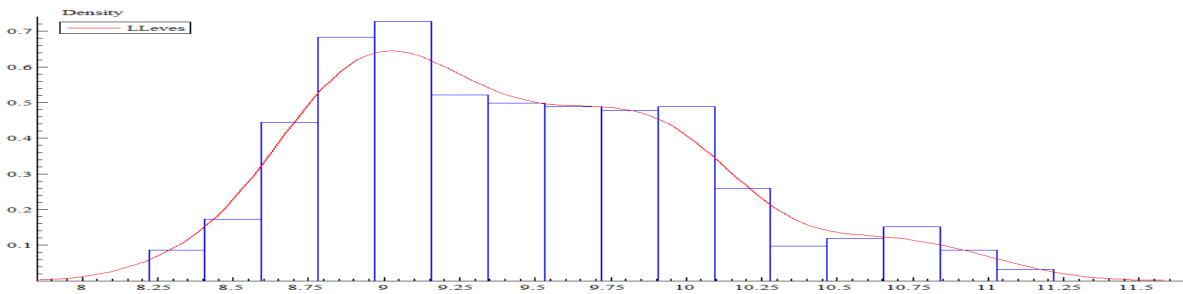
Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de automóveis em 1ª diferença logarítmica.

## Apêndice 5 – Função ACF e PACF Comerciais leves em log



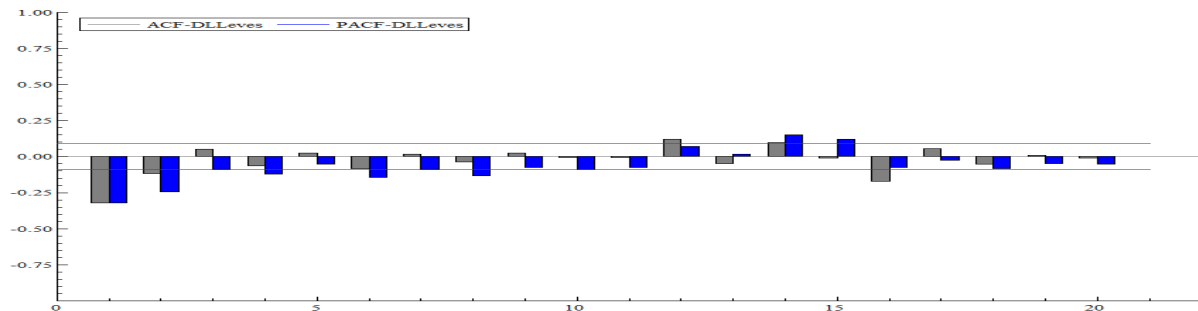
Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de comerciais leves em base logarítmica.

## Apêndice 6 – Densidade e histograma Comerciais leves em log



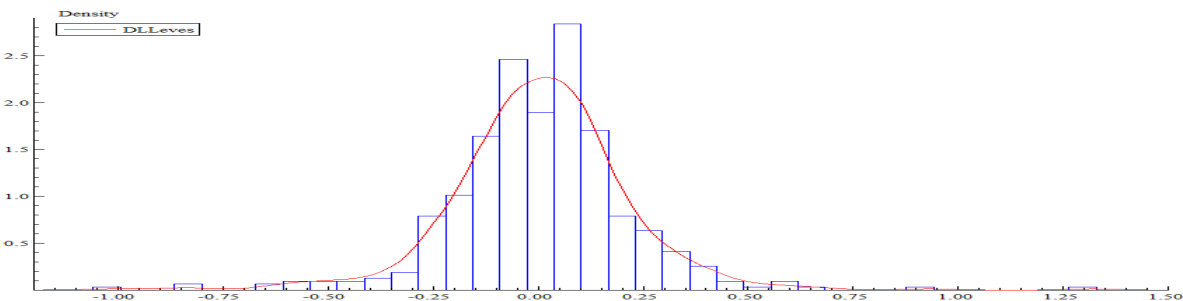
Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de comerciais leves em base logarítmica.

## Apêndice 7 – Função ACF e PAF Comerciais leves em 1ª diferença do log



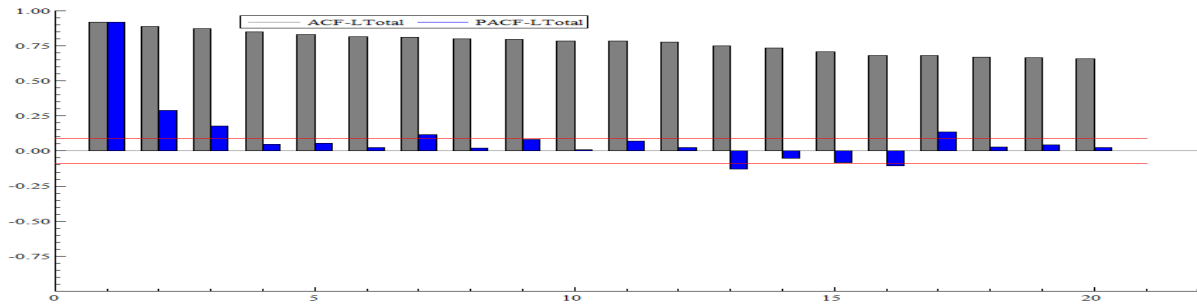
Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de comerciais leves em 1ª diferença logarítmica.

## Apêndice 8 – Densidade e histograma Comerciais leves em 1ª diferença do log



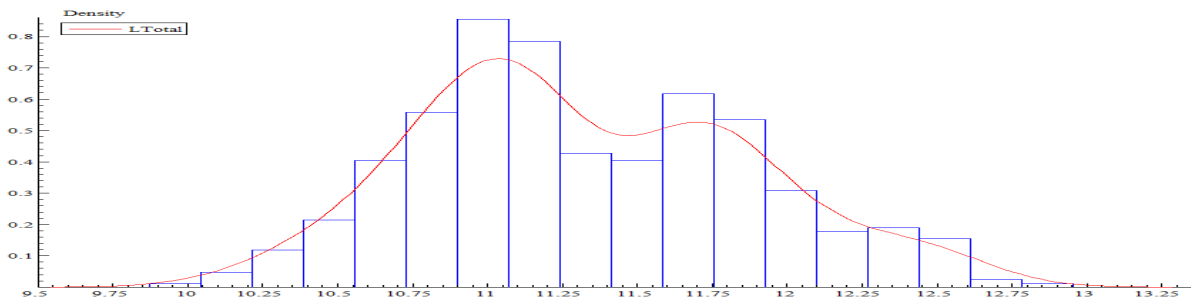
Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de comerciais leves em 1ª diferença logarítmica.

## Apêndice 9 – Função ACF e PACF Total (Automóveis e Comerciais leves) em log



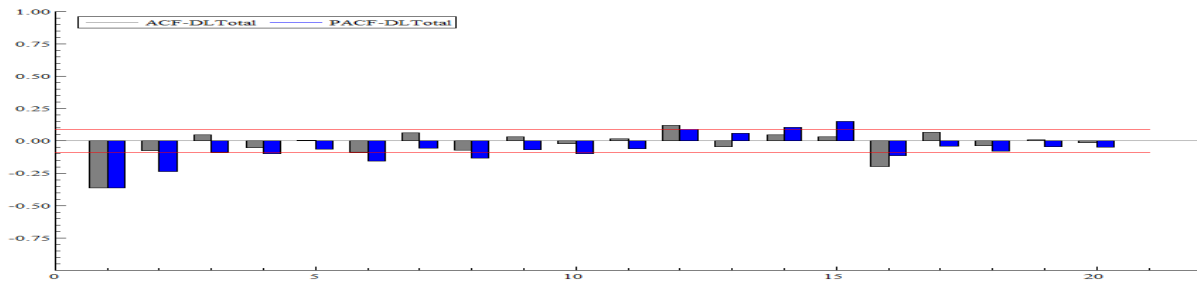
Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda total em base logarítmica.

## Apêndice 10 – Densidade e histograma Total em log



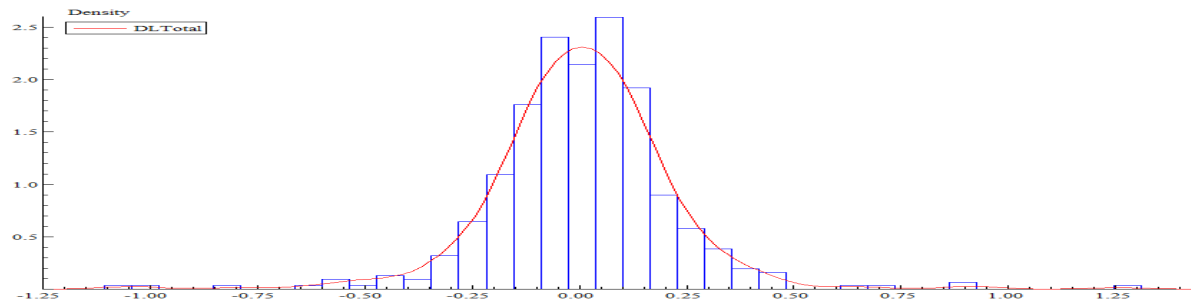
Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda total em base logarítmica.

## Apêndice 11 – Função ACF e PAF Total em 1ª diferença do log



Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda total em 1ª diferença logarítmica.

## Apêndice 12 – Densidade e histograma Total em 1ª diferença do log



Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda total em 1ª diferença logarítmica.

## Apêndice 13 - Modelo Auto-regressivo Automóvel

| <b>Modelando DLAuto por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)</b> |                     |                    |                |                   |
|--|---------------------|--------------------|----------------|-------------------|
| <b>Amostra estimada: 1970-06 a 2010-12</b>                     |                     |                    |                |                   |
|  | <b>Coefficiente</b> | <b>Erro Padrão</b> | <b>Teste t</b> | <b>Prob. t</b>    |
| DLAuto_1   | -0,413376           | 0,033150           | -12,50         | 0,0000            |
| DLAuto_2   | -0,286425           | 0,036070           | -7,94          | 0,0000            |
| DLAuto_3   | -0,153845           | 0,035230           | -4,37          | 0,0000            |
| DLAuto_4   | -0,126632           | 0,031350           | -4,04          | 0,0001            |
| Constante  | 0,017368            | 0,007704           | 2,25           | 0,0246            |
| DU   | 0,038826            | 0,005640           | 6,88           | 0,0000            |
| DCarn  | -0,130141           | 0,040110           | -3,24          | 0,0013            |
| Sazonal  | -0,190800           | 0,021790           | -8,76          | 0,0000            |
| Sazonal_1  | 0,142132            | 0,040080           | 3,55           | 0,0004            |
| Sazonal_2  | 0,085200            | 0,024780           | 3,44           | 0,0006            |
| D:1972-09  | -0,456345           | 0,129600           | -3,52          | 0,0005            |
| D:1979-03  | -0,423271           | 0,131400           | -3,22          | 0,0014            |
| D:1980-04  | -1,045290           | 0,129700           | -8,06          | 0,0000            |
| D:1981-02  | -0,673401           | 0,135100           | -4,98          | 0,0000            |
| D:1985-04  | -1,088340           | 0,129700           | -8,39          | 0,0000            |
| D:1986-11  | -0,645585           | 0,130000           | -4,97          | 0,0000            |
| D:1990-03  | -0,763318           | 0,132000           | -5,78          | 0,0000            |
| D:1990-08  | 0,605264            | 0,131400           | 4,61           | 0,0000            |
| D:1991-04  | -0,582099           | 0,130100           | -4,48          | 0,0000            |
| D:1992-04 - D:1992-03  | 0,605601            | 0,093970           | 6,44           | 0,0000            |
| D:1997-12  | -0,478214           | 0,130100           | -3,68          | 0,0003            |
| D:1999-03 - D:1999-02  | 0,736112            | 0,093970           | 7,83           | 0,0000            |
| <b>Sigma</b>   |                     |                    |                | 0,129261          |
| <b>RSS</b>   |                     |                    |                | 7,769352          |
| <b>R Quadrado (R^2)</b>  |                     |                    |                | 0,646295          |
| <b>F(21,465)</b>   |                     |                    |                | 40,46 [0,000]**   |
| <b>R Quadrado ajustado</b>                                     |                     |                    |                | 0,630321          |
| <b>Probabilidade Log.</b>                                      |                     |                    |                | 316,599000        |
| <b>Número do Observações</b>                                   |                     |                    |                | 487,000000        |
| <b>Número de Parâmetros</b>                                    |                     |                    |                | 22,000000         |
| <b>Média (DLAuto)</b>  |                     |                    |                | 0,005127          |
| <b>Desvio Padrão (DLAuto)</b>                                  |                     |                    |                | 0,212595          |
| <b>Teste AR 1-7: F(7,458)</b>                                  |                     |                    |                | 1,6355 [0,1233]   |
| <b>Teste ARCH 1-7: F(7,473)</b>                                |                     |                    |                | 3,7602 [0,0006]** |
| <b>Teste de Normalidade: Chi Quadrado (2)</b>                  |                     |                    |                | 14,391 [0,0008]** |
| <b>Teste Hetero: F(18,458)</b>                                 |                     |                    |                | 4,4161 [0,0000]** |
| <b>Teste RESET 23: F(2,463)</b>                                |                     |                    |                | 1,9429 [0,1445]   |

Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de automóveis em 1ª diferença logarítmica.

## Apêndice 14 - Modelo Auto-regressivo Comerciais Leves

| <b>Modelando DLLeves por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)</b> |                     |                    |                |                |
|---|---------------------|--------------------|----------------|----------------|
| <b>Amostra estimada: 1970-06 a 2010-12</b>                      |                     |                    |                |                |
|   | <b>Coefficiente</b> | <b>Erro Padrão</b> | <b>Teste t</b> | <b>Prob. t</b> |
| DLLeves_1   | -0,329010           | 0,032960           | -9,980000      | 0,0000         |
| DLLeves_2   | -0,296344           | 0,034550           | -8,580000      | 0,0000         |
| DLLeves_3   | -0,149005           | 0,035210           | -4,230000      | 0,0000         |
| DLLeves_4   | -0,131052           | 0,031430           | -4,170000      | 0,0000         |
| DU  | 0,048792            | 0,005563           | 8,770000       | 0,0000         |
| DCM   | -0,106156           | 0,048740           | -2,180000      | 0,0299         |
| DCarn   | -0,088725           | 0,036630           | -2,420000      | 0,0158         |
| Sazonal   | -0,200267           | 0,020420           | -9,810000      | 0,0000         |
| Sazonal_1   | 0,164930            | 0,034010           | 4,850000       | 0,0000         |
| Sazonal_2   | 0,104723            | 0,022020           | 4,760000       | 0,0000         |
| Sazonal_4   | 0,073837            | 0,021260           | 3,470000       | 0,0006         |
| Sazonal_5   | 0,069851            | 0,023070           | 3,030000       | 0,0026         |
| D:1980-04   | -0,808101           | 0,126500           | -6,390000      | 0,0000         |
| D:1981-02   | -0,510297           | 0,131500           | -3,880000      | 0,0001         |
| D:1985-04   | -0,794128           | 0,126200           | -6,290000      | 0,0000         |
| D:1985-07   | 0,523305            | 0,129700           | 4,030000       | 0,0001         |
| D:1986-11   | -0,426062           | 0,127100           | -3,350000      | 0,0009         |
| D:1987-04   | 0,478514            | 0,127200           | 3,760000       | 0,0002         |
| D:1990-03   | -0,843167           | 0,128500           | -6,560000      | 0,0000         |
| D:1990-08   | 0,531717            | 0,127600           | 4,170000       | 0,0000         |
| D:1991-04   | -0,591983           | 0,126700           | -4,670000      | 0,0000         |
| D:1992-04 - D:1992-03   | 0,667561            | 0,091830           | 7,270000       | 0,0000         |
| D:1997-12   | -0,456221           | 0,126900           | -3,600000      | 0,0004         |
| D:1999-03 - D:1999-02   | 0,876008            | 0,092440           | 9,480000       | 0,0000         |

|  |                   |
|--|-------------------|
| Sigma                                  | 0,125918          |
| RSS                                    | 7,341057          |
| Probabilidade Log.                     | 330,406000        |
| Número do Observações                  | 487               |
| Número de Parâmetros                   | 24                |
| Média (DLLeves)                        | 0,005383          |
| Desvio Padrão (DLLeves)                | 0,210999          |
| Teste AR 1-7: F(7,456)                 | 0,74976 [0,6299]  |
| Teste ARCH 1-7: F(7,473)               | 5,2529 [0,0000]** |
| Teste de Normalidade: Chi Quadrado (2) | 10,419 [0,0055]** |
| Teste Hetero: F(22,454)                | 2,1557 [0,0019]** |
| Teste RESET 23: F(2,461)               | 1,1814 [0,3078]   |

Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de comerciais leves em 1ª diferença logarítmica.

## Apêndice 15 - Modelo Auto-regressivo Total

| Modelando DLTotal por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) |              |             |                   |         |
|--|--------------|-------------|-------------------|---------|
| Amostra estimada: 1970-06 a 2010-12                      |              |             |                   |         |
|  | Coefficiente | Erro Padrão | Teste t           | Prob. t |
| DLTotal_1  | -0,402353    | 0,03213     | -12,5             | 0,0000  |
| DLTotal_2  | -0,290489    | 0,03443     | -8,44             | 0,0000  |
| DLTotal_3  | -0,137647    | 0,03535     | -3,89             | 0,0001  |
| DLTotal_4  | -0,110439    | 0,03094     | -3,57             | 0,0004  |
| DU   | 0,038972     | 0,00543     | 7,17              | 0,0000  |
| DCM  | -0,132636    | 0,04831     | -2,75             | 0,0063  |
| DCarn  | -0,128293    | 0,03577     | -3,59             | 0,0004  |
| DCC  | -0,065872    | 0,03045     | -2,16             | 0,0310  |
| Sazonal  | -0,185285    | 0,01984     | -9,34             | 0,0000  |
| Sazonal_1  | 0,152097     | 0,03368     | 4,52              | 0,0000  |
| Sazonal_2  | 0,098003     | 0,02161     | 4,54              | 0,0000  |
| Sazonal_4  | 0,068329     | 0,02096     | 3,26              | 0,0012  |
| Sazonal_5  | 0,093447     | 0,03138     | 2,98              | 0,0031  |
| D:1979-03  | -0,411800    | 0,12380     | -3,33             | 0,0010  |
| D:1980-04  | -1,011970    | 0,12210     | -8,28             | 0,0000  |
| D:1981-02  | -0,650824    | 0,12700     | -5,12             | 0,0000  |
| D:1985-04  | -1,035230    | 0,12220     | -8,47             | 0,0000  |
| D:1985-07  | 0,387576     | 0,12720     | 3,05              | 0,0024  |
| D:1986-11  | -0,602269    | 0,12250     | -4,92             | 0,0000  |
| D:1990-03  | -0,783733    | 0,12450     | -6,30             | 0,0000  |
| D:1990-08  | 0,589714     | 0,12390     | 4,76              | 0,0000  |
| D:1991-04  | -0,571023    | 0,12250     | -4,66             | 0,0000  |
| D:1992-04 – D:1992-03                                    | -0,618956    | 0,08870     | 6,98              | 0,0000  |
| D:1997-12  | -0,471457    | 0,12250     | -3,85             | 0,0001  |
| D:1999-03 - D:1999-02                                    | 0,752638     | 0,08876     | 8,48              | 0,0000  |
| Sigma  |              |             | 0,121862          |         |
| RSS  |              |             | 6,86088028        |         |
| Probabilidade Log.                                       |              |             | 346,878           |         |
| Número do Observações                                    |              |             | 487               |         |
| Número de Parâmetros                                     |              |             | 25                |         |
| Média (DLTotal)  |              |             | 0,00517662        |         |
| Desvio Padrão (DLTotal)                                  |              |             | 0,207728          |         |
| Teste AR 1-7: F(7,455)                                   |              |             | 1,2362 [0,2812]   |         |
| Teste ARCH 1-7: F(7,473)                                 |              |             | 2,2020 [0,0330]*  |         |
| Teste de Normalidade: Chi Quadrado (2)                   |              |             | 12,003 [0,0025]** |         |
| Teste Hetero: F(23,453)                                  |              |             | 2,9322 [0,0000]** |         |
| Teste RESET 23: F(2,460)                                 |              |             | 1,2673 [0,2826]   |         |

Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda total em 1ª diferença logarítmica.



## Apêndice 16 - Modelo Estrutural Automóvel

### Estimação feita por Máxima Verossimelhança

Amostra estimada: 1970-01 a 2010-12 (T = 492, N=1)

Variável dependente: Y: LAuto

O modelo é: Y = Tendência + Sazonal + Irregular + Variáveis explanatórias + Intervenções

Estado estável: encontrado sem convergência total

Probabilidade Log é 932.125 (-2 LogL = -1864,25)

Variância do Erro de Previsão é 0,0141507

### Variâncias das distribuições

|            | Valor    | (relação-q ou q-ratio) |
|------------|----------|------------------------|
| Nível      | 0,004396 | (0,6411)               |
| Inclinação | 0,000000 | 0,0000                 |
| Sazonal    | 0,000000 | 0,0000                 |
| Irregular  | 0,006856 | (1,0000)               |

### Análise vetor de estado no período de 2010-12-01

|                            | Valor      | Probabilidade |
|----------------------------|------------|---------------|
| Nível                      | 13,630720  | 0,0000        |
| Inclinação                 | 0,007230   | 0,0175        |
| Teste Chi quadrado Sazonal | 116,567090 | 0,0000        |

### Efeitos sazonais

| Período | Valor     | Probabilidade |
|---------|-----------|---------------|
| 1       | -0,145140 | 0,000         |
| 2       | 0,042910  | 0,105         |
| 3       | 0,031020  | 0,071         |
| 4       | 0,030970  | 0,084         |
| 5       | -0,002850 | 0,861         |
| 6       | 0,004560  | 0,781         |
| 7       | -0,053700 | 0,002         |
| 8       | -0,014210 | 0,417         |
| 9       | 0,015980  | 0,336         |
| 10      | 0,034670  | 0,035         |
| 11      | 0,038290  | 0,026         |
| 12      | 0,017500  | 0,295         |

### Efeitos da regressão no estado final em 2010-12

|                       | Coefficiente | RMSE    | Teste t  | Probabilidade |
|-----------------------|--------------|---------|----------|---------------|
| Outlier 1972(9)       | -0,34593     | 0,10583 | -3,26879 | 0,00116       |
| Outlier 1979(3)       | -0,43233     | 0,10599 | -4,07891 | 0,000050      |
| Outlier 1980(4)       | -1,00297     | 0,10586 | -9,47473 | 0,000000      |
| Outlier 1985(4)       | -0,92085     | 0,10607 | -8,68147 | 0,000000      |
| Outlier 1991(4)       | -0,63543     | 0,10670 | -5,95509 | 0,000000      |
| Outlier 1992(3)       | -0,63239     | 0,11010 | -5,74367 | 0,000000      |
| Outlier 1997(12)      | -0,40379     | 0,10578 | -3,81721 | 0,000150      |
| Outlier 1998(8)       | 0,38276      | 0,10600 | 3,61100  | 0,000340      |
| Outlier 1999(2)       | -0,84836     | 0,10608 | -7,99768 | 0,000000      |
| Quebra Nível 1981(2)  | -0,63345     | 0,11033 | -5,74158 | 0,000000      |
| Quebra Nível 1986(11) | -0,48307     | 0,11022 | -4,38261 | 0,000010      |
| Quebra Nível 1990(3)  | -0,69811     | 0,11031 | -6,32871 | 0,000000      |
| Quebra Nível 1990(8)  | 0,60709      | 0,11014 | 5,51197  | 0,000000      |
| DU                    | 0,04449      | 0,00506 | 8,79473  | 0,000000      |
| DCarn                 | -0,06644     | 0,02884 | -2,30393 | 0,021670      |

Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de automóveis em base logarítmica.

## Apêndice 17 - Modelo Estrutural Comercial Leve

### Estimação feita por Máxima Verossimelhança

Amostra estimada: 1970-01 a 2010-12 (T = 492, N=1)

Variável dependente: Y: LLeves

O modelo é: Y = Tendência + Sazonal + Irregular + Variáveis explanatórias + Intervenções

Estado estável: encontrado sem convergência total

Probabilidade Log é 932.542 (-2 LogL = -1861,08)

Variância do Erro de Previsão é 0,0144436

#### Variâncias das distribuições

|            | Valor     | (relação-q ou q-ratio) |
|------------|-----------|------------------------|
| Nível      | 0,0039952 | (0,5370)               |
| Inclinação | 0,0000000 | 0,0000                 |
| Sazonal    | 0,0000000 | 0,0000                 |
| Irregular  | 0,0074404 | (1,0000)               |

#### Análise vetor de estado no período de 2010-12-01

|                            | Valor      | Probabilidade |
|----------------------------|------------|---------------|
| Nível                      | 12,640000  | 0,0000        |
| Inclinação                 | 0,008250   | 0,0049        |
| Teste Chi quadrado Sazonal | 160,405190 | 0,0000        |

#### Efeitos sazonais

| Período | Valor    | Probabilidade |
|---------|----------|---------------|
| 1       | -0,18902 | 0,00000       |
| 2       | -0,02091 | 0,28183       |
| 3       | 0,01652  | 0,33054       |
| 4       | 0,02147  | 0,22211       |
| 5       | 0,02057  | 0,21195       |
| 6       | 0,07023  | 0,00013       |
| 7       | -0,02839 | 0,10491       |
| 8       | 0,01633  | 0,35025       |
| 9       | 0,04058  | 0,01364       |
| 10      | 0,05177  | 0,00177       |
| 11      | 0,01529  | 0,36868       |
| 12      | -0,01444 | 0,38927       |

#### Efeitos da regressão no estado final em 2010-12

|                      | Coefficiente | RMSE    | Teste t  | Probabilidade |
|----------------------|--------------|---------|----------|---------------|
| Outlier 1980(4)      | -0,77888     | 0,10790 | -7,21871 | 0,000000      |
| Outlier 1991(4)      | -0,56151     | 0,10867 | -5,16726 | 0,000000      |
| Outlier 1992(3)      | -0,70733     | 0,10879 | -6,50178 | 0,000000      |
| Outlier 1997(12)     | -0,46256     | 0,10785 | -4,28898 | 0,000020      |
| Outlier 1999(2)      | -1,02502     | 0,10802 | -9,48953 | 0,000000      |
| Quebra Nível 1977(2) | -0,46056     | 0,10917 | -4,21862 | 0,000030      |
| Quebra Nível 1981(2) | -0,44683     | 0,10917 | -4,09292 | 0,000050      |
| Quebra Nível 1985(4) | -0,73951     | 0,11005 | -6,71982 | 0,000000      |
| Quebra Nível 1985(7) | 0,70139      | 0,11003 | 6,37447  | 0,000000      |
| Quebra Nível 1990(3) | -0,77835     | 0,10924 | -7,12522 | 0,000000      |
| Quebra Nível 1990(8) | 0,51604      | 0,10942 | 4,71601  | 0,000000      |
| Quebra Nível 1998(9) | -0,36155     | 0,10935 | -3,30626 | 0,001020      |
| DU                   | 0,04698      | 0,00500 | 9,38767  | 0,000000      |
| DCM                  | -0,09660     | 0,04297 | -2,24819 | 0,025030      |

Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de comerciais leves em base logarítmica.

## Apêndice 18 - Modelo Estrutural Total

### Estimação feita por Máxima Verossimelhança

Amostra estimada: 1970-01 a 2010-12 (T = 492, N=1)

Variável dependente: Y: LTotal

O modelo é: Y = Tendência + Sazonal + Irregular + Variáveis explanatórias + Intervenções

Estado estável: encontrado sem convergência total

Probabilidade Log é 949.491 (-2 LogL = -1898,98)

Variância do Erro de Previsão é 0,0132921

### Variâncias das distribuições

|            | Valor    | (relação-q ou q-ratio) |
|------------|----------|------------------------|
| Nível      | 0,004463 | (0,7296)               |
| Inclinação | 0,000000 | 0,0000                 |
| Sazonal    | 0,000000 | 0,0000                 |
| Irregular  | 0,006117 | (1,0000)               |

### Análise vetor de estado no período de 2010-12-01

|                            | Valor      | Probabilidade |
|----------------------------|------------|---------------|
| Nível                      | 13,512360  | 0,0000        |
| Inclinação                 | 0,006580   | 0,0321        |
| Teste Chi quadrado Sazonal | 129,779020 | 0,0000        |

### Efeitos sazonais

| Período | Valor     | Probabilidade |
|---------|-----------|---------------|
| 1       | -0,149490 | 0,000         |
| 2       | 0,042280  | 0,098         |
| 3       | 0,033780  | 0,043         |
| 4       | 0,029630  | 0,088         |
| 5       | 0,001550  | 0,922         |
| 6       | 0,005130  | 0,748         |
| 7       | -0,053060 | 0,002         |
| 8       | -0,004040 | 0,809         |
| 9       | 0,009800  | 0,539         |
| 10      | 0,035520  | 0,026         |
| 11      | 0,035520  | 0,034         |
| 12      | 0,013380  | 0,409         |

### Efeitos da regressão no estado final em 2010-12

|                       | Coefficiente | RMSE    | Teste t  | Probabilidade |
|-----------------------|--------------|---------|----------|---------------|
| Outlier 1979(3)       | -0,42628     | 0,10184 | -4,18578 | 0,00003       |
| Outlier 1980(4)       | -0,97416     | 0,10171 | -9,57809 | 0,00000       |
| Outlier 1985(4)       | -0,78961     | 0,10467 | -7,54355 | 0,00000       |
| Outlier 1991(4)       | -0,61773     | 0,10253 | -6,02511 | 0,00000       |
| Outlier 1992(3)       | -0,6338      | 0,10582 | -5,98940 | 0,00000       |
| Outlier 1997(12)      | -0,40954     | 0,10163 | -4,02964 | 0,00007       |
| Outlier 1999(2)       | -0,87816     | 0,10191 | -8,61661 | 0,00000       |
| Quebra Nível 1981(2)  | -0,61208     | 0,10816 | -5,65900 | 0,00000       |
| Quebra Nível 1985(6)  | 0,33965      | 0,11106 | 3,05818  | 0,00236       |
| Quebra Nível 1986(11) | -0,45432     | 0,10804 | -4,20513 | 0,00003       |
| Quebra Nível 1990(3)  | -0,72233     | 0,10812 | -6,68109 | 0,00000       |
| Quebra Nível 1990(8)  | 0,59087      | 0,10794 | 5,47409  | 0,00000       |
| DU                    | 0,04467      | 0,00484 | 9,23490  | 0,00000       |
| DCarn                 | -0,06652     | 0,02761 | -2,40921 | 0,01637       |

Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda total em base logarítmica.

## Apêndice 19 - Modelo Mudança de Regime Automóvel

| Modelando DLAuto por MS (3)         |             |             |         |         |
|-------------------------------------|-------------|-------------|---------|---------|
| Amostra estimada: 1970-03 a 2010-12 |             |             |         |         |
|                                     | Coeficiente | Erro Padrão | Teste t | Prob. t |
| DLAuto_1                            | -0,3014350  | 0,039570    | -7,620  | 0,0000  |
| DU                                  | 0,0466435   | 0,005830    | 8,000   | 0,0000  |
| DCarn                               | -0,1027060  | 0,034780    | -2,950  | 0,0030  |
| Constante(0)                        | -0,0167087  | 0,058560    | -0,285  | 0,7760  |
| Constante(1)                        | 0,0173397   | 0,006434    | 2,700   | 0,0070  |
| Constante(2)                        | 0,0023863   | 0,017910    | 0,133   | 0,8940  |
| CSazonal(0)                         | -0,1447400  | 0,222400    | -0,651  | 0,5150  |
| CSazonal(1)                         | -0,2417300  | 0,038290    | -6,310  | 0,0000  |
| CSazonal(2)                         | -0,0757229  | 0,052250    | -1,450  | 0,1480  |
| CSazonal_1(0)                       | -0,1893370  | 0,213800    | -0,885  | 0,3760  |
| CSazonal_1(1)                       | 0,1453670   | 0,037950    | 3,830   | 0,0000  |
| CSazonal_1(2)                       | 0,2222780   | 0,062230    | 3,570   | 0,0000  |
| CSazonal_2(0)                       | -0,1004740  | 0,168400    | -0,597  | 0,5510  |
| CSazonal_2(1)                       | 0,1574920   | 0,023640    | 6,660   | 0,0000  |
| CSazonal_2(2)                       | 0,1600370   | 0,059870    | 2,670   | 0,0080  |
| sigma(0)                            | 0,3905760   | 0,053510    | 7,300   | 0,0000  |
| sigma(1)                            | 0,0824094   | 0,008206    | 10,000  | 0,0000  |
| sigma(2)                            | 0,1464400   | 0,023350    | 6,270   | 0,0000  |
| p_{0 0}                             | 0,7005360   | 0,121400    | 5,770   | 0,0000  |
| p_{1 0}                             | 0,0109312   | 0,093810    | 0,117   | 0,9070  |
| p_{1 1}                             | 0,9197900   | 0,034850    | 26,400  | 0,0000  |
| p_{0 2}                             | 0,0894803   | 0,041370    | 2,160   | 0,0310  |
| p_{1 2}                             | 0,0973290   | 0,057070    | 1,710   | 0,0890  |

|   |                   |
|---|-------------------|
| Probabilidade Log.                          | 259,476353        |
| Número do Observações                       | 490               |
| Número de Parâmetros                        | 23                |
| AIC. T                                      | -472,952706       |
| AIC   | -0,965209603      |
| Média (DLAuto)                              | 0,00533079        |
| Variância (DLAuto)                          | 0,0449565         |
| Teste Linearidade LR-Test Chi Quadrado (15) | 225,02 [0,0000]** |
| Limite Superior Aproximado                  | [0,0000]**        |

### Porbabilidades de transição $p_{i|j} = P(\text{Regime } i \text{ em } t+1 | \text{Regime } j \text{ em } t)$

|              | Regime 0,t | Regime 1,t | Regime 2,t |
|--------------|------------|------------|------------|
| Regime 0,t+1 | 0,70054    | 0          | 0,08948    |
| Regime 1,t+1 | 0,010931   | 0,91979    | 0,097329   |
| Regime 2,t+1 | 0,28853    | 0,08021    | 0,81319    |

### Porbabilidade de ajustes de transição (-1: parametro livre, -2: 1-soma( $p_{i|j}$ ))

|              | Regime 0,t | Regime 1,t | Regime 2,t |
|--------------|------------|------------|------------|
| Regime 0,t+1 | -1,00000   | 0,00000    | -1,00000   |
| Regime 1,t+1 | -1,00000   | -1,00000   | -1,00000   |
| Regime 2,t+1 | -2,00000   | -2,00000   | -2,00000   |

Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de automóveis em 1ª diferença logarítmica.

## Apêndice 20 - Modelo Mudança de Regime Comercial Leve:

| Modelando DLLeves por MS (3)               |             |             |                   |         |
|--|-------------|-------------|-------------------|---------|
| Amostra estimada: 1970-03 a 2010-12        |             |             |                   |         |
|  | Coeficiente | Erro Padrão | Teste t           | Prob. t |
| DLLeves_1                                  | -0,2502180  | 0,041080    | -6,090            | 0,0000  |
| Constante                                  | 0,0130454   | 0,005338    | 2,440             | 0,0150  |
| DU   | 0,0459666   | 0,004910    | 9,360             | 0,0000  |
| DCarn                                      | -0,0897654  | 0,036060    | -2,490            | 0,0130  |
| CSazonal                                   | -0,1795160  | 0,022030    | -8,150            | 0,0000  |
| CSazonal_1                                 | 0,1894120   | 0,038600    | 4,910             | 0,0000  |
| CSazonal_2                                 | 0,2001620   | 0,020430    | 9,800             | 0,0000  |
| CSazonal_4                                 | 0,0457777   | 0,019630    | 2,330             | 0,0200  |
| CSazonal_9                                 | 0,0480707   | 0,019540    | 2,460             | 0,0140  |
| sigma(0)                                   | 0,3463600   | 0,046060    | 7,520             | 0,0000  |
| sigma(1)                                   | 0,0862580   | 0,011950    | 7,220             | 0,0000  |
| sigma(2)                                   | 0,1145430   | 0,016840    | 6,800             | 0,0000  |
| p_{0 0}                                    | 0,8060730   | 0,144500    | 5,580             | 0,0000  |
| p_{1 1}                                    | 0,9859440   | 0,015640    | 63,000            | 0,0000  |
| p_{0 2}                                    | 0,0876113   | 0,082910    | 1,060             | 0,2910  |
| p_{1 2}                                    | 0,0132158   | 0,026350    | 0,501             | 0,6160  |
| Probabilidade Log.                         |             |             | 267,50318         |         |
| Número do Observações                      |             |             | 490               |         |
| Número de Parâmetros                       |             |             | 16                |         |
| AIC. T                                     |             |             | -503,00636        |         |
| AIC  |             |             | -1,02654359       |         |
| Média (DLAuto)                             |             |             | 0,00539783        |         |
| Variância (DLAuto)                         |             |             | 0,0441771         |         |
| Teste Linearidade LR-Test Chi Quadrado (6) |             |             | 220,68 [0,0000]** |         |
| Limite Superior Aproximado                 |             |             | [0,0000]**        |         |

| Porbabilidades de transição $p_{ij} = P(\text{Regime } i \text{ em } t+1   \text{Regime } j \text{ em } t)$ |            |            |            |
|---|------------|------------|------------|
|   | Regime 0,t | Regime 1,t | Regime 2,t |
| Regime 0,t+1  | 0,80607    | 0          | 0,087611   |
| Regime 1,t+1  | 0          | 0,98594    | 0,013216   |
| Regime 2,t+1  | 0,19393    | 0,014056   | 0,89917    |
| Porbabilidade de ajustes de transição (-1: parametro livre, -2: 1-soma( $p_{ij}$ ))                         |            |            |            |
|   | Regime 0,t | Regime 1,t | Regime 2,t |
| Regime 0,t+1  | -1,00000   | 0,00000    | -1,00000   |
| Regime 1,t+1  | 0,00000    | -1,00000   | -1,00000   |
| Regime 2,t+1  | -2,00000   | -2,00000   | -2,00000   |

Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda de comerciais leves em 1ª diferença logarítmica.

## Apêndice 21 - Modelo Mudança de Regime Total

| Modelando DLTotal por MS (3)        |              |             |         |         |
|-------------------------------------|--------------|-------------|---------|---------|
| Amostra estimada: 1970-03 a 2010-12 |              |             |         |         |
|                                     | Coefficiente | Erro Padrão | Teste t | Prob. t |
| DLTotal_1                           | -0,3197780   | 0,038700    | -8,260  | 0,0000  |
| DU                                  | 0,0437476    | 0,004465    | 9,800   | 0,0000  |
| DCarn                               | -0,0954434   | 0,030070    | -3,170  | 0,0020  |
| Constante(0)                        | 0,0255373    | 0,037690    | 0,678   | 0,4980  |
| Constante(1)                        | 0,0233738    | 0,005459    | 4,280   | 0,0000  |
| Constante(2)                        | -0,2059350   | 0,026470    | -7,780  | 0,0000  |
| CSazonal(0)                         | -0,0867471   | 0,125600    | -0,691  | 0,4900  |
| CSazonal(1)                         | -0,1840080   | 0,023150    | -7,950  | 0,0000  |
| CSazonal(2)                         | -0,1379970   | 0,060380    | -2,290  | 0,0230  |
| CSazonal_1(0)                       | -0,0121170   | 0,131200    | -0,092  | 0,9260  |
| CSazonal_1(1)                       | 0,1421870    | 0,033300    | 4,270   | 0,0000  |
| CSazonal_1(2)                       | 0,2839460    | 0,057030    | 4,980   | 0,0000  |
| CSazonal_2(0)                       | -0,0511054   | 0,125600    | -0,407  | 0,6840  |
| CSazonal_2(1)                       | 0,1657760    | 0,017670    | 9,380   | 0,0000  |
| CSazonal_2(2)                       | 0,1573700    | 0,078420    | 2,010   | 0,0450  |
| sigma(0)                            | 0,3337990    | 0,030140    | 11,100  | 0,0000  |
| sigma(1)                            | 0,0841711    | 0,004166    | 20,200  | 0,0000  |
| sigma(2)                            | 0,0785375    | 0,017260    | 4,550   | 0,0000  |
| p_{0 0}                             | 0,7527760    | 0,065770    | 11,400  | 0,0000  |
| p_{1 1}                             | 0,9256520    | 0,018220    | 50,800  | 0,0000  |
| p_{0 2}                             | 0,5912950    | 0,180000    | 3,280   | 0,0010  |
| p_{1 2}                             | 0,1597580    | 0,142800    | 1,120   | 0,2640  |

|   |                   |
|---|-------------------|
| Probabilidade Log.                          | 286,212244        |
| Número do Observações                       | 490               |
| Número de Parâmetros                        | 22                |
| AIC. T                                      | -528,424489       |
| AIC   | -1,07841732       |
| Média (DLAuto)                              | 0,00534419        |
| Variância (DLAuto)                          | 0,0428978         |
| Teste Linearidade LR-Test Chi Quadrado (14) | 250,40 [0,0000]** |
| Limite Superior Aproximado                  | [0,0000]**        |

### Probabilidades de transição $p_{ij} = P(\text{Regime } i \text{ em } t+1 \mid \text{Regime } j \text{ em } t)$

|              | Regime 0,t | Regime 1,t | Regime 2,t |
|--------------|------------|------------|------------|
| Regime 0,t+1 | 0,75278    | 0          | 0,5913     |
| Regime 1,t+1 | 0,24722    | 0,92565    | 0,15976    |
| Regime 2,t+1 | 0          | 0,074348   | 0,24895    |

### Probabilidade de ajustes de transição (-1: parametro livre, -2: 1-soma( $p_{ij}$ ))

|              | Regime 0,t | Regime 1,t | Regime 2,t |
|--------------|------------|------------|------------|
| Regime 0,t+1 | -1,00000   | 0,00000    | -1,00000   |
| Regime 1,t+1 | -2,00000   | -1,00000   | -1,00000   |
| Regime 2,t+1 | 0,00000    | -2,00000   | -2,00000   |

Fonte: OXMetrics 6 com dados da demanda total em 1ª diferença logarítmica.